

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan jantung merupakan salah satu aspek fundamental dalam menjaga kesehatan hidup manusia. Organ jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh, sehingga setiap gangguan pada sistem *kardiovaskular* dapat berdampak serius terhadap fungsi organ vital lainnya[1]. Data World Health Organization (WHO) menunjukkan bahwa sekitar 29% angka kematian di dunia disebabkan oleh penyakit kardiovaskular. Prevalensi penyakit kardiovaskular terus mengalami peningkatan setiap tahunnya[2]. terdapat faktor utama yang berkaitan dengan kondisi fisik seseorang dan dapat memengaruhi fungsi jantung normal. Faktor-faktor tersebut antara lain meliputi kebiasaan merokok, riwayat penyakit diabetes, kadar kolesterol yang tinggi, serta tekanan darah yang melebihi batas normal[3]. Faktor usia juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap meningkatnya risiko penyakit *kardiovaskular*, karena Seiring bertambahnya umur, terjadi penurunan elastisitas dan penyempitan pembuluh arteri koroner akibat penumpukan *aterosklerosis* yang progresif, yang pada akhirnya menghambat aliran darah menuju otot jantung[4]. Selain itu, lanjut usia yang menderita penyakit *kardiovaskular* cenderung menghadapi tingkat komplikasi yang lebih tinggi dan derajat keparahan yang lebih berat. Seiring bertambahnya umur, angka kematian akibat penyakit jantung meningkat secara signifikan, yakni sekitar 3,6% pada usia 60 tahun, 8% pada usia 70 tahun, dan 14,8% pada usia 80 tahun[5]. Melihat tingginya angka kejadian dan risiko komplikasi yang ditimbulkan, deteksi dini penyakit kardiovaskular menjadi langkah penting untuk mencegah kondisi fatal.

Salah satu metode *non-invasif* yang berkembang pesat dalam bidang medis adalah *phonocardiography*, yaitu metode perekaman sinyal akustik yang dihasilkan oleh aktivitas mekanis jantung dan digunakan untuk mendeteksi penyakit jantung[6]. Metode *Phonocardiography (PCG)* memerlukan proses analisis sinyal yang cukup kompleks untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi berbagai ciri penting yang dalam sinyal bunyi jantung. Hal ini disebabkan oleh adanya gangguan noise yang sering muncul selama proses perekaman, sehingga dapat menurunkan akurasi hasil analisis dan diagnosis klinis apabila tidak

dilakukan pengolahan sinyal dengan tepat[7]. Sinyal bunyi jantung memuat informasi penting terkait bunyi katup jantung yaitu turbulensi aliran darah, serta ritme jantung. Bunyi jantung terdiri atas dua komponen suara utama yang dapat didengar melalui stetoskop yaitu S1 dan S2, Bunyi S1 dihasilkan oleh tertutupnya katup *trikuspid* dan *mitral* (katup *atrioventrikular*) yang berfungsi mengatur aliran darah dari serambi jantung (*atrium*) ke bilik jantung (*ventrikel*) serta mencegah terjadinya aliran balik darah ke *atrium*, Sedangkan bunyi S2 muncul akibat penutupan katup *aorta* dan *pulmonal* (katup *semilunar*) yang terjadi pada fase relaksasi jantung atau diastol[8].

Adapun suara jantung abnormal disebut sebagai murmur jantung yang disebabkan oleh penyempitan katup jantung (*stenosis*) yang menghambat aliran darah atau oleh kebocoran katup (*regurgitasi/insufisiensi katup*) yang menyebabkan aliran balik darah[9]. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan pola aliran darah di dalam jantung, sehingga menghasilkan karakteristik sinyal suara jantung yang berbeda dibandingkan jantung normal. Pada kondisi jantung normal, sinyal *Phonocardiogram* (PCG) jantung umumnya memiliki frekuensi utama pada rentang sekitar 50 Hz hingga 150 Hz[10]. Namun, energi dominan sinyal suara jantung terkonsentrasi pada rentang frekuensi 30–80 Hz[11]. Sedangkan, Frekuensi murmur yang terdengar pada jantung dengan kelainan struktural lebih tinggi dan berada pada rentang antara 100 hingga 1000 Hz[12]. Untuk memperoleh sinyal *Phonocardiogram* yang jelas serta mudah dianalisis, diperlukan proses akuisisi dan pengolahan sinyal yang tepat. Sinyal suara jantung dari sensor masih mengandung noise sehingga perlu dilakukan filtering sebelum dikonversi menjadi sinyal digital. Selain itu, pemilihan frekuensi sampling dan resolusi bit juga berpengaruh terhadap kualitas sinyal PCG yang dihasilkan, dimana nilai yang lebih tinggi dapat meningkatkan akurasi sinyal namun membutuhkan *bandwidth* dan konsumsi daya yang lebih besar[13]. tahap penting berikutnya adalah ekstraksi fitur, yaitu proses pengambilan ciri-ciri khas dari sinyal. Hasil ekstraksi fitur tersebut kemudian digunakan untuk membentuk dataset yang akan dijadikan sebagai algoritma klasifikasi dalam membedakan antara sinyal jantung normal dan abnormal[14].

Pada penelitian ini, menggunakan algoritma ekstraksi fitur *Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)*, yang secara luas diterapkan dalam pengenalan ucapan dan pemrosesan sinyal audio biologis, termasuk bunyi jantung (*Phonocardiogram*). tahapan dalam proses MFCC meliputi *pre-emphasis*, *frame blocking*, *frame windowing*, *fast Fourier transform (FFT)*, *Mel spectrum*, *discrete cosine transform (DCT)*, serta ekstraksi koefisien delta yang menggambarkan perubahan dinamis antar frame[9]. Melalui tahapan tersebut, sinyal PCG dapat direpresentasikan menjadi sekumpulan fitur yang lebih ringkas, stabil, dan informatif, sehingga dapat digunakan sebagai input dalam algoritma *Support Vector Machine (SVM)*. Support Vector Machine merupakan salah satu metode dalam klasifikasi biner yang bekerja dengan membentuk *hyperplane*, yaitu memisahkan dua kelas data dengan margin terbesar. performa generalisasi pada metode SVM juga dipengaruhi oleh besar margin yang dihasilkan dalam proses pelatihan model[15].

Sebagai pengembangan dari penelitian terdahulu mengenai analisis sinyal *Phonocardiogram* (PCG), penelitian ini menerapkan sistem berbasis mikrokontroler ESP32 untuk proses akuisisi dan pengolahan suara jantung. Sistem ini menggunakan rangkaian *Low-pass filter* (LPF) analog untuk mereduksi noise frekuensi tinggi sebelum sinyal dikonversi ke bentuk digital. Setelah proses akuisisi, sinyal diproses menggunakan filter untuk mempertahankan kestabilan respon amplitudo pada rentang frekuensi suara jantung serta mengurangi gangguan noise dari lingkungan sekitar. Tahap selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur menggunakan *Mel-frequency cepstral coefficients* (MFCC), *envelope signal*, *RR interval*, dan BPM untuk memperoleh karakteristik sinyal suara jantung. *output* dari Fitur-fitur tersebut kemudian diklasifikasikan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) guna membedakan suara jantung normal dan abnormal. Dengan kombinasi proses filtering, ekstraksi fitur dan klasifikasi berbasis machine learning (SVM), sistem ini diharapkan mampu membantu identifikasi gangguan suara jantung seperti murmur secara lebih efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan akuisisi, pengolahan, dan klasifikasi sinyal suara jantung untuk membantu proses identifikasi kondisi jantung normal maupun abnormal. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem dengan sensor MAX 9814 untuk akuisisi sinyal *Phonocardiogram* berbasis ESP32 dan Python untuk memperoleh data suara jantung?
2. Bagaimana menerapkan tahap pra-pemrosesan sinyal dan ekstraksi fitur menggunakan MFCC untuk meningkatkan kualitas sinyal pada sinyal PCG?
3. Bagaimana mengimplementasikan metode Support Vector Machine menggunakan Python untuk klasifikasi suara jantung normal dan abnormal?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini, beberapa tujuan dirumuskan untuk memastikan sistem deteksi kondisi jantung berbasis sinyal *Phonocardiogram* (PCG) dapat dirancang, diimplementasikan, dan diuji secara optimal. Tujuan-tujuan tersebut meliputi:

1. Untuk merancang rangkaian sistem akuisisi sinyal jantung menggunakan sensor MAX9814 untuk merekam bunyi jantung.
2. Untuk menerapkan tahap pra-pemrosesan sinyal dan ekstraksi fitur MFCC untuk meningkatkan kualitas sinyal.
3. Untuk mengimplementasikan algoritma Support Vector Machine (SVM) sebagai metode klasifikasi utama dalam membedakan pola sinyal jantung ke dalam sistem portabel berbasis mikrokontroler ESP32 dan python.

Dalam penelitian ini, beberapa manfaat dirumuskan untuk mendukung pengembangan sistem klasifikasi kondisi jantung berbasis sinyal *Phonocardiogram* (PCG) agar dapat memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis. Manfaat-manfaat tersebut meliputi:

1. Menjadi media pembelajaran dalam penerapan pengolahan sinyal digital, ekstraksi fitur audio, serta implementasi metode klasifikasi seperti SVM
2. Membantu proses identifikasi kondisi suara jantung normal dan abnormal secara otomatis menggunakan sistem berbasis mikrokontroler dan machine learning.
3. Memberikan solusi perangkat monitoring suara jantung yang lebih sederhana dan berbiaya relatif rendah

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas dari tujuan yang telah ditentukan, maka diperlukan beberapa batasan masalah dalam proses perancangan dan pengembangan sistem. Batasan masalah ini bertujuan untuk membatasi ruang lingkup penelitian sehingga proses analisis, implementasi, dan pengujian sistem dapat dilakukan secara lebih optimal. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem tidak mencakup diagnosis medis secara klinis dan hanya berfungsi sebagai alat bantu analisis sinyal jantung (*Phonocardiogram*), sehingga hasil yang diperoleh tidak dapat dijadikan dasar diagnosis medis.
2. Jenis sinyal yang dianalisis dibatasi pada suara jantung normal dan tidak normal secara sederhana, sehingga sistem tidak membedakan secara detail berbagai jenis kelainan jantung yang lebih kompleks.
3. Sistem yang dirancang hanya berfokus pada deteksi dan analisis sinyal *Phonocardiogram* (PCG) menggunakan mikrokontroler ESP32 serta implementasi machine learning dengan metode Support Vector Machine (SVM) untuk proses klasifikasi sinyal jantung.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penyusunan skripsi ini disusun menjadi beberapa bab dan di uraikan dengan pembahasan sesuai daftar isi. Sistematika penyusunannya adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian tinjauan pustaka berisi teori – teori dasar yang relevan dari berbagai sumber seperti jurnal penelitian, tugas akhir, buku, makalah yang mendukung dalam proses perancangan dan pembuatan alat.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian metodologi penelitian berisi tentang perencanaan, tahapan – tahapan penelitian serta pembuatan alat yang terdiri dari rancangan, cara kerja, dan penggunaan alat.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan berisi tentang hasil dari penelitian yang sudah dilakukan terkait analisa dari proses pengujian simulasi.

BAB V : PENUTUP

Pada bagian penutup berisi kesimpulan yang berasal dari perancangan dan pembuatan alat, saran perbaikan maupun pengembangan.

DAFTAR PUSTAKA :

Pada bagian daftar pustaka berisi sumber kutipan yang digunakan sebagai teori pendukung yang berupa jurnal, buku, dan lain – lain.

LAMPIRAN