

RANCANG BANGUN APLIKASI MONITORING JANTUNG UNTUK KONDISI ARITMIA BERBASIS ANDROID

Paulus Lucky Tirma Irawan¹⁾, Bryan Asa Kristian²⁾, Windra Swastika³⁾

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Ma Chung
Villa Puncak Tidar N-01 Tidar, Malang

¹⁾*paulus.lucky@machung.ac.id*

²⁾*311210007@student.machung.ac.id*

³⁾*windra.swastika@email.ac.id*

Abstrak

Hingga saat ini penyakit jantung adalah salah satu penyakit yang sangat berbahaya. Hal ini dikarenakan kejadiannya sangat sulit untuk diprediksi. Meski begitu terdapat beberapa variabel yang dapat dijadikan acuan untuk mengetahui kapan seseorang dikatakan memiliki potensi yang tinggi untuk mengalami serangan jantung. Penyakit jantung bisa dideteksi lebih awal dengan mengetahui gangguan irama jantung (*aritmia*) yang terjadi. Aritmia merupakan kelainan elektrofisiologi jantung yang dapat disebabkan oleh gangguan sistem konduksi jantung serta gangguan pembentukan dan penghantar impuls. Contoh dari aritmia ini adalah Atrial fibrilasi. Atrial fibrilasi terjadi karena sinyal-sinyal listrik tidak terorganisir dalam atrium dan ventrikel yang menyebabkan detak jantung sangat cepat, lambat dan tidak teratur. Di dalam dunia medis sendiri terdapat teorema waktu kritis yang lebih dikenal dengan *Golden Period*. Istilah tersebut menandakan waktu kritis maksimal penanganan pasien sebelum terjadi kerusakan permanen dan kematian. Berdasarkan teori ini, kemungkinan penderita selamat dari serangan jantung mendekati nol bila ditangani setelah 10 menit sejak serangan jantung pertama terjadi. Dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah sistem pemantauan berkelanjutan terhadap tanda vital tubuh yang terintegrasi dengan perangkat komunikasi cerdas. Sistem ini dapat menjadi alat pengawas detak jantung secara otomatis dan realtime, sehingga mampu menghindarkan penggunaannya dari resiko serangan jantung, dan meningkatkan kewaspadaan akan kondisi jantung. Aplikasi ini akan menggunakan *smartband* sebagai pembaca detak jantung, serta menggunakan teknologi *Location Based Service* yang berfungsi sebagai penentu lokasi. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan seluruh fitur utama termasuk fitur darurat yang berfungsi untuk mengirimkan notifikasi kepada *whitelist contact* apabila pengguna dalam kondisi aritmia telah bekerja sesuai spesifikasi.

Kata Kunci: Aritmia, Jantung, Monitoring, Notifikasi, Vital.

Heart disease has historically been one of the most serious illnesses. This is due to how challenging it is to foresee the event. However, there are a number of factors that can be used as a guide to determine whether someone is stated to have a high risk of having a heart attack. By being aware of the cardiac rhythm irregularities (arrhythmias) that take place, heart illness can be identified early. An electrical condition of the heart called arrhythmia can be brought on by problems with the conduction system of the heart as well as issues with the generation and transmission of impulses. The arrhythmia atrial fibrillation is one example of this type. Disorganized electrical signals in the atria and ventricles cause atrial fibrillation, which results in extremely fast, slow, and irregular heartbeats. In this study, an intelligent communication device-integrated continuous monitoring system for the body's vital signs will be created. To reduce the risk of heart attacks and raise awareness of heart diseases, this system can function as an automatic, real-time heart rate monitoring device. This application will employ location-based service technologies to determine location and use the smartband as a heart rate monitor. According to the testing that have been done, all the primary features, including the emergency feature that alerts the whitelist contact if the user has an arrhythmia, have performed as intended.

Keywords: Arrhythmias, Heart, Monitoring, Notification, Vital.

1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi seperti yang dirasakan saat ini terdapat berbagai cara di dalam menyampaikan informasi, seperti telepon, email, SMS dan lain sebagainya. Dengan adanya perkembangan Internet bermunculan aplikasi yang dapat diakses menggunakan perangkat mobile untuk menyampaikan informasi melalui aplikasi pesan instan seperti WhatsApp, Blackberry Messenger, LINE dan masih banyak lagi. Ketika seseorang

membutuhkan pertolongan dimana pada saat tersebut tidak sedang bersamaan dengan orang lain, maka orang tersebut biasanya melakukan panggilan telepon atau menggunakan aplikasi pesan instan. Pada tingkat urgensi yang sangat tinggi dimana seseorang tidak dapat menekan nomor telepon atau bahkan mengetik pesan, maka orang tersebut kemungkinan besar tidak bisa mendapatkan pertolongan dari orang lain, sehingga pada kondisi

tersebut dapat menyebabkan hal-hal yang tidak diinginkan.

Banyak penderita penyakit jantung yang tidak mendeteksi terjadinya serangan jantung berulang sebab tidak merasakan gejala-gejala umumnya seperti nyeri dada, napas yang pendek dan keringat dingin. Menurut WHO, pada tahun 2012, terdapat sekitar 7,4 juta orang di seluruh dunia meninggal karena penyakit jantung. Menurut Huikuri dkk. (2013) terdapat korelasi yang kuat antara gangguan irama jantung (*aritmia*) dengan serangan jantung yang terjadi pada tubuh manusia. Aritmia merupakan kelainan elektrofisiologi jantung yang dapat disebabkan oleh gangguan sistem konduksi jantung serta gangguan pembentukan dan penghantar impuls. Contoh dari aritmia adalah Atrial fibrilasi. Atrial fibrilasi ini terjadi karena sinyal-sinyal listrik tidak terorganisir dalam atrium dan ventrikel yang menyebabkan detak jantung sangat cepat, lambat dan tidak teratur (Andika, G.A., Sukohar, dkk., 2021). Di dalam dunia medis sendiri terdapat teorema waktu kritis yang lebih dikenal dengan *Golden Period*. Istilah tersebut menandakan waktu kritis maksimal penanganan pasien sebelum terjadi kerusakan permanen dan kematian. Berdasarkan teori ini, kemungkinan penderita selamat dari serangan jantung mendekati nol bila ditangani setelah 10 menit sejak serangan jantung pertama terjadi.

Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem pemantauan berkelanjutan terhadap tanda vital tubuh yang terintegrasi dengan perangkat komunikasi cerdas. Sistem ini harus dapat menjadi alat pengawas detak jantung secara otomatis dan *realtime*, sehingga diharapkan mampu menghindarkan penggunaannya dari resiko serangan jantung, dan meningkatkan kewaspadaan akan kondisi jantung penggunaannya.

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menerapkan konsep *internet of things* (IoT) sementara belum ada yang memanfaatkan produk smartband dan smartwatch yang telah menambahkan sensor *Photoplethysmography* pada produknya. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2017) dengan topik Aplikasi Rancangan Alat Pendeteksi Detak Jantung Manusia Menggunakan AVR 16 Berbasis Global System For Mobile Communication belum dapat memaksimalkan beberapa fitur penting seperti *multi user monitoring*, *online recording*, dan *realtime alerting*. Penelitian tersebut masih terbatas pada metode untuk mendapatkan input dari sensor yang ada. Aplikasi yang dirancang hanya akan membaca data detak jantung dari pasien dan mengirimkan data tersebut kepada dokter melalui sms. Penelitian oleh (Lukman, MP. & Surasa, H., 2017) telah berhasil mengembangkan aplikasi monitoring kesehatan namun parameter yang digunakan sebagai variabel penelitian adalah frekuensi nafas dan suhu tubuh

pasien. Data-data ini dapatkan menggunakan dari perangkat mikrokontroler.

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dipaparkan, maka pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah aplikasi berbasis perangkat bergerak menggunakan *smartband* sebagai pembaca detak jantung. Aplikasi yang dirancang akan memiliki fitur *multi user monitoring* melalui personalisasi akun pengguna, *online recording* yang akan menyimpan data detak jantung pasien secara *realtime* di cloud, serta fitur *realtime alerting* yang akan secara otomatis mengirimkan notifikasi darurat kepada *whitelist contact* pengguna. Aplikasi ini akan melakukan analisa terhadap kondisi aritmia pengguna.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Jantung

Sistem kardiovaskular dapat dianggap sebagai sistem transportasi tubuh, sistem ini memiliki tiga komponen utama yaitu jantung, pembuluh darah dan darah itu sendiri. Jantung berperan sebagai alat pemompa, pembuluh darah akan berfungsi sebagai rute pengiriman, sementara darah akan dianggap sebagai media cairan yang mengandung oksigen dan nutrisi yang dibutuhkan tubuh dan membawa limbah yang perlu dibuang dari dalam tubuh.

Jantung adalah organ pada tubuh manusia yang paling vital dan berfungsi utama sebagai pemompa darah ke seluruh bagian tubuh. Jika kinerja jantung tidak maksimal maka akan berdampak buruk bagi kesehatan hingga mengakibatkan kematian. Semasa hidup organ jantung adalah salah satu organ yang tidak pernah berhenti bekerja. Jumlah detakan jantung setiap orang berbeda-beda antara satu dengan lainnya Orang dewasa umumnya memiliki detak jantung dengan frekuensi 60 sampai dengan 100 denyut per menitnya. Namun hal tersebut bisa berubah sesuai dengan usia, ukuran tubuh, kondisi jantung, aktivitas seseorang, penggunaan obat tertentu, dan bahkan suhu udara. (Pearce, E.C., 2016)

Perubahan denyut jantung yang tidak normal sering dialami oleh penderita penyakit jantung yang mana variabel ketidaknormalannya terjadi saat bradikardi (denyut jantung kurang dari 60 kali per menit) dan takikardi (denyut jantung lebih dari 100 kali per menit).

2.2. Aritmia

Aritmia merupakan komplikasi yang sering terjadi pada infark miokardium. Gangguan irama jantung tidak hanya terbatas pada iregularitas denyut jantung tapi juga termasuk gangguan kecepatan denyut dan konduksi. Komplikasi terjadi jika aritmia membuat jantung tidak mampu memompa darah secara efektif. Jika aritmia tidak segera ditangani atau tidak mendapat penanganan yang tepat, maka dalam jangka panjang pasien bisa mengalami gagal

jantung, stroke, bahkan bisa berujung kematian (Yuniadi, 2017)

Aritmia terbagi dua bagian yaitu:

- a. Sinus Bradikardi
Sinus bradikardi adalah irama sinus yang lambat dengan kecepatan kurang dari 60 denyut/menit.
- b. Sinus Takikardi
Sinus Takikardi adalah irama sinus yang lebih cepat dari 100 denyut/menit, dan biasanya tidak lebih dari 170 denyut/menit.

2.3. SmartBand

Smartband adalah alat pemantau kesehatan atau *fitness tracker* berbentuk gelang. Perangkat ini memiliki beberapa fitur yang berguna untuk melakukan pemantauan kesehatan, seperti sensor detak jantung yang berguna untuk mengetahui berapa cepat detak jantung pengguna dalam rentang satu menit (*bpm / beat per minute*), serta terdapat pedometer untuk menghitung langkah kaki dari pengguna. Jenis sensor yang digunakan dalam pembacaan detak jantung yang digunakan pada perangkat ini adalah *Photoplethysmography* (PPG).

Dalam pemakaiannya pengguna diharuskan untuk menghubungkannya dengan perangkat *smartphone* terlebih dahulu. Pengguna juga diharuskan menginstall aplikasi tambahan yang berfungsi sebagai *gateway*, sehingga data yang didapatkan dari perangkat ini dapat dilihat dengan lebih terperinci. Koneksi nirkabel yang digunakan pada perangkat ini adalah koneksi bluetooth versi 4.0.

Dibalik semua kelebihan dan kepraktisan yang ditawarkan, terdapat beberapa keterbatasan dari fungsionalitas *smartband* ini. Diantaranya adalah rentang pengambilan data detak jantung yang cukup lama. Jeda waktu yang dibutuhkan untuk satu kali pengambilan data kurang lebih 30 detik. Hal ini dikarenakan adanya proses kalibrasi yang dilakukan sensor detak jantung.

2.4. Sensor Plethysmography

Plethysmography menerapkan suatu teknik untuk mendeteksi/mengukur perubahan volume di dalam suatu organ, biasanya merupakan hasil fluktuasi darah atau udara yang terkandung di dalamnya (Jaya, I. dan Wisma, W., 2017). Salah satu metode *plethysmography* yang umum digunakan adalah *Photoplethysmography* (PPG). PPG merupakan salah satu metode *plethysmography* berbasis pengukuran intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Pada metode PPG umumnya digunakan *Light-Emitting Diode* (LED) sebagai sumber cahaya dan *Photodetector* (PD) sebagai sensor yang mengukur perubahan intensitas cahaya. Selain mengukur perubahan volume di dalam suatu organ, PPG juga dapat digunakan untuk mengukur frekuensi detak jantung per menit (*beat per minute/BPM*) karena sinyal yang diterima sensor

(PD) akan seirama dengan sinyal detak jantung (Gunasekaran, 2013).

2.5. Push Notification

Push Notification adalah pesan komunikasi yang dikirim sebuah aplikasi ke setiap perangkat seluler. Fitur ini memungkinkan aplikasi untuk menjangkau penggunaannya melalui pesan singkat. *Push Notification* dapat menjadi salah satu cara untuk mengingatkan pengguna atas informasi yang mereka pilih dari aplikasi dan layanan yang digunakan.

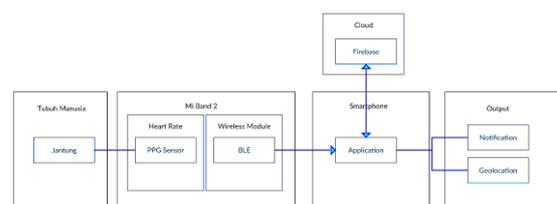
Terdapat tiga pemberitahuan dasar yaitu *transactional*, *system*, dan *user notifications*.

1. Pemberitahuan *transactional*. Pemberitahuan ini bersifat informatif dan sering digunakan untuk memberi tahu pengguna bahwa sebuah peristiwa telah terjadi.
2. Pemberitahuan *system*. Pemberitahuan ini lebih berkaitan dengan notifikasi pembaruan sistem, aplikasi atau perangkat tertentu.
3. Pemberitahuan *user*. Pemberitahuan ini digunakan untuk menyampaikan informasi yang berkenaan dengan personalisasi pengguna.

3. Desain Sistem

3.1. Diagram Blok Sistem

Sistem aplikasi ini bekerja dengan memanfaatkan perangkat *smartband* yang terkoneksi dengan perangkat *smartphone* menggunakan bluetooth. Gambar 1 menjelaskan cara kerja sistem secara menyeluruh. Pada gambar dapat diketahui bagaimana sensor PPG yang terdapat pada *smartband* bekerja untuk melakukan pembacaan detak jantung. Setiap kali data detak jantung didapatkan maka data detak jantung tersebut akan dianalisa oleh aplikasi untuk menentukan kondisi jantung penggunaannya. Jika hasil analisa data detak jantung melebihi atau kurang dari ambang batas yang telah ditentukan maka aplikasi akan mengirimkan notifikasi darurat. Data *monitoring* detak jantung ini juga akan tersimpan di cloud sebagai log.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

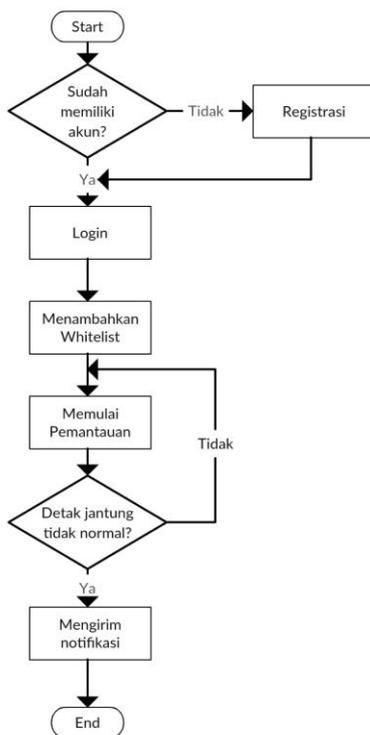
3.2. Userflow Aplikasi

Gambar 2 menjelaskan userflow penggunaan aplikasi. Pengguna diharuskan untuk melakukan registrasi terlebih dahulu untuk personalisasi akun pengguna. Setelah melakukan proses otentikasi, pengguna dapat menambahkan data *whitelist*

contact. Data ini biasanya berupa anggota keluarga atau orang-orang yang dianggap memiliki hubungan dekat dengan pengguna. Data-data ini akan digunakan sebagai target pengiriman notifikasi darurat oleh aplikasi.

Pada saat proses pemantauan, aplikasi akan membaca dan menganalisa data detak jantung secara berkelanjutan. Proses analisa dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata detak jantung pengguna terhadap sejumlah data berurutan dalam rentang waktu tertentu. Nilai rata-rata ini kemudian akan dibandingkan nilai acuan yang digunakan (60 – 100 bpm). Jika nilai rata-rata yang didapat diluar batas nilai yang sudah ditentukan maka kondisi tersebut akan dimasukkan ke dalam kondisi jantung tidak normal dan sebaliknya jika berada dalam rentang nilai tersebut. Jika dalam prosesnya ditemukan indikasi detak jantung tidak normal, maka hal tersebut akan memicu aplikasi untuk mengirim notifikasi darurat. Informasi kondisi pasien termasuk lokasi pasien diharapkan dapat menjadi upaya pertolongan pertama terhadap pengguna yang terindikasi memiliki potensi terkena serangan jantung.

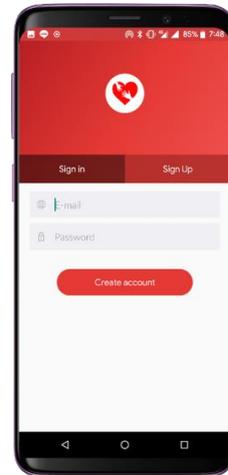
Secara garis besar aplikasi yang dikembangkan akan membutuhkan input berupa data detak jantung, data pengguna, *whitelist*, dan lokasi terakhir pengguna. Dalam penggunaannya, aplikasi ini membutuhkan koneksi bluetooth dan koneksi jaringan Internet yang mumpuni sehingga seluruh fitur aplikasi dapat bekerja dengan baik.



Gambar 2. Userflow Aplikasi

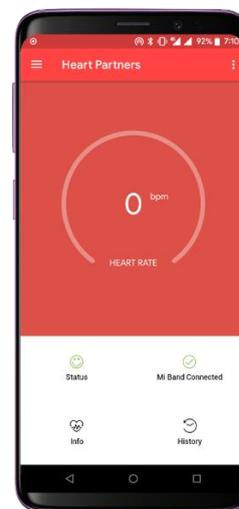
3.3. Hasil Aplikasi

Aplikasi yang telah dikembangkan terbagi ke dalam beberapa laman fitur, dimulai dari laman utama yang merupakan laman awal aplikasi. Di sini pengguna dapat melakukan akses terhadap fitur registrasi dan login sebelum mulai menjalankan fitur *monitoring* jantung.



Gambar 3. Laman Awal Aplikasi

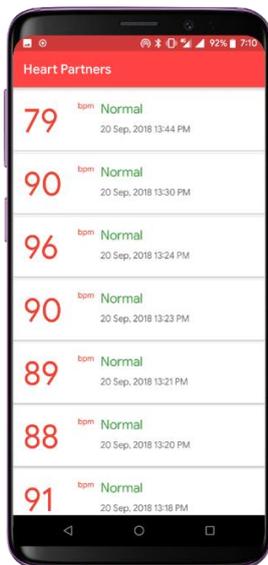
Setelah login, pengguna dapat menjalankan fitur *monitoring* jantung (Gambar 4) setelah melakukan sinkronisasi perangkat *smartband* dan perangkat *smartphone* terlebih dahulu. Pada laman utama ini, pengguna juga dapat melihat log data detak jantung yang telah terekam secara berkelanjutan. Pengguna juga dapat melihat representasi visual dalam bentuk grafik terhadap data detak jantung yang sudah terekam di *cloud*.



Gambar 4. Laman Utama Aplikasi

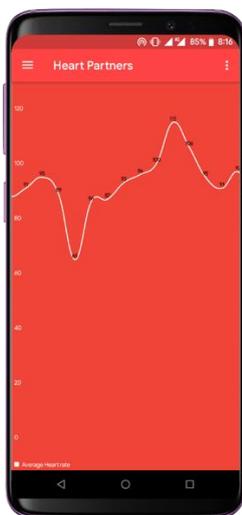
Log data detak jantung (Gambar 5) yang berhasil didapatkan dapat dilihat datanya di laman fitur history. Pada data log tersebut juga disertakan hasil analisis perangkat terhadap kondisi aritmia setelah dilakukan analisis oleh aplikasi yang dibuat.

Keseluruhan data diambil dalam satuan bpm dan juga sudah disertakan dengan informasi waktu pengambilan datanya. Log data ini dapat digunakan sebagai opsi pengganti data rekam medis yang analisisnya akan dilakukan oleh pakar jantung.



Gambar 5. Laman History

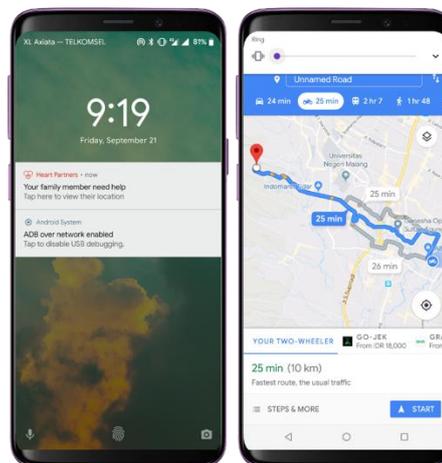
Representasi visual dari data log ini dapat diakses pengguna melalui fitur grafik (Gambar 6). Visualisasi kondisi jantung pengguna dalam bentuk grafik dapat digunakan untuk memudahkan pakar menganalisis kondisi pengguna dengan lebih cepat dan informatif dibanding dalam format log sebelumnya.



Gambar 6. Laman Grafik

Fitur notifikasi akan berjalan sebagai *background service* dan akan mengirimkan notifikasi kepada seluruh *whitelist contact* jika terdapat kondisi yang memicunya. Informasi utama yang dikirimkan berupa sinyal darurat yang menjelaskan kondisi pengguna serta *geolocation* dari pengguna saat kondisi tersebut terjadi. Fitur

push notification ini dikirimkan menggunakan *service* dari One Signal ke perangkat *smartphone* target. Representasi visual notifikasi aplikasi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Notifikasi Emergency

3.4. Pengujian Akurasi Detak jantung

Dalam pengujian akurasi data detak jantung, sudah dilakukan pengambilan data dari 10 partisipan dengan pengambilan sampel sebanyak 5 kali untuk setiap partisipan. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengukur nilai rata-rata dari perhitungan yang dihasilkan oleh sensor. Hasil perhitungan dari sensor kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual yang diambil dengan cara menghitung denyut nadi masing-masing partisipan. Perhitungan secara manual diambil sebagai tolak ukur untuk hasil penghitungan dari sensor agar dapat menentukan seberapa besar error yang dialami pada saat pembacaan detak jantung dengan sensor yang terdapat pada perangkat smartband yang digunakan.

TABEL 1. TABEL PENGUJIAN AKURASI DETAK JANTUNG

Partisi pan	JK	Usia	Data dari Smartband	Data Manual	Error %
1	L	25	91	94	3.1
2	L	45	84	84	0
3	P	24	65	67	2.9
...
10	P	37	92	89	3.3

Dari tabel 1 didapatkan nilai error terbesar 5% dan error terkecil 0% dimana rata-rata error dari pengujian sensor pada 10 partisipan ini adalah 2.2%. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 maka data sensor PPG pada *smartband* dapat digunakan sebagai data acuan detak jantung pengguna. Setelah melakukan pengujian akurasi, maka proses pengujian dilanjutkan untuk menilai kerja fitur monitoring detak jantung dan notifikasi aplikasi.

3.5. Pengujian Fitur Monitoring Detak jantung dan Notifikasi Aplikasi Pada Penderita Aritmia

Pengujian Fitur dilakukan pada 5 pasien dengan kondisi aritmia dengan pengambilan data sebanyak 5 kali. Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi saat pasien dalam keadaan beraktifitas jalan dan istirahat. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi detak jantung tertinggi dan terendah sehingga didapat hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 2 berikut. Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan aplikasi berhasil menganalisa kondisi aritmia dan mengirimkan notifikasi kepada *whitelist* sesuai dengan personalisasi yang sudah dilakukan pengguna di awal pemakaian. Dalam pengujian (pada pasien 2 dan 5) tidak terdeteksi takikardi karena data detak jantung yang didapatkan masih dalam batas normal.

TABEL 2. TABEL PENGUJIAN PASIEN ARITMIA

Pasien	Usia	Takikardi (Tertinggi)	Bradikardi (Terendah)	Deteksi Aritmia
1	29	172 bpm	52 bpm	Terdekteksi
2	35	-	44 bpm	Terdekteksi
3	39	137 bpm	48 bpm	Terdekteksi
4	40	144 bpm	48 bpm	Terdekteksi
5	49	-	55 bpm	Terdekteksi

3.6. Pengujian Akurasi Jarak

Salah satu informasi yang dikirimkan pada fitur notifikasi darurat adalah lokasi pasien. Data lokasi pasien ini kemudian menjadi data acuan yang sangat penting untuk mengirimkan bantuan ke lokasi pasien. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian akurasi untuk mendapatkan gambaran tingkat akurasi GPS yang terdapat pada *smartphone* untuk menunjang fungsi kerja aplikasi ini. Pengujian fitur ini dilakukan dengan dua perangkat *smartphone* berbeda yaitu Samsung Galaxy S6 dan Xiaomi Redmi 5 Plus. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai jarak yang didapatkan dari aplikasi Google Maps untuk kemudian dibandingkan dengan data yang didapatkan melalui perangkat *speedometer* yang ada pada sepeda motor. Pengujian pada tripmeter dilakukan dengan cara mengikuti rute yang telah ditentukan oleh Google Maps. Hasil pengujian akurasi ditunjukkan pada tabel 3 dan 4.

TABEL 3. TABEL PENGUJIAN SAMSUNG GALAXY S6

Lokasi	Jarak Google Map	Jarak di Perangkat	Selisih (KM)
1	9.3	8.5	1.3
2	2.8	2.5	0.3

Lokasi	Jarak Google Map	Jarak di Perangkat	Selisih (KM)
3	2	2.1	0.1
4	8.3	8.1	0.2

TABEL 4. TABEL PENGUJIAN SAMSUNG XIAOMI REDMI 5

Lokasi	Jarak Google Map	Jarak di Perangkat	Selisih (KM)
1	9.1	8.5	0.8
2	2.6	2.5	0.1
3	2	2.1	0.1
4	8.3	8.1	0.2

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah didapatkan, pengukuran terhadap akurasi jarak mendapatkan hasil yang tidak jauh berbeda antara kedua *smartphone*. Pada pengujian akurasi jarak didapatkan rata-rata selisih jarak 0.4 Km untuk Samsung Galaxy S6 dan 0.3 Km pada Xiaomi Redmi 5 Plus.

4. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh hasil pengujian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Data detak jantung yang didapatkan dari sensor PPG pada *smartband* dapat direkam dan dianalisa dengan baik. Fitur notifikasi darurat juga bekerja sesuai dengan indikasi yang didapatkan dari proses analisa berkelanjutan. Data lokasi pasien yang dikirimkan aplikasi memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dengan selisih jarak 300-400 meter dibandingkan dengan jarak sesungguhnya.

5. Daftar Pustaka

- [1] Andika, G.A., Sukohar, A. and Yonata, A., 2021. Tatalaksana Aritmia: Fibrilasi Atrial. *Medical Profession Journal of Lampung*, 11(3), pp.247-252.
- [2] Gunasekaran, V., 2013. Continuous non-invasive arterial blood pressure measurement using photoplethysmography (Doctoral dissertation, UC San Diego).
- [3] Jaya, I. and Wisma, W., 2017. Simulasi Alat Photoplethysmograph (PPG). *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(2).
- [4] Lukman, M.P. and Surasa, H., 2017. Mobile Application Sistem Monitoring Kondisi Pasien Serangan Jantung Berbasis Google Maps Dan Android. *KLIK-KUMPULAN JURNAL ILMU KOMPUTER*, 4(2), pp.146-159.
- [5] Hakim, L., 2017. Aplikasi Rancangan Alat Pendeteksi Detak Jantung Manusia Menggunakan Avr 16 Berbasis Global System for Mobile Communication. *Jurnal TIPS: Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Sekayu*, 6(1), pp.65-72.
- [6] Huikuri, H.V. and Stein, P.K., 2013. Heart rate variability in risk stratification of cardiac patients. *Progress in cardiovascular diseases*, 56(2), pp.153-159.
- [7] Pearce, E.C., 2016. *Anatomi dan fisiologi untuk paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama.

- [8] Yuniadi, Y., 2017. Mengatasi Aritmia, Mencegah Kematian Mendadak. *eJournal Kedokteran Indonesia*, 5(3), pp.46-139.