

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit kardiovaskular merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia. Berdasarkan data dari *World Health Organization (WHO)*, lebih dari 17,9 juta orang meninggal setiap tahun akibat penyakit jantung dan pembuluh darah, yang mewakili sekitar 31% dari seluruh kematian global [1]. Deteksi dini dan pemantauan kondisi jantung secara berkala dapat menurunkan risiko komplikasi serius dan meningkatkan kualitas hidup pasien. Salah satu indikator penting dalam mendeteksi dini masalah jantung adalah kelainan ritme seperti bradikardia (denyut jantung di bawah normal) dan takikardia (denyut jantung di atas normal).

Untuk menganalisis aktivitas listrik jantung, digunakan alat yang disebut *electrocardiogram (ECG)*. Pemeriksaan ECG secara konvensional dilakukan di rumah sakit atau fasilitas medis, menggunakan perangkat yang besar, mahal, dan memerlukan keahlian khusus untuk interpretasi hasilnya [2]. Hal ini menjadi kendala terutama bagi masyarakat di daerah terpencil, serta bagi individu dengan keterbatasan mobilitas yang sulit melakukan pemeriksaan rutin ke fasilitas kesehatan. Kesenjangan akses terhadap alat diagnostik ini membuka peluang bagi pengembangan sistem yang lebih portabel, terjangkau, dan mudah digunakan oleh masyarakat awam.

Seiring dengan perkembangan teknologi digital dan Internet of Medical Things (IoMT), muncul pendekatan baru dalam dunia medis yang memanfaatkan perangkat mobile untuk pemantauan kesehatan secara mandiri [3]. Aplikasi mobile yang terintegrasi dengan sistem pemantauan jantung memungkinkan pengguna untuk memvisualisasikan denyut jantung mereka, mendeteksi kelainan ritme sederhana, dan menyimpan data hasil pemantauan secara otomatis. Teknologi ini bersifat komplementer terhadap alat medis profesional, bukan sebagai pengganti, tetapi sebagai alat bantu dalam meningkatkan kesadaran dan kewaspadaan individu terhadap kondisi kesehatannya sendiri. Tren global dalam teknologi kesehatan juga

menunjukkan pergeseran ke arah sistem self-monitoring, di mana pasien didorong untuk lebih aktif dalam memantau dan mengelola kesehatannya sendiri melalui perangkat digital yang terjangkau dan mudah digunakan. Pendekatan ini dinilai mampu meningkatkan keterlibatan pasien serta mempercepat respons terhadap gejala awal penyakit kronis[4].

Dalam penelitian ini, penulis tidak merancang atau membangun perangkat ECG medis, melainkan mengembangkan aplikasi Android yang dapat memantau denyut jantung berdasarkan sinyal ECG yang disimulasikan. Data sinyal ECG dihasilkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pemancar sinyal buatan (sinyal ECG sintetis) untuk keperluan pengujian dan pengembangan sistem. Dengan pendekatan ini, pengujian sistem dapat dilakukan tanpa melibatkan pasien sungguhan dan tanpa menggunakan alat medis klinis, sehingga lebih aman dan sesuai dengan ruang lingkup penelitian non-klinis.

Aplikasi yang dikembangkan memiliki fitur utama berupa visualisasi sinyal ECG secara langsung, perhitungan BPM (beats per minute), deteksi kondisi bradikardia dan takikardia berdasarkan ambang batas tertentu, serta sistem penyimpanan data hasil monitoring ke database berbasis cloud. Pengguna dari aplikasi ini tidak terbatas pada pasien medis, namun mencakup masyarakat umum seperti individu dengan riwayat jantung, lanjut usia, maupun pengguna dengan keterbatasan mobilitas yang membutuhkan pemantauan denyut jantung secara rutin dan mandiri. Dengan demikian, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi solusi digital yang mendukung kegiatan self-monitoring denyut jantung, memberikan peringatan dini terhadap kelainan ritme, serta membuka jalan bagi integrasi dengan sistem medis yang lebih besar di masa depan. Penelitian ini diharapkan juga dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem serupa yang menggunakan data riil dan perangkat ECG klinis sebagai langkah lanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengembangkan aplikasi mobile yang dapat memantau kesehatan jantung secara real-time menggunakan sinyal ECG secara akurat dan efisien?
2. Bagaimana aplikasi dapat memberikan notifikasi otomatis terhadap denyut jantung yang berada di luar rentang normal berdasarkan nilai BPM?
3. Bagaimana sistem dapat mengelola dan menyimpan data sinyal ECG ke dalam database berbasis cloud dengan aman dan stabil?
4. Bagaimana mendeteksi kondisi denyut jantung normal dan tidak normal (takikardia/bradikardia) berdasarkan nilai BPM yang dihitung dari sinyal ECG?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Dari latar belakang dan rumusan masalah diatas, maka penulis dapat memberitahukan tujuan dan manfaat penelitian sebagai berikut.

1.3.1 Tujuan

1. Mengembangkan aplikasi Android yang dapat menampilkan sinyal detak jantung dari perangkat ESP32 secara langsung (*real-time*) dengan kecepatan minimal 125 data per detik dan keterlambatan rata-rata kurang dari 300 milidetik, sehingga bentuk gelombang terlihat halus dan pembacaan tidak terasa terlambat.
2. Menghitung jumlah detak jantung per menit (*BPM*) dengan tingkat ketepatan minimal 95% dibandingkan data acuan, sehingga hasilnya dapat diandalkan.
3. Menandai kondisi detak jantung pengguna ke dalam tiga kategori: *bradikardia* (lambat), normal, atau *takikardia* (cepat) berdasarkan nilai BPM.
4. Menyimpan hasil pemeriksaan ke penyimpanan daring (*cloud database*), sehingga pengguna dapat melihat kembali riwayat pemeriksaan sebelumnya kapan saja.

1.3.2 Manfaat

1. Mengembangkan aplikasi mobile yang mampu memantau kesehatan jantung secara real-time dengan menggunakan sinyal ECG.
2. Mempermudah *user* dalam melakukan pemantauan kesehatan jantung secara mandiri tanpa harus mengunjungi fasilitas kesehatan secara rutin.

3. Menyediakan notifikasi dan peringatan dini terkait kelainan ritme jantung untuk mencegah komplikasi kesehatan yang lebih serius.
4. Menyediakan rekomendasi kesehatan kepada pengguna berdasarkan hasil pemeriksaan untuk meningkatkan kesadaran akan kondisi jantung mereka.
5. Memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau kondisi denyut jantung secara mandiri melalui data yang tersimpan dan informasi hasil analisis secara otomatis.

1.4. Batasan Masalah

Batasan – batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan aplikasi *mobile (android)* untuk memantau kesehatan jantung, khususnya pemantauan ritme jantung melalui sinyal ECG.
2. Sinyal ECG yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sinyal sintesis (*generated signal*), tidak mengambil data sinyal secara langsung dari pasien melalui perangkat ECG.
3. Aplikasi ini tidak melibatkan pasien secara langsung dalam tahap pengembangan maupun pengujian. Istilah “end user pasien” pada judul mengacu pada skenario penggunaan sistem oleh individu yang berperan sebagai pasien di masa depan.
4. Aplikasi ini bergantung pada koneksi internet untuk mengirim data hasil pemantauan ke server
5. Deteksi kondisi jantung abnormal hanya terbatas pada klasifikasi takikardia dan bradikardia berdasarkan nilai BPM, tidak mencakup analisis kelainan jantung lainnya seperti aritmia kompleks.
6. Aplikasi ini tidak melakukan diagnosis medis atau memberikan saran pengobatan, melainkan hanya menyediakan informasi monitoring dan deteksi kondisi jantung abnormal.

1.5 Metode Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijelaskan, metode penelitian ini disusun untuk mendukung proses pengembangan aplikasi pemantauan denyut jantung berbasis sinyal ECG secara real-time yang terintegrasi dengan sistem cloud. Tahapan penelitian dibagi menjadi empat tahap utama:

1. Studi Literatur

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh landasan teoritis dan teknis yang mendukung pengembangan sistem. Studi ini mencakup topik-topik seperti sinyal elektrokardiogram (ECG), sistem pemantauan kesehatan digital, teknologi mobile real-time, komunikasi nirkabel, dan penyimpanan data berbasis cloud. Informasi diperoleh dari jurnal ilmiah, buku referensi, serta sumber daring akademik lainnya. Studi literatur ini berperan penting dalam merumuskan spesifikasi teknis sistem yang akan dikembangkan.

2. Perancangan dan Pengembangan Aplikasi

Tahapan ini mencakup perancangan arsitektur sistem, antarmuka pengguna (user interface), serta pengembangan backend aplikasi. Aplikasi dirancang menggunakan Android Studio dengan bahasa pemrograman Java, serta memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai node pengirim data ECG. Sistem backend bertugas menerima, menyimpan, dan mengelola data ECG ke dalam basis data PostgreSQL yang dihosting di platform Railway. Perancangan juga mencakup fitur deteksi sinyal tidak normal berdasarkan nilai BPM dan notifikasi kepada pengguna setelah sesi pemantauan selesai.

3. Pengujian Sistem

Setelah aplikasi dikembangkan, dilakukan pengujian sistem menggunakan sinyal ECG buatan (synthetic/generated signal) yang dikirimkan dari ESP32. Pengujian bertujuan untuk mengevaluasi performa sistem dalam mengelola data secara waktu nyata, kestabilan komunikasi nirkabel, serta respons sistem terhadap kondisi BPM yang tidak normal (takikardia dan bradikardia). Selain itu, dilakukan analisis metrik teknis

seperti jumlah paket data per detik, delay maksimum, dan keberhasilan notifikasi.

4. Validasi Sistem

Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi rancangan. Pengujian dilakukan melalui simulasi interaksi pengguna terhadap aplikasi, tanpa melibatkan pasien atau data medis nyata. Uji coba difokuskan pada kestabilan sistem, keakuratan pengolahan BPM dari sinyal buatan, serta keandalan fitur notifikasi dan penyimpanan data ke server. Umpan balik diperoleh melalui self-evaluation dan simulasi berbasis skenario penggunaan.