

Rancang Bangun Aplikasi Pemantauan Detak Jantung dan Pelacakan Lokasi bagi Penderita Lemah Jantung Berbasis IoT dan Android

Somantri^{1*}, Anggun Fergina², Yosep Maulana³

^{1,2,3}Teknik Informaika, Universitas Nusa Putra, Jl. Raya Cibolang No.21, Cibolang Kaler, Kec. Cisaat, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat, Indonesia, 43152
e-mail: ¹somantri@nusaputra.ac.id, ²anggun.fergina@nusaputra.ac.id
³yosep.maulana_ti19@nusaputra.ac.id

Submitted Date: June 23rd, 2023

Reviewed Date: June 27th, 2023

Revised Date: June 28th, 2023

Accepted Date: June 30th, 2023

Abstract

Weak heart is a medical condition that reduces the heart's ability to heat blood throughout the body with optimal efficiency. People with weak heart need regular monitoring regarding their heart condition. Under normal conditions, they should measure the heart rate regularly otherwise a weak heart can lead to serious complications such as acute heart failure or arrhythmias. By using the application, people with heart failure can monitor early signs and symptoms that might indicate complications. The data collected by the application can assist in detecting early changes that are potentially harmful to the patient's health. In this study, the authors designed and developed an IoT and Android-based heart rate monitoring and location tracking system using the prototype method. The prototype method is used in the process of developing this system because it is capable of producing initial prototypes of tools and applications that can be used for testing and validating concepts before carrying out a full implementation. This system consists of two main components, the first is a component of hardware (hardware) and the second is a component of software (software). The hardware used is a pulse sensor that is connected to an Android device via a wireless connection. This sensor is able to detect the patient's heart rate in real-time and send it to the Android device for further processing. In addition, this system is also equipped with a GPS tracking module that allows traveling to the user's location accurately. Software developed using the App Inventor platform. This Android application has an easy-to-use user interface. This application can display real-time heart rate data in graphical form and provide notifications if a significant change is detected in the patient's heart rate. In addition, this application can also display the patient's location on an interactive map. The test results show that this system is capable of monitoring the patient's heart rate with high accuracy and sending data in real-time to an Android device. In addition, tracking the location of the patient's whereabouts was also successfully carried out with an adequate level of precision. This system provides great benefits in monitoring and treating patients with heart failure, enabling medical staff and the patient's family to take quick and appropriate action if there is a significant change in the patient's heart rate or if the patient is in an emergency situation

Keywords : Weak Heart; Heart Rate Monitoring; Location of Presence; Android, Prototype Method.

Abstrak

Lemah jantung adalah kondisi medis yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan jantung untuk memompa darah ke seluruh tubuh dengan efisiensi yang optimal. Penderita lemah jantung memerlukan pemantauan rutin terkait kondisi jantung mereka. Dalam kondisi normal, mereka harus mengukur detak jantung secara teratur selain itu lemah jantung dapat menyebabkan komplikasi serius seperti gagal jantung akut atau aritmia. Dengan menggunakan aplikasi, penderita lemah jantung dapat memantau tanda-tanda dan gejala awal yang mungkin mengindikasikan adanya komplikasi. Data yang dikumpulkan oleh aplikasi dapat membantu dalam mendeteksi dini perubahan yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan penderita.



Dalam penelitian ini, penulis merancang dan mengembangkan sebuah sistem pemantauan detak jantung dan pelacakan lokasi berbasis IoT dan Android menggunakan metode *prototype*. Metode *prototype* digunakan dalam proses pengembangan sistem ini karena mampu menghasilkan *prototype* alat dan aplikasi awal yang dapat digunakan untuk pengujian dan validasi konsep sebelum melakukan implementasi secara menyeluruh. Sistem ini terdiri atas dua komponen utama, yang pertama yaitu komponen dari perangkat keras (*hardware*) dan yang kedua merupakan komponen perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang digunakan adalah pulse sensor yang terhubung dengan perangkat Android melalui koneksi nirkabel. Sensor ini mampu mendeteksi denyut jantung pasien secara real-time dan mengirimkannya ke perangkat Android untuk diproses lebih lanjut. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan modul pelacak GPS yang memungkinkan penentuan lokasi keberadaan pengguna secara akurat. Perangkat lunak yang dikembangkan menggunakan platform App Inventor. Aplikasi Android ini memiliki antarmuka pengguna yang mudah digunakan. Aplikasi ini dapat menampilkan data detak jantung secara real-time dalam bentuk grafik dan memberikan notifikasi jika terdeteksi adanya perubahan signifikan pada detak jantung pasien. Selain itu, aplikasi ini juga dapat menampilkan lokasi keberadaan pasien dalam peta interaktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memonitor detak jantung pasien dengan akurasi yang tinggi dan mengirimkan data secara real-time ke perangkat Android. Selain itu, pelacakan lokasi keberadaan pasien juga berhasil dilakukan dengan tingkat presisi yang memadai. Sistem ini memberikan manfaat besar dalam pemantauan dan perawatan pasien lemah jantung, memungkinkan petugas medis dan keluarga pasien untuk mengambil tindakan yang cepat dan tepat jika terjadi perubahan yang signifikan pada detak jantung pasien atau jika pasien berada dalam situasi darurat.

Keywords: Lemah Jantung; Monitoring Detak Jantung; Lokasi Keberadaan, Android, Metode *Prototype*.

1 Pendahuluan

Kesehatan merupakan aspek yang sangat berharga bagi kehidupan manusia, karena setiap individu rentan mengalami gangguan pada kesehatannya. Jantung, sebagai organ vital dalam tubuh manusia, memiliki peranan yang begitu penting untuk menjaga kesehatan seseorang. Jantung berfungsi sebagai pusat peredaran darah ke seluruh tubuh, sehingga kondisi jantung dapat menjadi indikator utama mengenai keadaan kesehatan seseorang (Muthmainnah et al., 2022).

Deteksi dan pemantauan detak jantung serta pelacakan lokasi merupakan hal yang krusial dalam pengelolaan kesehatan penderita lemah jantung. Penderita lemah jantung sering kali membutuhkan pemantauan secara terus-menerus untuk menghindari terjadinya kambuhnya penyakit lemah jantung secara tiba-tiba (Andika et al., 2020). Oleh karena itu, rancang bangun sebuah aplikasi yang mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan Android sangatlah penting guna meningkatkan kualitas pemantauan dan pelacakan bagi penderita lemah jantung.

Salah satu kondisi yang perlu mendapat perhatian adalah jantung lemah atau kardiomiopati dilatasi. Jantung Lemah disebabkan pada otot jantung mengalami penipisan, kekendoran, dan kelemahan hingga tidak kuat untuk memompa

darah dengan efektif ke seluruh tubuh. Hal ini berakibat pada penurunan suplai oksigen (O_2) dan nutrisi lain ke seluruh tubuh ketika kekuatan dan detak jantung melemah. Apabila tidak cepat ditangani, lemah jantung dapat mengakibatkan gagal jantung bahkan mengancam nyawa. Gejala lemah jantung baru akan terlihat dan dirasakan ketika kondisinya sudah parah. Beberapa gejala yang dapat muncul antara lain mudah lelah dan kelelahan saat beraktivitas, sering mengalami batuk dan sesak napas ketika berbaring, merasakan beban atau tekanan di dada, mengalami sesak napas, sering pingsan terutama setelah beraktivitas fisik, dan detak jantung yang cepat dan tidak beraturan meskipun sedang dalam kondisi istirahat (Junifer Pangaribuan & Tanjung, 2021).

Saat ini, pemantauan detak jantung dan pelacakan lokasi bagi penderita lemah jantung masih menghadapi beberapa kendala. Metode yang umum digunakan seperti penggunaan alat pemantau portabel memiliki keterbatasan dalam hal kemudahan akses data dan pelacakan lokasi yang akurat. Selain itu, pemantauan dilakukan secara manual dan seringkali hanya dilakukan dalam waktu terbatas, sehingga membatasi kemampuan untuk mendapatkan data secara kontinu dan real-time.

Salah satu tanda bahwa penyakit lemah jantung mungkin kambuh adalah detak jantung yang tiba-tiba berdebar dengan cepat, bahkan saat sedang tidak melakukan aktivitas yang berlebihan (Tarawan et al., 2020.) Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan kondisi detak jantung pada penderita lemah jantung. Sebagai langkah antisipasi, pemantauan detak jantung secara rutin perlu dilakukan agar gejala lemah jantung dapat ditangani dengan baik. Detak jantung yang dikategorikan normal bagi orang dewasa berkisar 60 sampai 100 kali per menit (Rozie & Trias Pontia, 2019).

Masalah yang dihadapi dalam sistem yang ada saat ini antara lain Keterbatasan akses data dan pelacakan lokasi yang akurat, Pemantauan yang dilakukan secara manual dan terbatas dalam waktu, Kurangnya integrasi teknologi yang dapat menghasilkan pemantauan yang kontinu dan real-time, Kurangnya efisiensi dan kemudahan penggunaan bagi penderita lemah jantung.

Disisi lain terdapat kendala di mana penderita lemah jantung dapat mengalami kekambuhan penyakit secara mendadak di manapun dan kapanpun, tetapi keluarga atau orang terdekat tidak mengetahui kejadian tersebut secara langsung maupun keberadaannya. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sebuah alat yang dapat memantau lokasi penderita lemah jantung dan mengecek respon detak jantungnya di mana pun dan kapan pun.

Dalam perkembangan zaman dan kemajuan IPTEK, terutama pada bidang elektronika, telah memungkinkan diciptakannya alat-alat elektronik yang berperan penting dalam bidang kesehatan. Salah satu peningkatan teknologi yang bisa dipergunakan pada pemantauan kesehatan jantung adalah *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT memungkinkan penggunaannya dalam bidang kesehatan, termasuk pemantauan kondisi jantung.

Untuk mengatasi masalah yang disebutkan sebelumnya, metode usulan yang diajukan adalah rancang bangun sebuah aplikasi yang memadukan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan Android. Aplikasi ini akan menggunakan sensor detak jantung yang terhubung dengan perangkat D1 Mini dan akan mentransmisikan data detak jantung secara langsung ke aplikasi di perangkat Android. Selain itu, aplikasi ini akan menggunakan teknologi pelacakan lokasi seperti GPS untuk memantau dan melacak lokasi penderita lemah

jantung secara *real-time*. Dengan demikian, pemantauan akan menjadi lebih efektif, akurat, dan dapat dilakukan secara kontinu.

Untuk rencana penerapan aplikasi ini yaitu pengembangan perangkat keras yang mencakup sensor detak jantung, perangkat D1 Mini, dan modul komunikasi nirkabel, pengembangan aplikasi berbasis android yang akan menerima dan memproses data detak jantung serta melacak lokasi penderita lemah jantung, integrasi perangkat keras dan aplikasi dalam satu sistem yang dapat berkomunikasi secara real-time, uji coba dan validasi sistem menggunakan sampel penderita lemah jantung, evaluasi dan penyempurnaan sistem berdasarkan hasil uji coba.

Dengan menerapkan sistem ini, diharapkan pemantauan detak jantung dan pelacakan lokasi bagi penderita lemah jantung akan menjadi lebih efisien, akurat, dan dapat dilakukan secara kontinu, sehingga meningkatkan pengelolaan kesehatan dan memberikan manfaat yang signifikan bagi penderita lemah jantung.

2 Penelitian Terkait

Terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan saat ini, terdapat penelitian terkait yang sudah dilakukan lebih dulu dan pada penelitian yang sedang dilakukan tentunya peneliti melakukan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya, adapun beberapa penelitian terkait yang sudah dilakukan diantaranya:

Studi yang dilakukan oleh Muhamad Ibnu Roushul tentang “Rancang Bangun Monitoring Detak Jantung Pada Atlet Olahraga Futsal Berbasis Web Server” di Jurnal Ilmu Komputer dan Science Volume 1, Number 7, Juli 2022 (Roushul, 2022), perencanaan sistem yang digunakan dalam penelitian tersebut menggunakan metode pengembangan sistem *waterfall*, dimana sistem digunakan diperuntukan untuk atlet Futsal. Sebaliknya, sistem yang saat ini dikembangkan dimaksudkan untuk digunakan oleh orang yang menderita lemah jantung.

Peneliti Fachrul Rozie dkk telah mengembangkan sebuah alat yang berbasis Android untuk melacak denyut nadi dan denyut jantung. Dalam penelitian ini, mereka melakukan inovasi dengan membuat alat ini terhubung ke smartphone Android dan menampilkan data denyut nadi dan denyut jantung secara realtime. Alat ini dapat dihubungkan ke smartphone Android dengan

Bluetooth (Rozie and Trias Pontia 2019). Hal ini berbeda dengan penelitian yang sedang dilakukan, di mana peneliti menggunakan koneksi jaringan internet sebagai penghubung antara alat dan sistem.

I Ketut Resika Arthana dkk telah mengembangkan sebuah alat untuk mendeteksi detak jantung dan sistem notifikasi melalui SMS. Dalam penelitian ini, sistem ini dapat mendeteksi detak jantung dan mengirimkan notifikasi melalui SMS kepada keluarga pasien. Dengan menggunakan sensor KY-039 yang dipasang pada ujung jari, mikrokontroler Arduino Nano mengolah data sensor untuk menghitung detak jantung dalam satuan BPM. (Ketut et al., 2018). Dalam penelitian yang sedang dilakukan saat ini, peneliti mengembangkan sistem notifikasi menggunakan aplikasi khusus berbasis android sebagai media untuk memantau detak jantung dan lokasi keberadaan pengguna sistem.

Haris Isyanto dan Irwan Jaenudin telah mengembangkan sebuah alat monitor yang menggunakan *platform* Arduino nirkabel untuk memantau suhu tubuh dan detak jantung pasien. Sebagaimana telah dibahas dalam penelitian sebelumnya, penelitian tentang penggunaan sistem jaringan sensor nirkabel untuk pemantauan kesehatan manusia terus berlanjut (Isyanto & Jaenudin, 2019)

Muhajirin dan Ashari telah membuat alat pengukur detak jantung yang menggunakan platform Arduino dan antarmuka PC. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sebuah alat yang akan memudahkan masyarakat umum dan ahli medis untuk memantau kondisi kesehatan individu, termasuk kondisi kesehatan mereka sendiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat Arduino, sensor pulse, dan aplikasi dengan antarmuka PC sebagai pengukur detak jantung manusia memiliki manfaat yang signifikan bagi para ahli medis dan masyarakat umum, dengan tingkat akurasi 92,36%. (Sanga F, T, 2019)

3 Metodologi

Dalam pembuatan penelitian ini tentunya penulis menggunakan beberapa metode dalam melakukan penelitian.

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan kualitatif, metode ini merupakan metode

pendekatan yang dipergunakan untuk memperoleh pemahaman tentang fenomena dalam proses berfikir induktif. Pada penelitian ini, peneliti langsung terlibat secara langsung pada situasi dan konteks yang sedang diteliti. Fokus peneliti selalu ditujukan pada realitas atau peristiwa yang terjadi dalam konteks yang sedang diteliti. Peneliti dalam penelitian kualitatif melaksanakan kegiatan penelitian dengan objektivitas terhadap realitas subjektif yang sedang diteliti. Dalam konteks ini, subjektivitas berlaku terhadap realitas yang sedang diteliti, yakni realitas tersebut dipahami dari sudut pandang mereka yang menjadi objek penelitian (Adlini et al., 2022).

3.2 Metode Pengumpulan Data

Penulis menggunakan berbagai metode untuk mengumpulkan data, di antaranya:

1) Wawancara

Pada fase ini, penulis melakukan wawancara dengan penderita lemah jantung dan keluarganya untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan yang mereka hadapi. Informasi ini menjadi dasar pertimbangan dalam proses pengembangan sistem. Dari hasil wawancara, ditemukan dua permasalahan utama yang menjadi fokus penelitian. Pertama, penderita lemah jantung menghadapi kesulitan dalam memantau detak jantungnya. Kedua, keluarga merasa khawatir jika penyakit lemah jantung kambuh secara tiba-tiba dan mereka tidak mengetahui lokasi penderita lemah jantung tersebut..

2) Observasi

Pada fase ini, penulis melakukan pengumpulan informasi melalui observasi terhadap penderita lemah jantung dan keluarganya. Hasil observasi menunjukkan bahwa penderita lemah jantung menghadapi keterbatasan dalam melakukan aktivitas di luar ruangan dan merasa terhambat oleh rasa takut terhadap kemungkinan terjadinya sesuatu yang tidak diinginkan yang bisa saja terjadi pada penderita lemah jantung tersebut. Hal ini tidak diketahui oleh keluarga, karena kondisi lemah jantung dapat kambuh secara tiba-tiba dengan detak jantung yang meningkat secara drastis

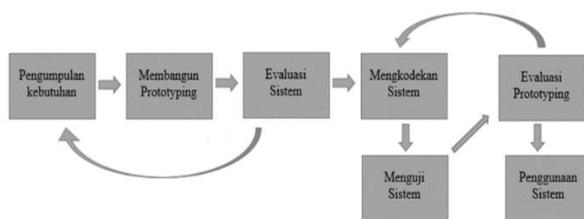
3) Studi Pustaka

Selain itu, penulis pun melalui proses studi pustaka dalam bagian dari proses pengembangan sistem. Melalui pencarian jurnal

dan sumber-sumber relevan, penulis memperoleh informasi yang berkenaan pada topik yang dibahas sebagai referensi dalam penulisan ini.

3.3 Metode Pengembangan Sistem

Penulis menggunakan metode prototyping dalam pengembangan sistem. *Prototyping* adalah suatu pendekatan siklus hidup sistem yang berfokus pada pembuatan model yang dapat berfungsi. Tujuan utamanya dari metode ini penulis mengembangkan model tersebut menjadi sistem final. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan sistem yang lebih cepat dibandingkan dengan metode tradisional, sehingga dapat mengurangi biaya yang diperlukan (Salman Farizi et al., 2022).



Gambar 1. Metode *Prototype*

Tahapan dalam pembuatan prototyping meliputi:

1) Pengumpulan kebutuhan

Pada tahap ini, pengembang dan pelanggan bekerja sama untuk menganalisis kebutuhan perangkat lunak secara keseluruhan, menganalisis semua kebutuhan dan membuat gambaran penelitian atau sistem yang akan dikembangkan.

2) Membangun *prototyping*

Perancangan sistem sementara yang berfokus pada penyampaian kepada pelanggan dilakukan selama proses prototyping. Salah satu contohnya yaitu menciptakan sistem input dan contoh output yang dapat digunakan untuk memberikan gambaran kepada pelanggan.

3) Evaluasi *prototyping*

Pada tahap evaluasi, pengguna terlibat dalam menilai kesesuaian prototyping dengan keinginan mereka. Jika prototyping telah sesuai, selanjutnya langkah berikutnya dapat diambil. Namun, jika terdapat ketidaksesuaian, prototyping akan diperbaiki dengan melakukan

pengulangan langkah-langkah sebelumnya, mulai dari langkah 1 hingga langkah ke-3.

4) Mengkodekan sistem

Prototyping yang sudah disetujui akan diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang digunakan pada tahap pengkodean sistem.

5) Menguji sistem

Sistem yang telah selesai dikembangkan menjadi perangkat yang siap digunakan, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba terlebih dahulu sebelum penggunaan yang sebenarnya.

6) Evaluasi Sistem

Dalam tahap ini, pelanggan akan melakukan evaluasi terhadap kesesuaian sistem yang telah selesai dengan harapan yang diinginkan. Jika sistem dinilai sudah sesuai, maka langkah berikutnya, yaitu langkah ke-7, dapat dilanjutkan. Namun, jika sistem belum sesuai, maka langkah-langkah 4 dan 5 akan diulang untuk melakukan perbaikan yang diperlukan.

7) Menggunakan sistem

Setelah melalui proses pengujian dan mendapatkan persetujuan dari pelanggan, perangkat atau sistem siap untuk digunakan.

3.4 Analisis Kebutuhan Perangkat

Pada tahap awal pengembangan sistem, penggunaan perangkat kebutuhan menjadi langkah penting dalam mengendalikan kemungkinan terjadinya kesalahan. Analisis teknologi dan elemen-elemen yang berkaitan dengan penggunaan sistem termasuk dalam bagian penelitian ini. Ini mencakup perancangan sistem, desain sistem, pembuatan aplikasi pendukung dan sensor, implementasi aplikasi pada sensor, dan evaluasi sistem (Maulana & Supardi 2022).

Pada proses analisis, disiapkan untuk kebutuhan secara fungsional dari sistem yang sedang dikembangkan, antara lain:

- Sistem harus mampu mengetahui detak jantung pengguna sistem.
- Sistem harus mampu mengetahui lokasi pengguna sistem.
- Sistem harus mampu memberikan notifikasi kepada orang yang ditugaskan memantau pengguna.

Selain itu, perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) dipilih berdasarkan

kebutuhan fungsional di atas. Peralatan yang diperlukan dijelaskan di sini, bersama dengan spesifikasinya.

3.4.1 Komponen Perangkat Keras

Berdasarkan kebutuhan fungsional yang telah disebutkan maka ditentukan peralatan yang nantinya diperlukan serta spesifikasinya yang dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 1. Kebutuhan Komponen Perangkat Keras

Kebutuhan Fungsional	Peralatan	Spesifikasi
Sistem bisa mendeteksi detak jantung	Sensor Detak Jantung	xd-58c Pulse Heart Rate Sensor
Sistem bisa mendeteksi lokasi pasien	Modul GPS	GY-GPSV3 NEO
Sistem dapat mengirim notifikasi terhadap pemantau	Mikrokontroler	Wemos D1 Mini

3.4.2 Komponen Perangkat Lunak

Analisis kebutuhan perangkat lunak telah menyimpulkan bahwa ada beberapa komponen perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai bagian dari pembuatan sistem. Tabel berikut berisi informasi lebih lanjut tentang komponen-komponen tersebut..

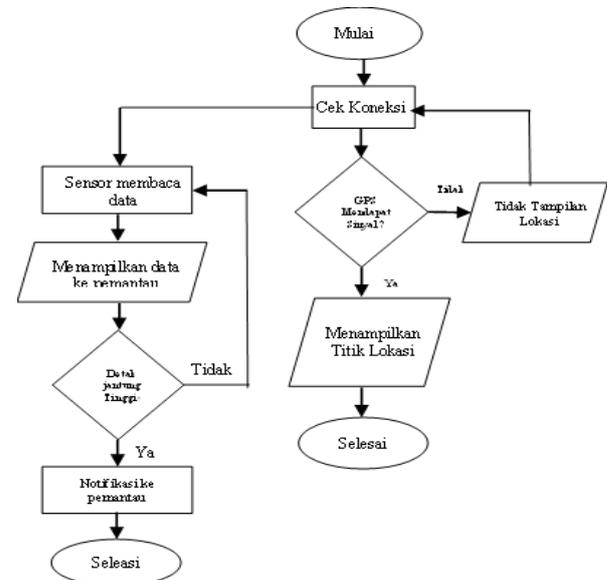
Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan	Software
Pembuatan Program Mikrokontroler	Arduino IDE
Pembuatan Aplikasi Android	App Inventor

3.5 Perancangan Sistem

Dalam proses perancangan alat *prototype*, dapat digambarkan mengenai sistem yang akan dibuat. Ketika alat dihidupkan, sistem perlu tersambung ke jaringan internet untuk mulai melakukan pengecekan pin atau pengkabelan. Pengecekan ini dilakukan guna memastikan komponen terhubung dengan benar pada pin yang sesuai. Setelah semua pengecekan berhasil, sensor

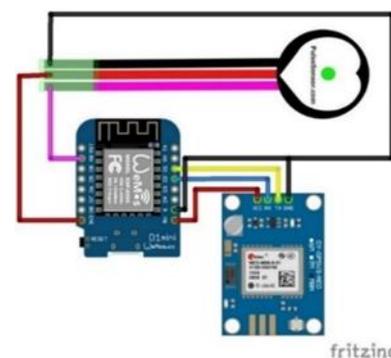
detak jantung dan GPS akan bekerja secara bersamaan untuk mengirimkan data



Gambar 2. Flowchart perancangan

3.5.1 Perancangan Perangkat Keras

Dalam sistem yang sedang dikembangkan oleh penulis, terdapat perancangan sistem yang melibatkan dua aspek, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Berikut ini adalah gambaran mengenai perancangan perangkat keras yang telah dirancang:



Gambar 3. Rancangan Perangkat Keras

Pada skema di Gambar 3 selanjutnya perangkat dibuat dan disusun agar bisa digunakan pada pergelangan tangan dengan tujuan dapat dipergunakan ketika beraktifitas seperti Gambar 4.



Gambar 4. Alat yang digunakan

3.5.2 Perancangan Perangkat Lunak

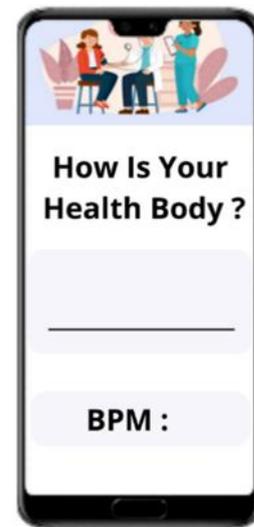
Pada tahap ini, digunakan software yaitu Arduino IDE sebagai platform untuk pemrosesan data menggunakan D1 Mini, serta aplikasi berbasis Android agar dapat menampilkan data pada perangkat smartphone. Untuk menghubungkan D1 Mini dengan aplikasi, digunakan pin/token khusus yang harus diintegrasikan dalam program. Terdapat dua buah sensor utama yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu GPS dan Pulse Sensor. Untuk dapat menampilkan data dari Pulse Sensor, diperlukan pembuatan program khusus menggunakan Arduino IDE.

```
141 void displayInfo() {  
142   timestamp = getTime();  
143  
144   int adc = analogRead(A0);  
145   int bpm = map(adc, 100, 600, 0, 100);  
146   int bpmData = bpm + 70;  
147   String path = "/bpm" + String(timestamp);  
148   Serial.print(F("BPM: ")); Serial.println(bpmData);  
149   Serial.printf("Set bpm... %s\n", Firebase.pushInt(fdb, "/bpm", bpmData) ? "ok bpm" : fdb.errorReason().c_str());
```

Gambar 5. Program Pulse Sensor

Pulse Sensor memiliki kemampuan untuk mendeteksi denyut nadi, menghitung dan mengkalkulasi detak jantung. Sementara itu, GPS bisa menampilkan berbagai informasi navigasi. Namun, dalam penelitian yang dilakukan hanya fokus pada penampilan koordinat lokasi pengguna sistem.

Tahap awal dalam merancang tampilan aplikasi yang akan digunakan dalam sistem melibatkan desain awal sebagai representasi visual saat proses pembuatan aplikasi sedang dilakukan. Desain awal ini mencakup sketsa dasar tampilan aplikasi yang bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Desain Tampilan Utama

3.6 Metode Pengujian

Pengujian sistem yang dipergunakan yaitu menggunakan sebuah metode yang dinamakan metode black box testing, yang merupakan salah satu teknik pengujian yang berfokus pada hasil keluaran program tanpa memperhatikan detail implementasi internal. Metode ini menggunakan lima parameter, yaitu fungsi, antarmuka, struktur data, kinerja aplikasi, dan inisialisasi dan terminasi, untuk memberikan nilai masukan dan menemukan kesalahan (Widyaningrum et al., 2020).

Salah satu jenis pengujian black box yang digunakan adalah functional testing, yang bertujuan untuk menguji fitur atau fungsi spesifik dari sistem. Tujuan utama dari pengujian ini adalah memeriksa kemampuan pengguna aplikasi dalam menggunakan sistem secara lancar. Terdapat beberapa pengujian fungsional yang akan dilakukan, antara lain:

1) Pengujian Fungsional

1. Pengujian Sensor Pulse dengan Manual
2. Pengujian Modul GPS dengan Google Maps
3. Waktu Tunggu GPS Mendapatkan Koordinat
4. Pengujian Notifikasi Detak Jantung >100 BPM

2) Pengujian Usability

Menurut definisi dari ISO, *usability* adalah sejauh mana suatu produk dapat digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan dengan efisiensi (*efficiency*), efektivitas (*effectiveness*), dan mendapatkan kepuasan (*satisfaction*) dalam situasi yang spesifik. Konteks

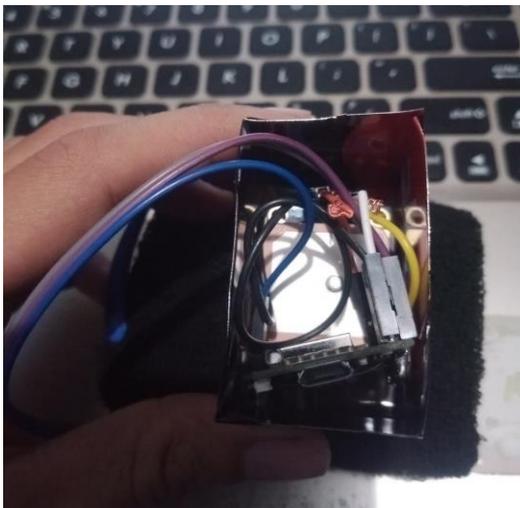
penggunaan melibatkan tugas, pengguna, serta peralatan seperti perangkat keras dan perangkat lunak (ISO, 1998).

4 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan perangkat atau alat IoT untuk mendeteksi detak jantung dan aplikasi untuk pemantauan detak jantung yang disertai dengan deteksi lokasi pengguna alat tersebut

4.1 Implementasi Alat

Dalam rancang bangun alat dapat dilihat sistem dalam keadaan casing terbuka serta tertutup



Gambar 7 Kondisi Casing Terbuka

Pada kondisi casing terbuka, semua komponen yang digunakan dalam rancangan sistem dapat terlihat.



Gambar 8. Kondisi Casing Tertutup

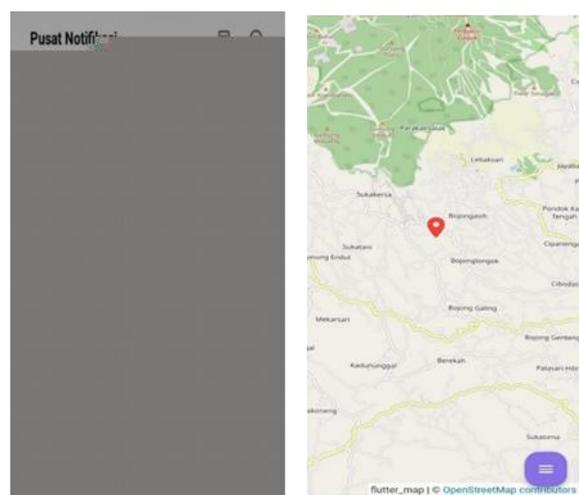
Pada kondisi tertutup, komponen-komponen yang digunakan terbungkus dengan rapi dan tidak terlihat. Dalam pembuatan sistem, penulis menggunakan casing untuk menjaga keamanan komponen dan memberikan tampilan yang rapi saat digunakan.

4.2 Implementasi Sistem

Setelah selesai dengan proses desain, langkah selanjutnya adalah pembuatan tampilan utama pada aplikasi. Tampilan utama sistem ini dapat dilihat pada Gambar 9. Selain itu, terdapat juga tampilan sistem untuk notifikasi detak jantung dan tampilan lokasi keberadaan pengguna yang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Tampilan Monitoring Detak Jantung



Gambar 10. Tampilan Notifikasi dan Monitoring Lokasi Pengguna

4.3 Pengujian Heart Rate

Pada pengujian ini, dilakukan perbandingan antara data *Heart Rate* yang terbaca oleh sensor pulse dengan sebuah penghitungan detak jantung secara manual, serta dibandingkan juga dengan alat komersial. Penghitungan detak jantung secara manual yaitu dengan cara menghitung dari jumlah detak jantung di pergelangan tangan kiri selama 1 menit sebagai waktu perhitungan.

Untuk melakukan perhitungan detak jantung manual dapat menggunakan Persamaan

$$BPM = \frac{60}{\text{waktu perhitungan}} \times \text{jumlah detak jantung}$$

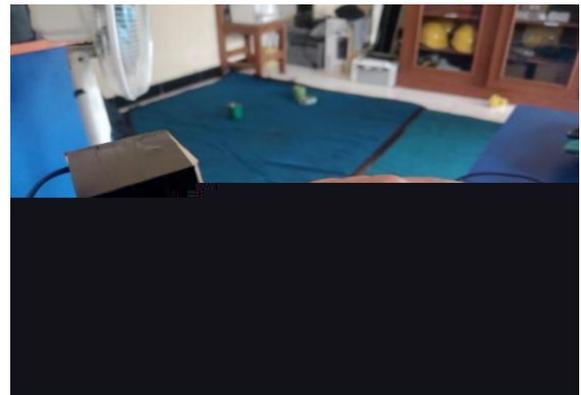
waktu perhitungan = waktu yang dipakai saat perhitungan detak jantung

jumlah detak jantung = jumlah dari detak jantung yang didapatkan dalam waktu perhitungan

Pada pengujian ini, dilakukan perbandingan antara data *Heart Rate* yang terbaca dari sensor pulse dan penghitungan detak jantung secara manual, serta dibandingkan juga dengan alat komersial. Penghitungan detak jantung secara manual dilakukan dengan cara menghitung jumlah dari detak jantung pada pergelangan tangan kiri selama 1 menit sebagai waktu perhitungan.



Gambar 11. Kalibrasi Heart Rate Manual



Gambar 12. Kalibrasi *Heart Rate* Dengan Sistem



Gambar 13. Kalibrasi *Heart Rate* Dengan Komersial

Pengujian *Heart Rate* dari proses perhitungan secara manual dengan menggunakan subjek dalam kondisi sedang tidak berkegiatan. Hasil dari data yang telah dihasilkan kemudian dilakukan perhitungan selisih seperti pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Kalibrasi Perbandingan HR Secara Manual

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	HR (BPM)		Selisih
		Pulse Sensor	Manual	
6	P	111	113	2
8	L	104	105	1
18	L	75	76	1
39	P	79	80	1

Tabel 4. Hasil Pembacaan *Pulse Sensor*

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	Jenis Pengukuran	HR (BPM)			
			1	2	3	4
13	L	Pulse Sensor	96	97	95	97
		Alat komersial	97	97	97	97
21	P	Pulse Sensor	97	98	99	98
		Alat komersial	98	98	98	98
55	P	Pulse Sensor	105	106	107	105
		Alat komersial	105	105	105	106
60	L	Pulse Sensor	110	112	112	111
		Alat komersial	111	111	111	111

Koordinat GPS yang diperoleh dari perbandingan *google maps* dan sistem yang dibuat ditampilkan pada Tabel 5

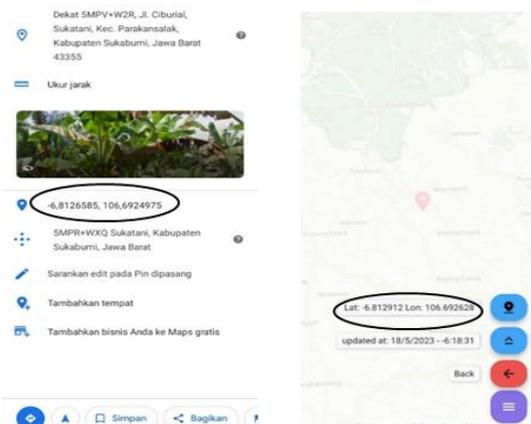
Tabel 5. Perbandingan Koordinat GPS

Data Ke -	Koordinat GPS Sistem		Koordinat GPS <i>Google Maps</i>	
	latitud e	longitude	latitud e	longitude
1	-6.812912	106.692628	-6.812658	106.692497
2	-6.812920	106.692637	-6.812666	106.692410
3	-6.812924	106.692641	-6.812670	106.692410

4.4 Pengujian GPS (Global Positioning System)

Pada proses pengujian GPS dalam penelitian ini, digunakan metode pengukuran dengan mempergunakan menu penghitungan pada *Google Maps*. Metode pengukuran yang dilakukan digunakan untuk menentukan selisih jarak antara koordinat yang diperoleh dari GPS yang digunakan dalam sistem dan koordinat yang diperoleh dari GPS pada smartphone, baik pada dalam ruangan ataupun di luar ruangan.

Koordinat yang digunakan sebagai acuan pembandingan diperoleh dari *Google Maps* pada smartphone. Penggunaan GPS pada smartphone, seperti *Google Maps*, dipergunakan untuk mendapatkan koordinat lokasi saat pengujian, dan hasil ini digunakan sebagai evaluasi terhadap aplikasi yang dikembangkan.



Gambar 14. Perbandingan kordinat

4.5 Pengujian Waktu Tunggu GPS Mendapatkan Koordinat

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengamati waktu yang dibutuhkan oleh GPS untuk mendapatkan sinyal dan koordinat dalam kondisi tertutup dan terbuka. Proses penghitungan dimulai saat alat diaktifkan. Hasil pengujian tersebut direpresentasikan dalam bentuk tabel yang menggambarkan waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh data.

Tabel 6. Kondisi Casing Terbuka

Pengujian Ke-	Kondisi casing	Waktu Tunggu (menit)	
		Mendapatkan Sinyal	Mendapatkan Koordinat
1	Terbuka	1	1
2	Terbuka	1	1
3	Terbuka	1	2
4	Terbuka	1	2

Tabel 7. Kondisi Casing Tertutup

Pengujian Ke-	Kondisi casing	Waktu Tunggu (menit)	
		Mendapatkan Sinyal	Mendapatkan Koordinat
1	Tertutup	2	2
2	Tertutup	2	2
3	Tertutup	2	3
4	Tertutup	2	3

4.5 Pengujian Notifikasi Detak Jantung

Pada pengujian notifikasi detak jantung dengan frekuensi >100 BPM, subjek yang digunakan adalah anak dengan rentang usia di bawah 10 tahun. Hal ini dipilih karena pada rentang usia tersebut, detak jantung anak cenderung lebih tinggi daripada 100 BPM. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa notifikasi dapat dikirimkan ke aplikasi pemantau. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengukur delay atau waktu tunggu yang diterima oleh pemantau setelah notifikasi dikirimkan.

Tabel 8. Pengujian Notifikasi

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	Pulse Sensor	Notifikasi
6	L	110,3	Berhasil
8	P	102	Berhasil
9	L	107,8	Berhasil
19	L	76,4	-
38	P	78,5	-

4.6 Pengujian Usability

Pada tahap pengujian usability, diperlukan proses pengumpulan data yang dimulai dengan pembuatan instrumen penelitian. Dalam penelitian ini, instrumen penelitian yang dilakukan berupa kuesioner dengan mengadaptasi poin – poin pernyataan pada kelima indikator yang terkait dengan usability testing. Kelima indikator yang dibutuhkan meliputi kemampuan belajar (*learnability*), daya ingat (*memorability*), efisiensi, tingkat kesalahan (*errors*), dan kepuasan (*satisfaction*). Setiap indikator akan diwakili oleh beberapa pernyataan yang dituangkan dalam kuesioner.

Pada Skala Likert, perhitungan dilakukan dengan menggunakan beberapa pilihan jawaban sebagai alternatif, yaitu SS = Sangat Setuju, S = Setuju, N = Netral, TS = Tidak Setuju STS = Sangat Tidak Setuju memiliki bobot nilai jawaban sebagaimana ditunjukkan pada Tabel berikut ini

Tabel 9. Bobot Skala Likert

Skala Likert	Bobot
STS = Sangat Tidak Setuju	1
TS = Tidak Setuju	2

Skala Likert	Bobot
N = Netral,	3
S = Setuju,	4
SS = Sangat Setuju,	5

Pada tabel berikutnya, dijelaskan tentang pengkodean dan item pernyataan yang diturunkan dari kelima indikator pengujian kelayakan penggunaan. Dalam penilaian ini, digunakan skala Likert dengan lima pilihan respons, yaitu sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), netral (N), setuju (S), dan sangat setuju (SS). Rentang skor untuk item positif adalah dari 1 hingga 5.

Tabel 10. Pengkodean dan Butir Pernyataan Kuesioner

Indikator	Kode	Pernyataan pada Kuesioner
<i>Learnability</i> (A)	(A1)	Aplikasi bisa dipelajari secara mudah
	(A2)	Saya dengan mudah dan cepat menerima informasi secara detail
	(A3)	Saya bisa dengan mudah mengerti isi dan konten yang diberikan
	(A4)	Saya mampu dengan gampang mengerti alur pada navigasi yang tersedia di aplikasi
	(A5)	Tidak perlu instruksi tertulis atau <i>manual book</i> , saya mampu mengerti penggunaan Aplikasi
<i>Memorability</i> (B)	(B1)	Saya bisa mudah mengingat penggunaan Aplikasi
	(B2)	Saya bisa dengan mudah mengetahui dan mengingat arah navigasi dan fitur pada Aplikasi
	(B3)	Saya merasakan gampang kapan saja mempergunakan Aplikasi
<i>Efficiency</i> (C)	(C1)	Saya mampu melakukan akses menu pada Aplikasi dengan cepat
	(C2)	Saya bisa mudahnya mendapatkan informasi yang ada
	(C3)	Saya bisa langsung mendapatkan informasi yang saya butuhkan pada awal membuka aplikasi

Indikator	Kode	Pernyataan pada Kuesioner
<i>Errors</i> (D)	(D1)	Saya tidak memperoleh error pada saat memakai aplikasi
	(D2)	Saya tidak memperoleh menu yang tidak sesuai dengan fungsinya
	(D3)	Saya dapat memperoleh fitur dan menu yang saya cari
<i>Satisfaction</i> (E)	(E1)	Saya suka terhadap design antarmuka aplikasi
	(E2)	Saya memperoleh rasa nyaman pada saat menggunakan aplikasi
	(E3)	perpaduan tata letak dan warna nyaman untuk dilihat
	(E4)	Saya merasa aplikasi ini memenuhi harapan saya, terutama setelah melihat judul yang tercantum di halaman aplikasi tersebut.

Setelah dilakukannya uji validitas, dilakukan perhitungan statistik deskriptif untuk menganalisis hasil dari usability testing. Dalam perhitungan statistik deskriptif ini, hasil rata-rata dari pengujian usability akan dibagi menjadi lima kategori dan rentang penilaian dapat dihitung dengan menggunakan skala berikut.

Tabel 11. Kategori dan Rentang Penilaian

Interval	Kategori
0 < 1	Sangat Buruk
1 < 2	Cukup Buruk
2 < 3	Baik
3 < 4	Cukup Baik
4 =< 5	Sangat Baik

Apabila nilai rata-rata dari pengujian usability testing berada dalam rentang 0 hingga 1, dapat dikategorikan bahwa aplikasi tersebut memiliki kinerja yang sangat buruk. Jika nilai berada dalam rentang 1 hingga 2, aplikasi akan dinilai memiliki kinerja yang cukup buruk. Rentang nilai 2 hingga 3 menunjukkan bahwa aplikasi memiliki kinerja yang cukup baik, sedangkan rentang 3 hingga 4 menandakan bahwa aplikasi memiliki kinerja yang baik. Aplikasi akan dikategorikan sangat baik jika nilai penilaian berada pada rentang 4 hingga 5.

Dalam penelitian yang dilakukan, teknik analisis yang dipergunakan adalah analisis frekuensi responden pada skala likert. Hal ini dilakukan dengan menghitung persentase jumlah jawaban dari responden untuk setiap pertanyaan. Pertanyaan dalam kuesioner dikategorikan berdasarkan aspek usability dan diberi bobot pada skala likert.

Adapun hasil rata – rata dari pengisian quisioner yang dilakukan oleh para responden menentukan fungsionalitas dari aplikasi yang dibuat dan berdasarkan hasilnya bisa dilihat di tabel berikut:

Tabel 12. Total rata – rata dari pengisian indikator

Kode	Rata- rata	Rata-rata /indikator
(A1)	4,02	3,86
(A2)	3,71	
(A3)	3,91	
(A4)	3,84	
(A5)	3,85	
(B1)	4,19	3,97
(B2)	3,89	
(B3)	3,82	
(C1)	3,47	3,51
(C2)	3,56	
(C3)	3,50	
(D1)	2,90	3,30
(D2)	3,42	
(D3)	3,59	
(E1)	3,27	3,46
(E2)	3,61	
(E3)	3,47	
(E4)	3,50	

Tabel di atas memperlihatkan hasil dari keseluruhan rata-rata dari setiap indikator penilaian usability yang dilakukan. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa indikator memorability mendapatkan penilaian tertinggi dengan nilai 3,97, yang berada dalam rentang cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna dapat dengan mudah mengingat dan memahami penggunaan aplikasi. Pada peringkat kedua, terdapat indikator learnability dengan nilai 3,86, yang juga menandakan penilaian yang cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna merasa mudah untuk mempelajari penggunaan aplikasi.

Indikator *efficiency* mendapatkan peringkat ketiga dengan nilai 3,51, yang juga termasuk dalam kategori cukup baik. Selanjutnya, indikator *satisfaction* mendapatkan nilai 3,46, yang juga menunjukkan kategori penilaian cukup baik. Secara keseluruhan, pengguna merasa nyaman dengan desain dan antarmuka yang disediakan oleh aplikasi.

Indikator *errors* mendapatkan nilai 3,30, yang juga masih bisa dikategori cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pada aplikasi masih relatif rendah. Dan dari hasil tersebut dapat dihitung untuk kelayakan aplikasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Usability} = \frac{A+B+C+D+E}{5}$$
$$\text{Usability} = \frac{3,86+3,97+3,51+3,30+3,46}{5}$$
$$= 3,62$$

Melihat dari tabel 10 hasil tersebut menunjukkan aplikasi dikategorikan kedalam kategori cukup baik.

5 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisis hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Koordinat yang diperoleh dari GPS memiliki tingkat akurasi yang tinggi, karena selisih koordinat yang terukur sangat kecil.
- Waktu yang diperlukan agar mendapatkan sinyal GPS tidak stabil, karena dipengaruhi oleh penggunaan casing pada alat dan lingkungan tempat pengujian, seperti daerah terbuka atau dalam gedung yang tertutup.
- Sensor pulse mampu membaca detak jantung dengan akurasi yang baik. Namun, sensor tersebut memiliki kelemahan ketika digunakan saat bergerak, sehingga nilai detak jantung yang terbaca dapat naik dan turun.
- Notifikasi peringatan detak jantung tinggi berhasil dikirimkan dan diterima oleh pemantau, sehingga pemantau dapat segera merespons kondisi yang memerlukan tindakan.

6 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan:

- Melakukan perbaikan pada cover komponen agar data yang diterima tidak terganggu saat beraktifitas atau bergerak.
- Meningkatkan penggunaan bahan dan mengatur ketebalan bahan yang digunakan pada alat, karena hal ini dapat mempengaruhi kinerja GPS dalam mendapatkan koordinat.
- Menggunakan alat pembanding kalibrasi detak jantung yang sejenis dengan sensor pulse, untuk memperoleh nilai yang lebih akurat.

Referensi

- Muthmainnah, M., Tabriawan, D. B., Fisika,), Sains, F., Teknologi, D., Maulana, U., & Ibrahim, M. (2022). Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk. In *Jurnal Informatika Sunan Kalijaga*, Vol. 7, Issue 3, 163–176.
- Andika, J., Salamah, K. S., & Simarmata, L. M. S. (2020). Sistem Monitoring Serangan Berulang pada Penderita Penyakit Jantung menggunakan Panggilan dan Lokasi. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, Vol. 10, Issue 2, 77-86.
- Fadhila Tenri Sanga, A., & Muhajirin. (2019). Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino dengan Tampilan *Personal Computer*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Vol. 8, Issue 1, 31–41.
- Isyanto, H., & Jaenudin, I. (2019). Monitoring Dua Parameter Data Medik Pasien (Suhu Tubuh Dan Detak Jantung) Berbasis Aruino Nirkabel. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol 15, Issue 1, 19-24.
- Junifer Pangaribuan, J., & Tanjung, H. (2021). Mendeteksi Penyakit Jantung Menggunakan Machine Learning Dengan Algoritma *Logistic Regression*. *Journal Information System Development. Journal Information System Development*. Vol 8, Issue 1, 1-10.
- Tarawan, V. M., Lesmana, R., Gunawan, H., & Gunadi, J. W. (2020). Gambaran Pengetahuan Pencegahan Penyakit Jantung Koroner Pada Warga Dusun Iii Desa Mekarmanik Kecamatan Cimenyan Kabupaten Bandung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 4 Issue 1, 10–14
- Ketut, I., Arthana, R., Made, I., Pradnyana, A., Putu, D., Kurniati, Y., Pendidikan, J., Informatika, T., Studi, P., Masyarakat, K., Teknik, F., Kejuruan, D., & Kedokteran, F. (2018). Sistem Monitoring Detak Jantung Dan Lokasi Pasien. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15 (1), 124-133.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/issue/view/780>

- Nina Adlini, M., Hanifa Dinda, A., Yulinda, S., Chotimah, O., & Julia Merliyana, S. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka* (Vol. 6, Issue 1), 974-980.
- Roushul, M. I. (2022). Monitoring Detak Jantung Pada Atlet Olahraga Futsal Berbasis Web Server. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Science Rancang Bangun*. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>, Vol. 1, Issue 7, 977-985.
- Rozie, F., & Trias Pontia, F. (2019). Rancang Bangun Alat Monitoring Jumlah Denyut Nadi / Jantung Berbasis Android, Vol. 1, Issue 1, 1-10.
- Salman Farizi, M., Yustiana, I., Nusa Putra Jl Raya Cibatubatu Cisaat No, U., Kaler, C., Cisaat, K., Sukabumi, K., & Barat, J. (2022). Implementasi Speech Recognition Pada Sistem Kendali Perangkat Elektronik Rumah Berbasis Iot (*Internet Of Things*) Dan *Mobile Application*. In *Jurnal Sistem Informasi* (Vol. 4, Issue 2), 157-166.
- Widyaningrum, N., Pemantauan, S., & Oktiawati, U. Y. (2020). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Fluida Berbasis Arduino dan Website (Monitoring and Controlling Fluid System Based on Arduino and Website). In *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* (Vol. 9, Issue 3), 287-295.
- Maulana, Y. & Supardi, D. (2022). Sistem pengawasan kelembaban tanah dan penyiraman tanaman otomatis berbasis iot via telegram. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, Vol. 3 Issue 3, 464-471.