

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jantung merupakan salah satu organ vital yang memiliki peran penting dalam mendistribusikan darah ke seluruh tubuh dan menyuplai oksigen serta nutrisi sebagai faktor perkembangan tubuh [1]. Peran vital yang dimiliki oleh jantung dalam menjaga kestabilan fungsi organ tubuh lainnya, sehingga memerlukan pemantauan yang intensif. Berdasarkan data yang diperoleh dari situs resmi *Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME), pada tahun 2020 angka kematian yang disebabkan oleh penyakit kardiovaskular mencapai 19 juta jiwa [4].

Salah satu parameter pada jantung yang perlu dilakukan pemantauan intensif adalah *heart rate* [2]. Pemantauan *heart rate* dijadikan sebagai biomarker awal untuk mendiagnosis penyakit jantung, sehingga penyakit kardiovaskular didiagnosis awal berdasarkan seberapa bugar kardiovaskular tersebut [3]. *Heart rate* dapat dideteksi melalui sinyal Elektrokardiogram (EKG) yang diakuisisi melalui perantara elektroda dari aktivitas listrik hasil pompaan otot jantung [5].

Sinyal EKG memiliki peran penting dalam analisis kesehatan jantung, salah satunya yaitu mendeteksi sinus takikardia dan bradikardia. Sinus takikardia dan bradikardia menjadi salah satu faktor yang memicu terjadinya penyakit kardiovaskuler, seperti gagal jantung, stroke, hingga kematian [8],[21],[22]. Seseorang dapat dikatakan sinus takikardia ketika *heart rate*-nya lebih dari 100 *beats per minute* (bpm) pada kondisi istirahat [9]. Di sisi lain, seseorang dapat dikatakan sinus bradikardia ketika *heart rate*-nya kurang dari 60 bpm [13]. Sedangkan, orang berusia 18 hingga 60 tahun memiliki batas normal *heart rate* yaitu 60 hingga 100 bpm saat istirahat [10]. *Heart rate* pada seseorang yang melebihi batas normal dapat membahayakan dirinya, karena membuat jantung bekerja secara tidak efektif, sehingga aliran darah akan berkurang, baik ke seluruh tubuh ataupun ke jantung itu sendiri.

Pada umumnya, pemeriksaan sinyal EKG dilakukan di rumah sakit atau klinik menggunakan perangkat dan prosedur lengkap disadap seluruh *lead*-nya yang berjumlah 12 [6]. Perangkat tersebut kurang praktis untuk digunakan dalam

pemantauan mandiri oleh masyarakat umum karena sulit dibawa ke mana-mana dan harganya relatif mahal. Selain itu, pemeriksaan harus dilaksanakan oleh dokter merupakan kendala yang dihadapi ketika masyarakat umum hanya ingin melakukan pemantauan aktivitas jantung yang bersifat sederhana dalam sehari-hari, seperti *heart rate* [7].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengembangan alat portabel untuk mengakuisisi sinyal EKG. Pada penelitian tersebut diimplementasikan Arduino Nano sebagai mikrokontroler untuk memproses data hasil akuisisi sinyal EKG yang dihasilkan oleh modul sensor AD8232. Data sinyal EKG tersebut divisualisasikan pada *handphone* melalui koneksi Bluetooth yang dihasilkan oleh modul tambahan, yaitu HC-05. Meskipun sistem tersebut sudah berfungsi dengan baik, penggunaan modul tambahan meningkatkan kompleksitas *hardware* [11].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dibangun alat EKG portabel untuk mendeteksi awal sinus takikardia dan bradikardia dengan memanfaatkan Wemos D1 Mini ESP32 yang sudah mendukung fitur Bluetooth bawaan dengan memiliki ukuran kompak serupa dengan Arduino Nano, sehingga sesuai untuk diimplementasikan pada perangkat portabel yang berfokus pada ruang dan desain minimalis. Penelitian ini berfokus pada suatu sistem berbasis komputasi ringan, namun tetap memperhatikan tingkat *error* yang dihasilkan oleh sistem. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, pada sinyal tersebut akan diproses menggunakan algoritma Pan-Tompkins untuk melakukan *filtering* dan menentukan *R-peak* [23],[30]. Setelah data diproses oleh mikrokontroler akan divisualisasikan pada *handphone* sebagai *display*. Selain itu, pada penelitian ini juga memanfaatkan Firebase sebagai *platform cloud* untuk menerima dan menyimpan data yang menjadikannya dapat diakses kembali oleh *user*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain alat akuisisi sinyal EKG untuk pendeteksian awal gangguan ritme jantung, seperti sinus takikardia dan bradikardia berdasarkan *heart rate* (bpm) pengguna dengan kondisi alat mudah dibawa ke mana saja dan memiliki harga yang relatif murah bagi masyarakat umum?
2. Bagaimana cara memperoleh nilai *heart rate* (bpm) dan grafik sinyal EKG yang berkualitas baik meskipun sinyal tersebut diolah menggunakan algoritma berkomputasi ringan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditetapkan beberapa tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Membangun alat akuisisi sinyal EKG portabel dengan desain yang kompak dan ringan agar mudah dibawa ke mana saja, serta menggunakan komponen berbiaya rendah tanpa mengurangi kualitas performa komponen.
2. Membangun alat akuisisi sinyal EKG dengan menggunakan algoritma berkomputasi ringan yang telah teruji sensitivitasnya dalam melakukan pengolahan sinyal EKG.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan manfaat, yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan pemantauan kesehatan jantung berupa *heart rate* secara mandiri.
2. Memudahkan individu dalam melakukan deteksi awal gangguan ritme jantung, seperti takikardia dan bradikardia.

1.5 Batasan Masalah

Adapun bidang bahasan penelitian ini dibatasi pada:

1. Pada sistem ini sinyal EKG yang diakuisisi bertipe *single-lead*.
2. Sinyal EKG diakuisisi pada titik Einthoven *lead I*.
3. Indikasi Takikardia/Bradikardia/Normal ditentukan berdasarkan *heart rate* (bpm).

4. Akuisisi sinyal dilakukan pada dua kondisi, yaitu (1) kondisi stabil, yakni tanpa adanya pengaruh faktor eksternal maupun internal yang dapat memengaruhi *heart rate*, dan (2) setelah melakukan *exercise* untuk menguji kondisi sinus takikardia fisiologis.
5. Alat yang dibangun hanya ditujukan untuk deteksi awal takikardia dan bradikardia, bukan untuk diagnosis medis secara komprehensif.

1.6 Metode Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir terdapat beberapa tahapan, sebagai berikut:

1. Studi literatur

Tahap ini dilakukan untuk mempelajari teori dasar terkait sinyal EKG, algoritma yang digunakan untuk akuisisi sinyal EKG, mikrokontroler, dan teknologi Bluetooth. Selain itu, dilakukan analisis terhadap penelitian sebelumnya untuk membandingkan metode yang diterapkan dalam pengolahan sinyal EKG serta *hardware* dan *software* yang diimplementasikan. Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang dapat dijadikan dasar dalam penelitian yang akan dilakukan.

2. Perancangan

Tahap ini meliputi perancangan *hardware*, meliputi desain antara komponen satu sama lain. Perancangan *software* mencakup implementasi algoritma pengolahan sinyal EKG serta pengembangan aplikasi pada *handphone* yang digunakan sebagai *user interface* untuk menampilkan informasi terkait hasil pengolahan sinyal EKG, seperti informasi status Takikardia/Bradikardia/Normal, grafik sinyal EKG, serta *heart rate* (bpm).

3. Implementasi

Pada tahap ini, *hardware* dan *software* diintegrasikan menjadi alat yang siap digunakan. Pengujian dilakukan untuk memastikan alat mampu mendeteksi sinyal EKG, menghitung *heart rate*, hingga mengidentifikasi kondisi Takikardia/Bradikardia/Normal.

1.7 Proyeksi Pengguna

Alat EKG portabel ini didesain untuk menilai *heart rate* pengguna dan mendeteksi awal sinus takikardia dan bradikardia. Alat ini diproyeksikan untuk masyarakat umum yang membutuhkan pemantauan kesehatan jantung secara mandiri. Dengan desain perangkat berukuran kompak memudahkan pengguna untuk membawa alat ini ke mana saja. Jadi, dengan adanya pengembangan alat ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memperhatikan kesehatan jantung dan mengantisipasi kondisi fatal yang merupakan sebab dari takikardia dan bradikardia.