

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Jantung merupakan organ paling vital di dalam tubuh manusia yang berfungsi untuk memompa darah dan oksigen ke seluruh tubuh, termasuk ke arteri koroner [1]. Arteri koroner adalah pembuluh darah vital yang memasok darah ke otot jantung [2]. Jika fungsi jantung berada di luar keadaan normal, aliran darah tidak berjalan dengan baik dan hal ini dapat menyebabkan risiko serius bagi individu [3]. Menurut *World Health Organization* (WHO), penyebab utama kematian di seluruh dunia adalah penyakit kardiovaskular. Sebuah evaluasi membuktikan bahwa 17,9 juta orang meninggal karena penyakit kardiovaskular pada tahun 2019, yang mengindikasikan 32% dari semua kematian global [4].

Salah satu gangguan fungsi jantung adalah aritmia. Aritmia adalah suatu kondisi yang ditandai dengan ritme jantung yang tidak teratur, di mana jantung mungkin berdetak terlalu cepat, terlalu lambat, atau dengan cara yang tidak terkoordinasi [1], [5]. Salah satu jenis aritmia yang cukup umum namun sering tidak disadari adalah *premature ventricular contraction* (PVC). PVC sendiri bukanlah aritmia yang fatal, tidak seperti *ventricular fibrillation* dan *ventricular tachycardia*, yang dapat menyebabkan henti jantung mendadak, tetapi berpotensi menjadi penyakit mematikan seperti infark miokard [6]. Orang yang mengalami PVC bisa merasakan gejala seperti pusing, jantung berdebar, nyeri dada, atau sesak nafas [7]. Oleh karena itu, orang yang mengalami PVC membutuhkan penanganan medis yang cepat dan lebih lanjut [7], [8]. PVC sangat sering terjadi pada lansia, dengan perkiraan 17% populasi di atas 70 tahun mengalaminya. Ini mencakup sekitar 33% dari total penyakit jantung di seluruh dunia [3]. Kondisi ini menjadi perhatian utama dalam kesehatan jantung terutama pada kelompok usia lanjut.

Deteksi dini PVC sangat penting untuk mencegah komplikasi serius. Untuk mendeteksi PVC, maka diperlukan informasi sinyal listrik jantung. Cara yang paling dapat diandalkan untuk mendapatkan sinyal listrik jantung adalah dengan menggunakan perangkat elektrokardiogram (EKG) [9]. EKG adalah grafik yang

mencatat fluktuasi aktivitas listrik jantung [4]. EKG jangka panjang lebih signifikan secara klinis untuk diagnosis PVC. Namun, hal ini memakan waktu dan sulit bagi ahli jantung untuk menganalisis banyak EKG jangka panjang [10]. Saat ini, identifikasi PVC masih sangat bergantung pada pengalaman klinis para tenaga medis dan keterbatasan teknologi medis yang tersedia. Jam kerja yang panjang dan intensitas kerja yang tinggi seringkali membuat diagnosis menjadi salah. Diagnosis PVC merupakan tugas yang menantang karena pola yang cukup berubah-ubah, bahkan untuk pasien yang sama. Baru-baru ini, sistem *computer-aided diagnosis* (CAD) dapat membantu dokter dalam interpretasi PVC secara efisien [4]. Namun, pembacaan sinyal EKG tersebut hanya dapat dilakukan di rumah sakit [1].

Pemrosesan sinyal EKG telah menarik perhatian beberapa tahun terakhir. Para peneliti telah mengembangkan banyak algoritma pendeteksi PVC [3]. J. Yu, et al. dalam penelitiannya menggunakan model yang didasarkan pada *one-dimensional convolutional neural network* (CNN) untuk menandai detak jantung tanpa pemrosesan awal, seperti *denoise*. Algoritma ini memperoleh akurasi sebesar 99,64%, sensitivitas 96,97%, dan spesifisitas 99,84% untuk MIT-BIH *arrhythmia database* [10]. Y. Jung dan H. Kim dalam penelitiannya mengusulkan metode pemantauan EKG baru untuk mendeteksi PVC menggunakan prosedur pengendalian proses statistik berbasis wavelet. Penelitian tersebut menggunakan MIT-BIH *arrhythmia database* dan memperoleh akurasi sebesar 97,9%, sensitivitas 87,2%, dan spesifisitas 98,8% [6]. H. M. Mohamad, et al. dalam penelitiannya mengusulkan deteksi PVC berdasarkan metode *Tunable Q-Factor Wavelet Transform* (TQWT) menggunakan MIT-BIH *arrhythmia database*. Setelah fitur dari hasil dekomposisi sinyal diekstraksi, fitur-fitur ini digabungkan menjadi satu set untuk setiap *sub-band*, kemudian sinyal dianalisis menggunakan tiga klasifikasi pembelajaran mesin yaitu *Support Vector Machine* (SVM), *K-Nearest Neighbors* (KNN), dan *Artificial Neural Network* (ANN). Hasil terbaik diverifikasi menggunakan KNN dengan akurasi sebesar 97,81% dan sensitivitas 98,23% [3].

Keterbatasan alat deteksi PVC saat ini menjadi tantangan dalam mendiagnosis dan memantau kondisi jantung, terutama di wilayah dengan akses terbatas ke fasilitas kesehatan. Alat yang ada saat ini cenderung kurang portabel dengan volume lebih dari 200 cm³, dan memerlukan analisis yang kompleks. Oleh

karena itu, diperlukan sebuah sistem yang sederhana dan portabel untuk mendeteksi PVC secara cepat. Penelitian ini bertujuan untuk menghadirkan solusi tersebut melalui sistem mendeteksi PVC menggunakan elektrokardiograf portabel.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang akan dipecahkan adalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana sistem dapat mengukur EKG menggunakan elektrokardiograf portabel?
- 2) Bagaimana metode pengolahan data EKG untuk mengenali aritmia jenis PVC?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Mengembangkan sistem yang mampu mengukur EKG menggunakan elektrokardiograf portabel.
- 2) Menerapkan metode KNN untuk mengenali aritmia jenis PVC berdasarkan data EKG.

1.4. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian dengan judul “Sistem Pendeteksi *Premature Ventricular Contraction* Berbasis *K-Nearest Neighbors* Menggunakan Elektrokardiograf Portabel” ini memiliki beberapa manfaat, antara lain:

- 1) Membantu pasien dalam mengenali kelainan ritme sinyal listrik jantung, khususnya PVC.
- 2) Memberikan informasi kepada pasien sehingga dapat melakukan tindakan pencegahan maupun konsultasi lebih lanjut kepada dokter.
- 3) Membantu dokter dalam menganalisis data EKG dan menentukan adanya kelainan ritme jantung pada pasien.

- 4) Memungkinkan deteksi dini aritmia jenis PVC secara berkelanjutan, sehingga dapat mengurangi risiko berkembangnya aritmia lain yang lebih fatal.
- 5) Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi alat portabel yang efektif dalam pemantauan kesehatan kardiovaskular.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah, di antaranya:

- 1) Pendeteksian sinyal EKG menggunakan elektroda *3-leads*.
- 2) Elektrokardiograf dikatakan portabel apabila volume perangkat utama tidak lebih dari 200 cm³ dan menggunakan baterai sebagai catu dayanya.
- 3) Pengolahan data EKG untuk mengenali aritmia jenis PVC menggunakan metode KNN.
- 4) Sistem ini dirancang untuk mendeteksi PVC secara praktis dan tidak dapat menjadi pengganti alat medis untuk mendiagnosis penyakit yang lebih komprehensif dan akurat.

1.6. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap mulai dari pengumpulan informasi hingga evaluasi sistem secara menyeluruh. Tahap pertama dimulai dengan studi literatur untuk memahami dasar-dasar sinyal EKG, jenis aritmia jantung seperti PVC, serta algoritma yang dapat digunakan untuk proses klasifikasi. Pengetahuan ini menjadi landasan dalam merancang sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.

Setelah itu, dilakukan perancangan dan pembuatan perangkat EKG portabel yang mampu merekam sinyal jantung manusia. Perangkat dirancang agar mudah digunakan, portabel, dan dapat mengirimkan data ke aplikasi *mobile*. Selanjutnya, dilakukan pengambilan data sinyal EKG dari beberapa subjek uji menggunakan perangkat yang telah dibuat. Data yang diperoleh diuji kualitasnya untuk memastikan bahwa sinyal yang dihasilkan cukup stabil, jelas, dan sesuai dengan karakteristik fisiologis sinyal EKG pada umumnya.

Data sinyal EKG yang telah direkam kemudian diolah untuk mengambil informasi penting dari setiap denyut jantung. Informasi ini digunakan untuk membedakan antara denyut normal dan denyut yang mengindikasikan adanya PVC. KNN diterapkan untuk mengenali pola-pola tersebut. Model KNN dilatih menggunakan data yang telah diproses, kemudian diuji menggunakan data baru untuk mengetahui seberapa akurat sistem dalam mendeteksi *beat* PVC.

Setelah model berhasil dibuat dan diuji, proses selanjutnya adalah mengintegrasikan sistem ke dalam aplikasi *mobile*. Aplikasi ini digunakan untuk menghubungkan perangkat EKG melalui koneksi nirkabel, merekam sinyal EKG, menghentikan perekaman, serta menampilkan hasil berupa grafik sinyal, nilai detak jantung, dan klasifikasi jenis *beat*.

Sebagai tahap akhir, dilakukan evaluasi terhadap performa sistem secara keseluruhan. Evaluasi ini meliputi kualitas sinyal EKG dari perangkat, keakuratan model dalam melakukan klasifikasi, dan fungsi aplikasi dalam menampilkan hasil dengan baik. Semua tahapan ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan benar-benar mampu mengukur sinyal EKG dan mengenali jenis aritmia PVC sesuai dengan tujuan penelitian.

1.7. Proyeksi Pengguna

Sistem yang dikembangkan dalam tugas akhir ini dirancang untuk memiliki manfaat yang luas, khususnya dalam bidang pemantauan kesehatan jantung secara portabel dan praktis. Proyeksi pengguna dari sistem ini meliputi beberapa kelompok sebagai berikut:

1) Tenaga medis dan klinik kesehatan

Dengan pengembangan lebih lanjut dan validasi klinis, sistem ini berpotensi dimanfaatkan oleh tenaga medis sebagai alat bantu pemantauan awal denyut jantung dan deteksi aritmia ringan, terutama di fasilitas kesehatan tingkat pertama atau klinik dengan keterbatasan alat diagnostik konvensional.

2) Pasien dengan risiko aritmia

Sistem ini juga dapat ditujukan untuk individu yang memiliki riwayat atau risiko mengalami aritmia seperti PVC. Dengan fitur portabel dan integrasi ke aplikasi *mobile*, pengguna dapat memantau kondisi jantungnya secara mandiri dan berkala.

3) Pengembang aplikasi kesehatan

Dalam skala yang lebih luas, sistem ini dapat menjadi bagian dari ekosistem teknologi kesehatan digital, terutama dalam pengembangan solusi *e-Health* yang terjangkau dan berbasis IoT untuk deteksi dini gangguan jantung.

Dengan cakupan proyeksi pengguna yang beragam, sistem ini memiliki potensi untuk terus dikembangkan dan diadaptasi pada berbagai kebutuhan, baik untuk keperluan klinis maupun komersial, seiring dengan meningkatnya kebutuhan pemantauan kesehatan secara mandiri.