

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

Heart Rate Variability (HRV) adalah istilah yang menggambarkan perubahan waktu antara detak jantung yang berurutan, terutama dalam mengukur variasi antara interval detak jantung (RR interval) dalam siklus jantung. **Salah satu masalah yang umumnya dihadapi adalah bahwa data dari alat HRV pada umumnya seringkali tidak tersedia dalam *real-time* dan juga data tersebut tidak selalu tersedia dalam bentuk mentah yang dapat digunakan untuk klasifikasi.**

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi, terutama dalam sektor kesehatan, telah membawa dampak positif yang besar dengan adanya perangkat kesehatan canggih yang mampu mengukur dan memberikan informasi detak jantung individu. Mengingat pentingnya jantung sebagai organ sentral dalam menentukan kinerja organ tubuh, khususnya dalam menghindari gangguan jantung, menjadi sangat vital. Penyakit jantung, yang merupakan penyebab kematian tertinggi secara global, juga signifikan di Indonesia, di mana sekitar 1.017.290 masyarakat Indonesia menderita penyakit jantung [1]. Aritmia, sebagai salah satu gangguan jantung, adalah gangguan atau abnormalitas penyaluran impuls listrik ke miokardium. Sistem konduksi jantung yang berawal dari otomatisitas sel-sel P di nodus SA, depolarisasi atrium, depolarisasi nodus atrioventrikular (AV), propagasi impuls sepanjang berkas His dan sistem Purkinje hingga depolarisasi ventrikel merupakan rangkaian konduksi impuls yang teratur dan presisi [2].

Secara umum, aritmia terbagi menjadi dua kelompok utama: bradikardia, yang ditandai dengan detak jantung yang terlalu lambat (kurang dari 60 kali per menit), dan takikardia, yang ditandai dengan detak jantung yang terlalu cepat (lebih dari 100 kali per menit) [2]. Di Amerika, *Atrial Fibrillation* (AF) adalah jenis aritmia yang paling umum terjadi, dengan total kasus mencapai 2,5 juta orang, dengan kondisi ini 1,5 kali lebih umum terjadi pada pria daripada pada wanita [3]. Oleh karena itu, pemantauan detak jantung yang intensif dan akurat menjadi sangat penting untuk membaca dan mengelola kondisi irama jantung dengan efektif [2].

Saat ini, pendekatan manual untuk pemeriksaan jantung masih umum dilakukan yakni dengan teknik palpasi, auskultasi, dan pengukuran tanda vital secara langsung oleh tenaga medis [4]. Dan juga

mengharuskan individu untuk mengunjungi dokter spesialis atau rumah sakit. Proses ini juga seringkali melibatkan biaya tambahan yang bervariasi, dengan rentang sekitar Rp100 ribu hingga Rp250 ribu, tergantung pada rumah sakit yang dikunjungi dan kompleksitas pemeriksaan yang diperlukan [5].

Pengukuran detak jantung telah membawa manfaat signifikan, tetapi masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu permasalahan utama adalah bahwa **sebagian besar alat untuk mengukur HRV saat ini belum mampu memberikan data secara real-time dan akurat**. *Heart Rate Variability* (HRV) adalah variasi dalam waktu antara detak jantung yang berurutan [6]. Fluktuasi ini sangat halus dan hanya bisa dideteksi dengan perangkat khusus. Meskipun variasi HRV normal pada individu sehat, perubahan signifikan pada HRV dapat menandakan masalah kesehatan seperti gangguan jantung atau kondisi medis lainnya. Pengukuran HRV yang dilakukan dengan merekam data detak jantung menggunakan alat seperti EKG atau perangkat wearable selama periode tertentu. Data tersebut disimpan dan dianalisis setelah proses perekaman selesai, bukan saat data diambil. Analisis dilakukan kemudian untuk menghitung variabilitas detak jantung berdasarkan interval antar detak, menjadikannya pengukuran yang bersifat tidak langsung dan tidak terjadi secara *real-time* serta ketidakakuratan ini dapat berdampak serius pada pemahaman kondisi detak jantung seseorang [7]. Masalah utama yang timbul dari ketidakakuratan ini adalah ketidakmampuan pengguna untuk memantau kondisi detak jantung mereka dengan tepat. Pengguna mungkin mendapatkan hasil yang tidak sesuai dengan kenyataan, yang dapat mengaburkan pemahaman tentang kesehatan jantung mereka. Sebagai contoh, ketika Perangkat *wearable* konvensional telah diteliti untuk mengevaluasi akurasi dalam membaca detak jantung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat tersebut mampu memberikan pembacaan yang cukup akurat, namun tidak selalu sempurna, terutama dalam kondisi tertentu seperti fibrilasi atrium [8].

Tantangan lain adalah dalam mengembangkan teknologi yang mampu memberikan pembacaan HRV yang *real-time* dan akurat. Ini melibatkan pengoptimalan sensor, algoritma pemrosesan data, dan infrastruktur teknis yang mendukung transmisi data secara langsung. Teknologi yang dapat memberikan pemantauan detak jantung yang lebih andal dan *real-time* akan memiliki dampak besar dalam pemantauan kesehatan pribadi dan penanganan masalah jantung.

Dan juga, permasalahan yang terjadi adalah **data tidak tersedia dalam bentuk mentah untuk kebutuhan klasifikasi**. Masalah ketidaktersediaan data mentah untuk kebutuhan klasifikasi adalah hal yang signifikan dalam analisis detak jantung. Data mentah adalah informasi asli yang diperoleh dari perangkat pengukur detak jantung sebelum melalui proses pemrosesan atau penyaringan. Dalam konteks

kesehatan, data mentah seringkali penting untuk analisis yang lebih mendalam, pemantauan jangka panjang, dan diagnosis yang akurat. Ketika data detak jantung tidak tersedia dalam bentuk mentah, pengguna atau profesional medis mungkin kehilangan fleksibilitas dalam menganalisis data tersebut sesuai dengan kebutuhan spesifik.

Tabel 1. 1 Perbandingan alat

Fitur	Smartwatch Konvensional	Alat EKG
Fungsi Detak Jantung	Monitor Detak Jantung	Merekam aktivitas listrik jantung
Teknologi Pemantauan	Moderat, cukup untuk pemantauan sehari-hari	Sangat tinggi, standar klinis
<i>Heart Rate Variability</i> (HRV)	Bisa memonitor HRV, tanpa detail klinis	Mengukur HRV secara detail
Real-time Monitoring	Ya	Tidak (kebanyakan alat EKG hanya untuk diagnosis sesaat)
Deteksi Aritmia	Tidak mendeteksi aritmia	Dapat mendeteksi aritmia secara akurat
Portabilitas	Tinggi (mudah dipakai sehari-hari)	Rendah (umumnya perangkat klinis besar)
Ketersediaan Data Medis	Data terbatas (Umumnya BPM)	Data Lengkap, secara medis

Pada tabel 1.1 Smartwatch konvensional menawarkan pemantauan detak jantung secara real-time dan, dalam beberapa model, dapat mengukur Heart Rate Variability (HRV). Meskipun fungsional dan terjangkau, akurasi smartwatch seringkali lebih rendah dan tidak mampu mendeteksi aritmia dengan detail, menjadikannya lebih cocok untuk pemantauan kesehatan sehari-hari yang tidak memerlukan data diagnostik mendalam [9] .

Di sisi lain, EKG adalah alat medis yang memberikan data yang sangat akurat tentang aktivitas listrik jantung dan dapat mendeteksi aritmia dengan presisi tinggi. Namun, EKG umumnya digunakan di lingkungan klinis, harganya lebih mahal, dan memerlukan tenaga medis untuk interpretasi hasilnya. Ini membuat EKG kurang praktis untuk pemantauan rutin sehari-hari [10].

Menyadari kebutuhan akan alat yang dapat menggabungkan kelebihan dari kedua teknologi ini, diciptakanlah sebuah perangkat yang mampu memantau HRV secara langsung dengan akurasi tinggi dan kompatibilitas yang memudahkan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Alat ini dirancang untuk memberikan pemantauan kesehatan yang lebih mendetail dan akurat tanpa memerlukan kunjungan klinis atau biaya yang tinggi, menjadikannya solusi ideal untuk pengguna yang membutuhkan informasi kesehatan yang lebih baik dan praktis dalam aktivitas sehari-hari.

Dalam upaya untuk mengatasi masalah ketidakakuratan data detak jantung dan kurangnya data mentah untuk analisis telah menghasilkan solusi. Namun, masalahnya adalah solusi-solusi ini masih memiliki kendala seperti harga tinggi dan ketersediaan perangkat yang cocok untuk digunakan sehari-hari. Salah satu solusi adalah mengembangkan teknologi *wearable*, seperti gelang pintar atau sensor yang nyaman dipakai sehari-hari. Namun, tantangan utamanya adalah menghasilkan perangkat *wearable* yang akurat dalam pengukuran detak jantung tetapi tetap terjangkau. Harga perangkat ini dipengaruhi oleh teknologi sensor, proses produksi, dan kualitas umumnya. Perangkat berkualitas tinggi seringkali lebih mahal, yang bisa menjadi hambatan aksesibilitas. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan inovasi dan peningkatan teknologi sensor agar perangkat yang akurat dan terjangkau dalam pemantauan detak jantung dapat lebih mudah diakses oleh masyarakat. Hal ini akan mendukung upaya pencegahan, manajemen, dan diagnosis penyakit jantung yang lebih efisien dan dapat diakses oleh lebih banyak orang.

1.2 Informasi Pendukung

Penyakit tidak menular (PTM) menyebabkan kematian 41 juta orang per tahun, atau sekitar 74% dari total kematian global. Lebih dari 15 juta orang berusia antara 30 hingga 69 tahun meninggal setiap tahun akibat PTM, dengan 85% dari kematian dini ini terjadi di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah. Penyakit kardiovaskular menjadi penyebab utama kematian akibat PTM, menelan korban sekitar 17,9 juta jiwa per tahun [11]. Menurut hasil Riskesdas 2018 di Indonesia, prevalensi Penyakit Jantung berdasarkan diagnosis dokter sekitar 1,5%, dengan provinsi Kalimantan Utara, DIY, dan Gorontalo memiliki prevalensi tertinggi sekitar 2%, sedangkan delapan provinsi lainnya juga memiliki tingkat prevalensi yang lebih tinggi daripada rata-rata nasional. Prevalensi ini juga lebih tinggi pada perempuan (1,6%) dibandingkan laki-laki (1,3%), dan penderita Penyakit Jantung tertinggi ditemukan di kalangan aparat pemerintahan dengan prevalensi 2,7% [1]. Data dari Sample Registration System (SRS) tahun 2014 menunjukkan bahwa Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah merupakan penyebab kematian tertinggi kedua di Indonesia, menyumbang sekitar 12,9% dari total penyebab kematian tertinggi [12].

Selain itu, data BPJS juga mencatat peningkatan biaya kesehatan untuk Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah dari tahun ke tahun, yang mencapai 9,3 Triliun Rupiah pada tahun 2018 [13]. Hal ini menggambarkan beban signifikan bagi negara dalam penanganan Penyakit Jantung, yang sebenarnya dapat dikelola melalui kontrol faktor risiko.

1.3 Constraint

Tabel 1. 2 Constraint

No	Aspek	Penjelasan terkait aspek
1	Ekonomi	Banyak perusahaan teknologi telah mengembangkan smartwatch yang mampu membaca detak jantung. Namun, sejauh ini belum ada smartwatch yang dapat mengklasifikasikan detak jantung, karena produk smartwatch konvensional hanya berfungsi untuk memonitor detak jantung saja. Jika kita melihat harga smartwatch konvensional yang belum dilengkapi fitur klasifikasi detak jantung, harganya bisa mencapai jutaan rupiah. Oleh karena itu, diharapkan muncul produk yang memiliki kemampuan serupa atau yang mendekati, yaitu dengan sistem klasifikasi detak jantung, namun dengan harga yang lebih terjangkau.
2	Manufakturabilitas	Solusi untuk beberapa masalah yang telah dijelaskan adalah melalui penggunaan sistem pemantauan detak jantung. Fitur-fitur yang ada pada perangkat pemantauan detak jantung ini dapat diimplementasikan dengan menggunakan komponen-komponen yang mudah ditemukan dan memiliki harga yang terjangkau, yang banyak tersedia di pasaran.
3	Keberlanjutan	Alat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pasar dengan baik serta dapat dikembangkan dengan menambah fitur-fitur tambahan untuk meningkatkan nilai guna alat ini. Selain pengembangan fitur, aspek ramah lingkungan dan ekonomis juga harus di kembangkan agar alat ini bisa digunakan di semua lapisan masyarakat.

4	Kesehatan	Saat ini, banyak jam tangan dilengkapi dengan berbagai fitur pemantauan detak jantung, namun belum ada jam tangan yang mampu melakukan klasifikasi detak jantung. Kehadiran fitur ini akan memberikan pengguna pemahaman yang lebih mendalam tentang jenis aritmia atau ketidaknormalan detak jantung yang mereka alami selama beraktivitas. Adanya kemungkinan bahwa beberapa orang mengalami detak jantung yang tidak teratur atau aritmia tanpa menyadarinya, sehingga alat pembaca detak jantung yang mampu mengklasifikasikan pola ini akan memberikan manfaat yang signifikan. Diharapkan alat pembaca detak jantung yang akan dibuat dapat mengklasifikasikan aritmia akan menjadi lebih umum di masa depan, membantu individu mengelola dan memahami kesehatan jantung mereka dengan lebih baik.
---	-----------	--

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, monitoring detak jantung dengan metode *Heart Rate Variability* (HRV) harus memenuhi kebutuhan pengguna dan dapat diimplementasikan pada alat yang akan dibuat. Penyusunan kebutuhan yang harus dipenuhi mengikuti langkah-langkah yang sudah ditentukan, mulai dari pembuatan *mission statement*, interpretasi kebutuhan pengguna melalui wawancara, pengelompokan, dan penyusunan prioritas kebutuhan. Berikut adalah kebutuhan yang harus dipenuhi:

1. Produk ini mampu memantau detak jantung pengguna, sehingga dapat menampilkan kondisi detak jantung pengguna saat beraktivitas.
2. Produk ini mampu mengklasifikasikan data yang dibaca oleh produk, yang berupa data dari sensor denyut jantung.
3. Produk ini *compact* untuk pengguna.
4. Produk ini memberikan notifikasi terhadap pengguna agar pengguna dapat mengetahui kondisi detak jantung pengguna.
5. Produk ini mampu me-monitoring HRV dan notifikasi secara realtime dengan delay yang sangat minimum.

1.5 Tujuan

Tujuan dari alat pembaca detak jantung adalah mampu melakukan klasifikasi dan memberikan notifikasi detak jantung yang tidak normal memiliki potensi besar untuk membantu dalam mendeteksi dini

masalah jantung dan memberikan peringatan dini kepada pengguna. Ini juga dapat digunakan untuk pemantauan kesehatan jangka panjang, terutama bagi individu dengan riwayat penyakit jantung atau risiko yang lebih tinggi.