

Rancang Bangun Pendeteksi Penyakit Jantung menggunakan Teknik Algoritma Fuzzy Logic berbasis IoT

Irma Salamah¹, Syafa Naura Afifa^{2,*}, Emilia Hesti³

¹ Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

* Correspondence: syafanaura627@gmail.com

Copyright: © 2022 by the authors

Received: 16 Juli 2022 | Revised: 18 Juli 2022 | Accepted: 30 Juli 2022 | Published: 20 Desember 2022

Abstrak

Detak jantung merupakan indikator kesehatan yang mempunyai keunggulan dalam menilai atau mengetahui kesehatan seseorang dengan cepat. Hal ini berguna sebagai diagnosa pertama ada atau tidaknya gangguan jantung. Dengan membangun sebuah sistem monitoring detak jantung berbasis IoT (*Internet of Things*) ini diharapkan bisa terpantau, dan melalui android dapat mengecek detak jantung. Sistem IoT merupakan sebuah ide yang dapat memperluas dan memanfaatkan sebuah hubungan yang terhubung secara terus menerus. Dimana IoT dapat memantau kondisi seseorang, sehingga kondisi seseorang tetap terpantau 24 jam. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun pendeteksi penyakit jantung menggunakan teknik algoritma *fuzzy logic* berbasis iot. Metode yang digunakan untuk merancang alat ini adalah metode waterfall. Pada perancangan alat detak jantung berbasis IoT secara langsung dapat mengetahui detak jantung yang dialami tinggi, rendah, atau normal dan secara otomatis sudah terdapat rekomendasi olahraga dan makanan sesuai dari detak jantung. Pengujian alat ini menggunakan perangkat keras yang terdiri dari sensor max30100, nodeMCU, dan aplikasi android sebagai *interface*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat yang dibuat terdapat Persentasi *error* antara 0,1 % sampai 6,2%, semua data hasil alat detak jantung langsung terkirim ke aplikasi android secara *real time* berdasarkan koneksi jaringan internet yang tersedia.

Kata kunci: detak jantung; iot; android; nodemcu

Abstract

Heart rate is a health indicator that has the advantage of assessing or knowing a person's health quickly. It is useful as the first diagnosis of the presence or absence of heart disorders. By building an IoT (Internet of Things) based heart rate monitoring system, it is hoped that it can be monitored, and through Android can check the heart rate. An IoT system is an idea that can expand and utilize a relationship that is connected continuously. Where IoT can monitor a person's condition so that a person's condition remains monitored 24 hours. This study aims to design a heart disease detector using an IoT-based fuzzy logic algorithm technique. The method used to design this tool is the waterfall method. In the design of an IoT-based heart rate tool, it can directly find out the heart rate experienced by high, low, or normal and automatically there are already recommendations for exercise and food according to the heart rate. Testing this tool uses hardware consisting of a max30100 sensor, nodeMCU, and an android application as an interface. The results of this study show that the tool created has an error percentage between 0.1% to 6.2%, and all data from the heart rate tool results are directly sent to the Android application in real-time based on the available Internet network connection.

Keywords: heart rate; iot; android; nodemcu



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam kehidupan sehari-hari patut diperhatikan bagi setiap orang. Perkembangan di bidang teknologi terus terjadi, dimulai dari sesuatu yang sangat sederhana. Terkhusus dalam Pengukuran dapat berkembang di teknologi elektronika pada bidang Kesehatan seperti alat bantu penyembuhan dan lain sebagainya. Fadhila & Afriani, (2019) Mengungkapkan *medical checkup* biasanya dilakukan pada tahap pertama pada pemeriksaan kesehatan, sebelum penyakit dapat terdiagnosa. Dari hasil dapat mengetahui apakah seseorang dalam keadaan sehat atau tidak. Selanjutnya Santoso & Andriyani (2017) Detak jantung merupakan pemeriksaan kesehatan pertama kali dilakukan di rumah sakit. Hal itu dapat terjadi karena jantung merupakan pertahanan terakhir untuk hidup selain otak (Fikriana & Afik, 2017), Denyut jantung biasanya mengacu pada detak jantung per satuan waktu dan biasanya dinyatakan sebagai bpm.

Detak jantung merupakan indikator kesehatan yang mempunyai keunggulan dalam menilai atau mengetahui kesehatan seseorang dengan cepat (Hutabarat et al., 2019). Hal ini berguna sebagai pendeteksi pertama ada atau tidaknya masalah jantung. Oleh karena itu, perlu menjaga kondisi jantung secara maksimal, namun fakta yang terjadi di lapangan tidak sejalan. Pada tahun 2017, WHO menjelaskan peringkat pertama penyakit paling berbahaya dan mematikan di dunia dan menduduki peringkat kedua penyakit paling berbahaya dan mematikan di Indonesia adalah penyakit jantung (Tias & Hidayat, 2018). Dan menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, angka kejadian penyakit jantung meningkat 1,5% dari tahun ke tahun seiring dengan kejadian penyakit jantung di Indonesia. Artinya, di Indonesia orang menderita penyakit jantung 15 dari 1000 orang yang menderita penyakit jantung. (Kemenkes RI, 2018). Dalam keadaan tersebut kesehatan jantung manusia harus lebih diperhatikan. Hal yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan pengecekan detak jantung secara rutin. Dengan membangun sebuah sistem monitoring denyut jantung berbasis IoT ini diharapkan bisa terpantau, dan melalui aplikasi android dapat mengecek detak jantung. (Ilham et al., 2019)

Menggunakan konsep IoT kita bisa memantau detak jantung dengan menggunakan sebuah sistem (Dian, Silalahi & Setiawan, 2021). Di zaman ini, pelanggan internet merintis ke semua aspek kehidupan manusia yaitu di dalam bidang pemantauan (Prayitno, 2019). Pada penelitian sebelumnya oleh Hutabarat et al. (2019) telah membahas deteksi detak Jantung berbasis web, dan peneliti (Naufal, 2018) membahas mengenai sistem pakar menu makanan sehat untuk terapi penyakit jantung menggunakan certainty factor, dan rancang bangun alat monitoring detak jantung sebagai indikator kesehatan berbasis *internet of things* (IoT), oleh peneliti (Ramadhan, 2021).

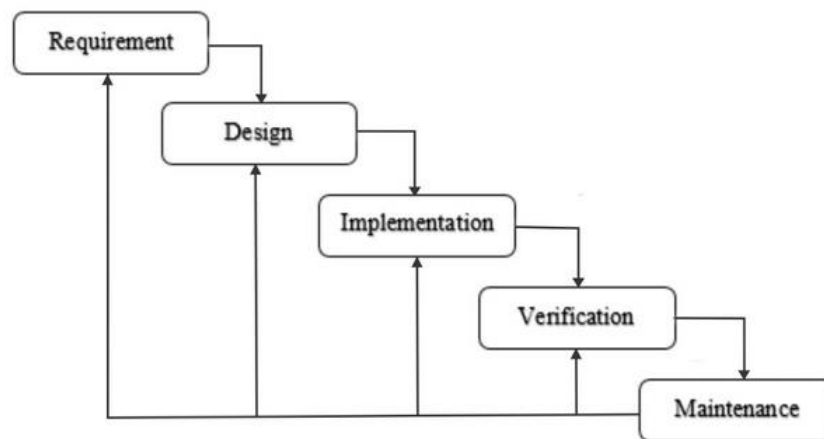
Teknologi IoT telah muncul sebagai sebuah aturan yang mempunyai tujuan untuk memaksimalkan secara luas hubungan sebuah jaringan komputer, khususnya internet tidak ada batas waktu untuk implementasi aktivitas sehari-hari (Akbar et al., 2020). *Internet of Things* ada dua kata kunci, yaitu Internet dan *Things*. Internet adalah jaringan yang terhubung dimana jaringan komputer saling terhubung menggunakan protokol TCP/IP. (Mluyati & Sadi, 2019). Mikrokontroler merupakan salah satu perangkat keras yang membantu teknologi pemantauan (Akbar, 2019). Pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan adalah nodemcu. Server bisa dikirimkan dan disimpan melalui nodemcu (Gunawan & Fatimah, 2020). Nodemcu dibuat setelah peluncuran ESP8266, yang diproduksi selama evolusi sistem ekspresif (Ardian et al., 2017).

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk membuat rancang bangun detak jantung berbasis IoT untuk memantau detak jantung seseorang secara *real-time* dan dapat mengetahui kondisi seseorang tetap terpantau 24 jam. Alat ini berfungsi untuk memberikan informasi kondisi detak jantung, dengan harapan alat detak jantung ini dapat membantu mengetahui keadaan kesehatan, setidaknya untuk fase deteksi pertama.

METODE

Metode Waterfall adalah suatu software yang diproses secara berurutan, di mana kemajuan mengalir sebagai aliran ke bawah yang berkelanjutan (seperti air terjun) melalui tahap perencanaan, pemodelan, implementasi (pembangunan), dan pengujian. Dalam perkembangannya, metode waterfall mempunyai beberapa aspek yang saling terkait seperti analisis kebutuhan, perancangan, pengkodean dan pengujian, serta implementasi dan pemeliharaan program (Akbar & Gunawan, 2020).

Teknik perencanaan yang sangat tertata ini sangat meningkatkan potensi kerugian karena bug dalam Teknik sebelumnya dan seringkali mahal karena tingginya biaya perencanaan ulang (Trisianto, 2018). Metode Waterfall biasa mendapatkan hasil penelitian yang benar dan terperinci (Susilo, 2018).



Gambar 1. Metode Waterfall (Akbar & Gunawan, 2020)

Pada gambar 1, ada beberapa tahapan yang pertama sistem atau teknologi informasi dan pemodelan, pemodelan ini awalnya untuk mencari persyaratan dari semua komponen Prototipe. Mulai dari seleksi hardware dan software yang digunakan, yang kedua software Analisa elemen, Tingkatkan proses pencarian dan fokus pada perangkat lunak. Ketiga yaitu Desain, proses ini digunakan untuk mengganti persyaratan di atas menjadi representasi "cetak biru" perangkat lunak sebelum Anda memulai pengkodean. Desain harus dapat menerapkan persyaratan yang dijelaskan pada langkah sebelumnya. Seperti dua kegiatan sebelumnya, cara ini juga harus didokumentasikan. Yang keempat *verification*/koding, supaya dipahami oleh mesin, desain diartikan ke dalam bentuk yang dapat dipahami oleh mesin, bahasa pemrograman, melalui proses pengkodean. Fase ini adalah penerapan dari fase desain yang secara teknis dilakukan oleh programmer. Kelima adalah pengujian/validasi. Apa yang dibuat perlu diuji. Hal yang sama berlaku untuk perangkat lunak. Semua fitur pada *software* harus dicoba sehingga perangkat lunak bebas dari bug dan hasilnya memenuhi persyaratan yang ditentukan sebelumnya.

Tahap yang terakhir adalah *maintenance*, yaitu perangkat lunak yang dibuat belum tentu dapat seperti ini, sehingga diperlukan pemeliharaan terhadap perangkat lunak tersebut, termasuk pengembangannya. Selama eksekusi, mungkin ada bug kecil yang sebelumnya tidak terdeteksi, atau mungkin ada fitur tambahan yang tidak tersedia dalam perangkat lunak. Pengembangan diperlukan jika perubahan berasal dari luar perusahaan yaitu pada saat pergantian sistem operasi, atau perangkat lainnya.

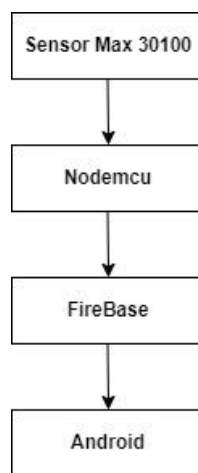
Waterfall sangat jarang bisa digunakan sesuai alurnya (Pratama et al., 2019) yakni: 1) Perangkat lunak dapat mengalami perubahan yang telah terjadi di tengah alur pengembangan, Pada awal alur tersebut, sangat susah bagi pelanggan untuk mengatur semua spesifikasi.

Pelanggan sering membutuhkan contoh (*prototipe*) dengan lebih menjelaskan perincian dari persyaratan sistem. 3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pemantauan detak jantung yang telah dibuat berupa sistem yang memantau detak jantung secara *real-time* dan dapat digunakan oleh aplikasi android di smartphone. Sistem tersebut dibuat menggunakan perangkat keras yaitu sensor max30100, nodemcu, dan perangkat lunak berupa aplikasi android . Alur rancangan sistem pada gambar 2 terdiri dari: 1) Sensor max30100 akan menerima nilai bpm detak jantung, dan pada sensor max30100 mengirimkan signal ke pin nodemcu, 2) Nodemcu menerima signal tersebut dari Sensor kemudian dapat mengirimkan sebuah data menuju firebase, dan 3) Firebase, data yang telah dikirimkan akan tersimpan dan disamakan secara realtime ke setiap user yang terkoneksi 4) Aplikasi android akan memberikan informasi berupa tampilan kondisi detak jantung pada smartphone.

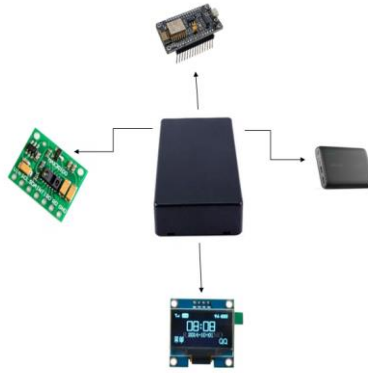


Gambar 2 Alur rancangan sistem

Sensor max30100 merupakan sebuah sensor yang menggabungkan pemantauan kadar oksigen dan detak jantung. Sensor ini mencakup dua LED (inframerah dan merah), fotodetektor yang ditingkatkan secara optik, dan pemrosesan sinyal analog dengan kebisingan rendah untuk mendeteksi denyut jantung. Sinyal tersebut beroperasi pada catu daya 1,8 dan 3,3-volt dan dapat digunakan untuk menonaktifkan perangkat lunak dalam aplikasi. Alat ini dapat digunakan secara rutin sebagai perangkat untuk memantau kondisi detak jantung (Muhaemin & Prasetyo, 2019).

Adapun tahapan dalam perancangan perangkat keras yang dilakukan yaitu desain alat detak jantung, dan skema rangkaian. Perancangan ini disesuaikan dengan desain pada alat detak jantung yang sebenarnya, pada gambar 3 dan hasil nyata dari desain alat detak jantung yang telah dibuat ada pada gambar 4. Pada gambar 3 merupakan sebuah rancangan desain pada alat detak jantung yang dibuat sebelum melakukan perancangan alat detak jantung, yang dimana pada alat tersebut terdiri dari nodemcu,oled,kotak hitam,powerbank,dan sensor max30100. Pada gambar 4 merupakan rancangan nyata dari desain alat detak jantung yang telah dibuat,dan sudah terpasang semua komponen pada alat detak jantung.

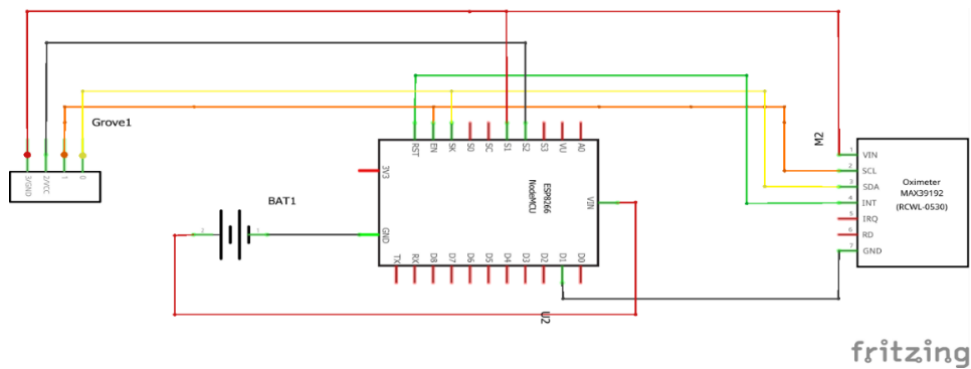
Skema rangkaian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 5 dan ada 3 bagian penting, pertama nodeMCU yang kedua rangkaian sensor max30100 dan yang terakhir . Pada aplikasi android ini menggunakan android studio terdapat tampilan yang terdapat di aplikasi detaku yang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 3. Desain alat detak jantung



Gambar 4. Hasil Perancangan detak jantung

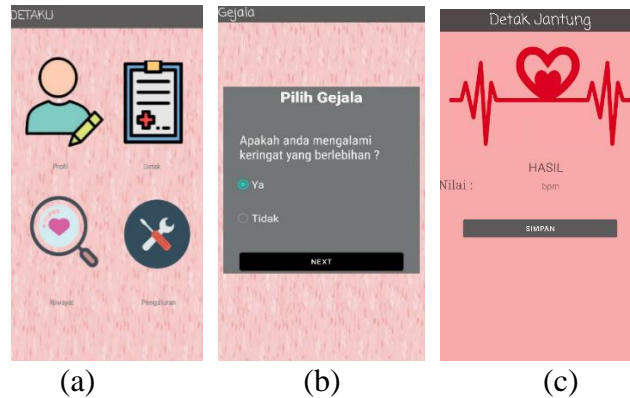


Gambar 5. Skema rangkaian detak jantung.



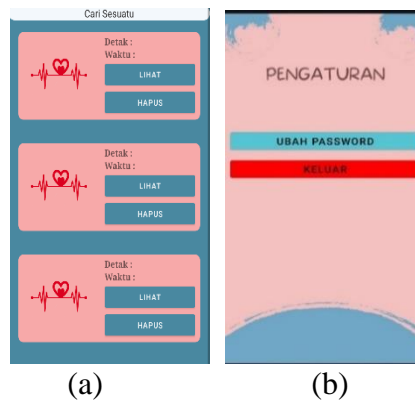
Gambar 6. Tampilan aplikasi DETAKU (a) splash (intro), (b) login, (c) daftar akun, (d) lupa akun

Pada gambar 6 merupakan tampilan interface dari aplikasi detaku ini yang terdiri dari tampilan intro (splash), tampilan login, daftar akun dan lupa akun. Tampilan splash merupakan tampilan awal saat membuka aplikasi. Sedangkan tampilan login adalah tampilan ketika masuk ke akun aplikasi dan menampilkan daftar akun dan lupa password jika pengguna lupa password pada aplikasi ini



Gambar 7. Tampilan (a) Menu utama,(b) gejala, (c) detak jantung,

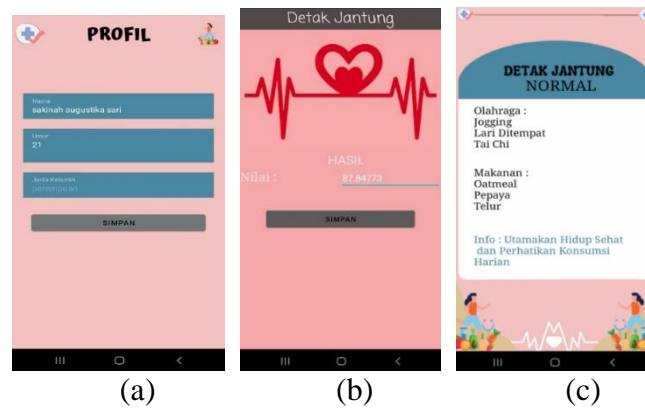
Gambar 7 merupakan tampilan aplikasi menu utama, gejala penyakit dan detak jantung. Menu utama merupakan menu profil,detak,riwayat dan pengaturan. Sementara itu tampilan gejala adalah tampilan pengukuran detak jantung. Sedangkan tampilan detak jantung menampilkan hasil pengukuran detak jantung yang disambungkan ke alat yang telah dibuat.



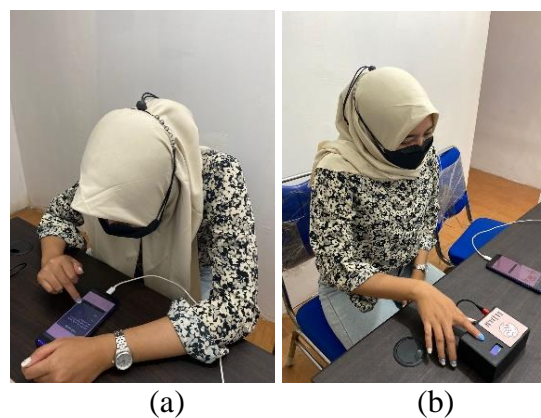
Gambar 8. Tampilan (a) Riwayat, dan (b) pengaturan,

Gambar 8 adalah tampilan aplikasi detaku yang berisi riwayat hasil detak jantung yang telah dilakukan dan tampilan pengaturan merupakan tampilan yang berisikan tombol ubah pengaturan dan tombol keluar.

Pada gambar 9 menunjukkan tampilan aplikasi berdasarkan data profil pengguna, pengukuran detak jantung, dan hasil pengukuran detak jantung. Pada data profil menunjukkan profil pengguna yang menggunakan aplikasi detak jantung. Sedangkan pada pengukuran detak jantung adalah tampilan pengukuran detak jantung yang dihubungkan dengan alat detak jantung, sehingga mendapatkan hasil detak jantung 87 bpm. Sementara pada tampilan hasil detak jantung adalah menampilkan hasil akhir dari pengujian alat dimana secara langsung dapat mengetahui detak jantung yang dialami adalah normal dan juga terdapat rekomendasi olahraga dan makanan sesuai dari detak jantung.



Gambar 9. Tampilan (a) Data profil, (b) Pengukuran detak jantung, (c) tampilan hasil detak jantung.



Gambar 10. Proses pengujian (a) aplikasi, (b) alat.

Selanjutnya data-data yang diperoleh berdasarkan alat deteksi detak jantung dianalisis menggunakan teknik algoritma *fuzzy logic* berbasis IoT. Dimana sistem yang diuji merupakan proses alat yang telah dirancang yang kemudian dikirimkan ke aplikasi android. Gambar 10 merupakan proses mengisi data pada aplikasi detaku dan menggunakan alat sesor max30100 sampai terdeteksi, kemudian diolah melalui aplikasi android. Sementara itu pada tabel 1 adalah hasil pengujian dari aplikasi yang telah digunakan dan menunjukkan nama data pengguna dan hasil pengukuran yang telah diuji.

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa telah disajikan data hasil pengujian dari bpm alat yang dibuat dengan bpm dari oximeter, yang terdapat perbedaan (toleransi error) yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Persentase error} = \frac{\sum[\text{Selisih}]}{\sum[\text{BPM Alat Yang dibuat}]} \times 100 \% \quad (1)$$

Persentase Error:

1. $\frac{3}{71} \times 100\% = 4,2 \%$
2. $\frac{1}{103} \times 100\% = 0,9\%$
3. $\frac{2}{92} \times 100\% = 2,1\%$
4. $\frac{1}{103} \times 100\% = 0,9\%$
5. $\frac{3}{72} \times 100\% = 4,1\%$

6. $\frac{3}{84} \times 100\% = 3.5\%$
7. $\frac{2}{85} \times 100\% = 2.3\%$
8. $\frac{1}{91} \times 100\% = 0.1\%$
9. $\frac{5}{80} \times 100\% = 6.2\%$
10. $\frac{1}{77} \times 100\% = 1.2\%$

Tabel 1 Hasil pengujian

No	Nama	BPM Alat yang dibuat	Oxi meter	Selisih
1	Selvi	68	71	3
2	Redho	102	103	1
3	Widia	90	92	2
4	Lesti	99	100	1
5	Rokiah	70	72	2
6	Sakinah	87	84	3
7	Salwa	87	85	2
8	Sabrina	90	91	1
9	Yuda	75	80	5
10	Dita	78	77	1

Pembahasan

Alat dan aplikasi yang diberi nama detaku merupakan alat detak jantung untuk memonitor keadaan kesehatan sebagai tahap awal dalam pendeteksian. Sebelum melakukan terapan dari prototype alat detak jantung, peneliti terlebih dahulu telah melakukan observasi dari beberapa referensi (artikel atau jurnal) yang berkaitan dengan penelitian ini. Pada penelitian yang dilakukan (Hutabarat et al., 2019) menggunakan deteksi detak jantung berbasis web. Pada Penelitian tersebut monitoring masih menggunakan web yang tergolong masih kurang efisien. Hal ini yang membuat peneliti pada artikel ini untuk menggunakan aplikasi android sebagai bahan monitoring detak jantung. Pada hasil temuan (Widianto et al., 2018). Sistem pakar menu makanan sehat untuk terapi penyakit jantung menggunakan certainty factor, pada penelitian tersebut tidak ada sistem login di aplikasi, sehingga tidak bisa melihat data dari pengguna aplikasi dan juga tidak terdapat kuesioner mengenai gejala pada jantung. Dan pada penelitian sebelumnya (Ramadhan, 2021) membuat alat monitoring detak jantung sebagai indikator kesehatan berbasis *internet of things* (IoT), hanya terdapat informasi mengenai nilai bpm detak jantung saja, tidak terdapat data pengguna aplikasi, dan tidak terdapat hasil rekomendasi makanan maupun olahraga untuk kesehatan. Hal ini lah yang menjadikan temuan ini kami untuk menambahkan data pengguna, hasil rekomendasi makanan maupun olahraga sesuai dari hasil monitoring detak jantung.

Pada perancangan alat detak jantung berdasarkan pengujian sistem dapat dilakukan dengan baik dan sesuai dengan hasil perancangan. Hal tersebut berdasarkan data-data yang diperoleh pada saat melakukan uji coba dan mencocokkan data dengan alat oximeter. Pada uji coba tersebut untuk hasil pengujian terdapat 10 sampel yang dilakukan dalam proses pengecekan detak jantung melalui alat detak jantung dengan persentasi *error* antara 0,1 % sampai 6,2%. Semua data hasil alat detak jantung langsung terkirim ke aplikasi android secara *real time* berdasarkan koneksi jaringan internet yang tersedia. Pada aplikasi android juga dapat membuat keputusan sesuai dengan yang digunakan, dimana input yang dimasukkan berdasarkan bpm dan untuk saran makanan dan olahraga juga berdasarkan bpm yang telah ditentukan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem perancangan alat detak jantung terdapat 10 sampel yang dilakukan dalam proses pengecekan detak jantung yaitu melalui alat detak jantung, dengan persentasi error antara 0.1 % sampai 6.2%. Dan semua data hasil alat detak jantung langsung terkirim ke aplikasi android secara *real-time* berdasarkan koneksi jaringan internet yang tersedia. Dan secara keseluruhan alat detak jantung sudah berfungsi dengan baik ,sistem juga mampu mengirimkan sebuah hasil rekomendasi olahraga dan makanan sesuai dengan Kesehatan detak jantung pada pengguna aplikasi tersebut.

REFERENSI

- Akbar, T., & Gunawan, I. (2020). Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet Of Things). *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 4(2), 155–163. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v4i2.2686>
- Akbar, T., Gunawan, I., & Utama, S. (2020). Prototype System of Temperature and Humadity Automatic in Oyster Mushroom Cultivation using Arduino Uno. *Journal of Physics: Conference Series*, 1539(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1539/1/012036>
- Ardian, H., Triyanto, D., & Rismawan, T. (2017). Sistem kendali lampu dan steker terintegrasi menggunakan mikrokontroler berbasis web service 1,2,3. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 5(3), 40–47.
- Dian, J., Silalahi, F. D., & Setiawan, N. D. (2021). Sistem Monitoring Detak Jantung untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung berbasis Internet of Things menggunakan Android. *JUPITER (Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi Komputer)*, 13(2), 69-75.
- Fadhila, R., & Afriani, T. (2019). Penerapan Telenursing Dalam Pelayanan Kesehatan : Literature Review. *Jurnal Keperawatan Abdurrab*, 3(2), 77–84. <https://doi.org/10.36341/jka.v3i2.837>
- Gunawan, G., & Fatimah, T. (2020). Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 4(1), 101–110. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v4i1.2165>
- Hutabarat, N. K., Hulu, D. R., & Laia, Y. (2019). Deteksi Detak Jantung Berbasis Web. *Jurnal Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer Prima(JUSIKOM PRIMA)*, 3(1), 13–16. <https://doi.org/10.34012/jusikom.v3i1.554>
- Ilham, D. N., Hardisal, H., Balkhaya, B., Candra, R. A., & Sipahutar, E. (2019). Heart Rate Monitoring and Stimulation with the Internet of Thing-Based (IoT) Alquran Recitation. *Sinkron*, 4(1), 221-225. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v4i1.10392>
- Mluyati, S., & Sadi, S. (2019). Internet Of Things (IoT) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 Dan SIM800L. *Jurnal Teknik*, 7(2), 64-72. <https://doi.org/10.31000/jt.v7i2.1358>
- Muhaemin, M., & Prasetyo, T. F. (2019, October). Pengembangan Prototipe E-Health Pasien Terintegrasi Dengan Arduino Uno R3. In *SEMINAR TEKNOLOGI MAJALENGKA (STIMA)*, 4, 46-52. <https://prosiding.unma.ac.id/index.php/stima/article/view/237>
- Naufal, H. (2018). *Sistem Pakar Menu Makanan Sehat untuk Terapi Penyakit Jantung dan Kardiovaskular Menggunakan Metode Certainty Factor*. [Skripsi, Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/11296>
- Pratama, L. A., Primawati, A., & Ariyani, L. (2019). Perancangan Sistem Informasi Sirkulasi Buku Pada Perpustakaan SMP Negeri 103 Jakarta. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 4(2), 227-234. <https://doi.org/10.30998/string.v4i2.4179>
- Prayitno, B. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *Petir*, 12(1), 72–80.

- <https://doi.org/10.33322/petir.v12i1.333>
- Ramadhan, A. S. (2021). Rancang Bangun Monitoring Detak Jantung (Heart Rate) Sebagai Indikator Kesehatan Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Mahasiswa*, 1(3), 1–8.
- Fikriana, R., & Afik, A. (2017). Efektifitas Peer Health Education Terhadap Peningkatan Pengetahuan Masalah Kesehatan Jantung. *Research Report*, 25-35. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/research-report/article/view/1187>
- Santoso, S. S., & Andriyani, A. (2017). Analisis Pelaksanaan Medical Check Up (MCU) pada Pegawai Rumah Sakit Islam Jakarta Pondok Kopi Tahun 2016. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 13(2), 171-182. <https://doi.org/10.24853/jkk.13.2.171-182>
- Susilo, M. (2018). Rancang Bangun Website Toko Online Menggunakan Metode Waterfall. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*, 2(2), 98–105. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v2i2.171>
- Tias, R. F., & Hidayat, M. M. (2018). Analisis dan Desain SiBIOS: Deteksi Dini Kondisi Jantung dan Peningkatan Kualitas Hidup Manusia. *Techno.Com*, 17(3), 312–322. <https://doi.org/10.33633/tc.v17i3.1814>
- Trisianto, C. (2018). Penggunaan Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Monitoring Dan Evaluasi Pembangunan Pedesaan. *Jurnal Teknologi Informasi ESIT*, XII(01), 7–21.
- Widianto, E. D., Zaituun, Y. W., & Windasari, I. P. (2018). Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Penyakit Tuberkulosis Berbasis Android. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 4(1), 47-54. <https://doi.org/10.23917/khif.v4i1.5496>