

Implementasi Metode Fuzzy Logic dan IoT untuk Klasifikasi Kondisi Kesehatan Denyut Jantung berbasis Android

Gugum Saefulah Zidni^{1,*}, Ikrimach¹

¹ Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

* Correspondence: gugum.5200411371@student.uty.ac.id

Copyright: © 2023 by the authors

Received: 16 Oktober 2023 | Revised: 20 Oktober 2023 | Accepted: 1 November 2023 | Published: 20 Desember 2023

Abstrak

Denyut jantung merupakan salah satu indikator Kesehatan yang perlu diperhatikan. Dengan beberapa keterbatasan yang terjadi dikalangan masyarakat seperti ketersediaan alat, keterbatasan pengetahuan menyebabkan banyak orang yang memiliki kelainan pada denyut jantung sulit terdeteksi sejak dini. Penelitian ini bertujuan membangun sebuah sistem yang dapat digunakan kapan saja dan dimana saja untuk memantau dan menentukan kondisi jantung secara berkelanjutan. Sistem dibangun dengan metode waterfall mulai dari tahap analisis, pengumpulan data, implementasi hingga pada tahap pengujian. Penelitian ini memanfaatkan teknologi *Internet of things* dan metode *fuzzy logic* untuk melakukan klasifikasi Kesehatan dengan mendefinisikan variabel *linguistic* yaitu BPM (beats per minute), usia dan juga aktivitas pengguna hingga proses *defuzzification* untuk mendapatkan hasil klasifikasi kondisi denyut jantung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring ini telah berhasil dibangun sesuai pada tahap perancangan yaitu dalam bentuk aplikasi android kemudian dilakukan pengujian terhadap 14 fungsionalitas aplikasi dan semuanya yang sesuai yang diharapkan. sistem ini juga mampu mengukur dan mentransmisikan data denyut jantung dengan cepat ke aplikasi android dengan presentase *error* pengukuran denyut jantung sebesar 6,6%. Selain itu, dengan pengujian menggunakan 10 sampel data, algoritma *fuzzy logic* berhasil di implementasikan dengan menghasilkan 9 klasifikasi benar dan 1 klasifikasi salah.

Kata kunci: denyut jantung; android; fuzzy logic; *internet of things*

Abstract

Heart rate is one of the health indicators that needs to be paid attention to. With several limitations that occur among the community, such as the availability of equipment and limited knowledge, it means that many people have heart rate abnormalities that are difficult to detect early. This research aims to build a system that can be used anytime and anywhere to monitor and determine heart conditions on an ongoing basis. The system was built using the waterfall method, starting from the analysis stage, data collection, and implementation to the testing stage. This research utilizes Internet of Things technology and the fuzzy logic method to carry out health classification by defining linguistic variables, namely BPM (beats per minute), age, and user activity, and the defuzzification process to obtain heart rate condition classification results. The results of the research show that this monitoring system has been successfully built according to the design stage, namely in the form of an Android application. Testing was carried out on 14 application functionalities, and everything was as expected. This system is also able to measure and transmit heart rate data quickly to the Android application, with a heart rate measurement error of 6.6%. Apart from that, by testing using 10 data samples, the fuzzy logic algorithm was successfully implemented by producing 9 correct classifications and 1 incorrect classification.

Keywords: heart rate; android; fuzzy logic; *internet of things*



PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ penting dalam tubuh yang memiliki tugas yang vital dan bekerja sangat keras. Jantung berfungsi sebagai pemompa darah keseluruh tubuh (Gamara & Hendryani, 2019). Namun, semakin bertambahnya usia, kesehatan jantung juga akan semakin menurun dan rentan terkena gangguan. Ada beberapa indikator dalam menentukan kondisi kesehatan jantung, salah satunya adalah dengan mengetahui jumlah detak jantung dalam waktu tertentu untuk menentukan apakah detak jantung dikategorikan normal atau tidak. Zaki & Anifah (2023) menjelaskan bahwa Jumlah detak jantung yang normal pada orang dewasa berkisar antara 60 hingga 100 denyut per menit. Di sisi lain, frekuensi denyut jantung yang di luar kisaran tersebut dianggap tidak normal atau memiliki kelainan, yaitu kurang dari 45 denyut per menit atau lebih dari 130 denyut per menit. Kelainan pada denyut jantung tersebut berpotensi disebabkan oleh aritmia. Aritmia adalah kondisi di mana irama jantung tidak stabil, yang bisa ditandai dengan detak jantung yang tidak teratur, bisa terlalu cepat atau terlalu lambat (Zuhdi, Afroni & Rahman, 2022)

Salah satu pencegahan agar terhindar dari kelainan jantung adalah dengan melakukan pengecekan secara berkala. Detak jantung seseorang perlu diperiksa secara rutin untuk mengetahui kesehatannya (Herdiansyah & Wasid, 2022). Dengan melakukan pemeriksaan rutin kelainan pada detak jantung dapat terdeteksi sejak dini untuk meminimalisir terjadinya masalah serius. Pengukuran denyut jantung dalam praktek medis biasanya menggunakan alat EKG (Elektrokardiograf), Priyulida et al. (2023) menyatakan bahwa Penggunaan Elektrokardiograf (EKG) dalam praktik medis kadang-kadang menjadi suatu hal yang rumit karena persyaratan dan prosedur operasional yang ketat, sehingga tidak banyak yang bersedia datang untuk memeriksa kondisi jantung dan ritme jantung mereka. Salah satu langkah penyelesaian dari masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan Teknologi *Internet of Things* dan aplikasi android untuk mempermudah dalam memantau Kesehatan jantung.

Internet of Things, yang sering disebut sebagai IoT adalah suatu kerangka kerja tertanam yang memiliki tujuan untuk memperluas pemanfaatan konektivitas internet yang tetap terhubung secara berkelanjutan (Susanto et al., 2022). *Internet of Things* memiliki dua kata kunci, yaitu *Internet* dan *Things*. *Internet* merupakan jaringan komputer saling terhubung menggunakan protokol TCP/IP Sedangkan *Things* berarti sebuah benda fisik di dunia nyata. (Mluyati & Sadi, 2019). *Internet of things* memungkinkan benda di dunia nyata dapat terhubung ke internet untuk memberikan data yang didapatkan melalui sensor. Sensor yang dipakai untuk mengukur denyut jantung adalah sensor MAX30102. Sensor ini terdiri sumber pemancar yang berupa cahaya *infrared* dan *photodetector* yang letaknya berdekatan untuk mendapatkan denyut jantung (Muthmainnah & Tabriawan, 2022). Data data yang didapatkan dari sensor kemudian ditampilkan pada aplikasi android dan diproses oleh sistem fuzzy logic untuk mendapatkan klasifikasi kesehatan denyut jantung.

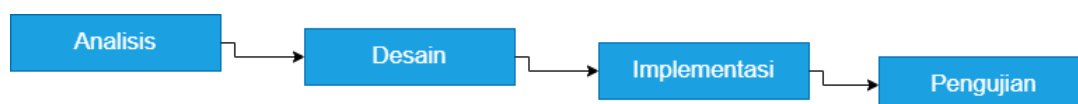
Fuzzy merupakan suatu bentuk logika yang sering digunakan untuk menangani situasi-situasi yang penuh ketidakpastian, berbeda dengan logika tegas yang umumnya terkait dengan sistem digital. Sistem digital terbatas pada penggunaan nilai 0 dan 1 sebagai dasarnya, sedangkan logika *fuzzy* dikenal dengan kemampuannya untuk menangani konsep-konsep yang lebih samar atau abu-abu (Hardini et al., 2022; Salendah et al., 2022) pada konsep *fuzzy inference* terdapat istilah fungsi keanggotaan (*membership function*) yang digunakan untuk mengungkapkan sejauh mana suatu variabel termasuk dalam himpunan fuzzy (Zamzani et al., 2022). Setelah menentukan fungsi keanggotaan, selanjutnya mendefinisikan aturan-aturan fuzzy (*fuzzy rule*) merupakan kumpulan aturan yang digunakan untuk menghasilkan nilai output (Hardini, Wijaya & Setyono, 2022).

Banyak penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan monitoring kondisi Kesehatan denyut jantung, dimana penelitian mereka mereka tidak disediakan fitur informasi kondisi denyut jantung pengguna, informasi yang disediakan hanya menampilkan jumlah bpm saja

(Ngabi et al., 2022; Lutfiyah & Awalia, 2022; Ulva et al., 2023; Yudhana & Putra, 2019) pada penelitian. Tidak adanya informasi tersebut membuat pengguna yang memiliki keterbatasan informasi tidak mengetahui apakah denyut jantung mereka tergolong normal atau terindikasi adanya kelainan. Dengan keterbatasan informasi pada penelitian sebelumnya salah satu tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan fitur klasifikasi kondisi yang belum di implementasikan oleh penelitian sebelumnya. Namun ada beberapa penelitian yang sudah menerapkan fitur klasifikasi kondisi denyut jantung. Dimana aplikasi yang telah dikembangkan tidak hanya menampilkan hasil pengukuran bpm saja melainkan juga menampilkan kondisi denyut jantung pengguna (Azmi & Bahar, 2022; Salamah et al., 2022). Namun parameter untuk mengkategorikan kondisi denyut jantung pada aplikasi mereka hanya menggunakan BPM dan umur saja. Berdasarkan hasil wawancara tenaga kesehatan, selain umur dan BPM (beats per minute) terdapat juga parameter lain untuk menentukan kondisi Kesehatan denyut jantung yaitu aktivitas yang sedang dilakukan oleh pasien/pengguna. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan penambahan parameter baru yaitu "aktivitas" sebagai variabel untuk menentukan kondisi denyut jantung seseorang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem berbasis Android yang menggabungkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan algoritma *fuzzy logic* untuk memantau dan memeriksa detak jantung pengguna. Data detak jantung ini disimpan sebagai riwayat kesehatan. Selain itu, aplikasi ini juga memiliki kemampuan untuk mengklasifikasikan kondisi kesehatan memanfaatkan algoritma *fuzzy logic*. Kondisi tersebut akan terus dipantau dan disimpan dalam menu riwayat kesehatan, sehingga jika terdapat kelainan dapat terpantau lebih dini.

METODE

Sistem ini dikembangkan dengan metode *waterfall* yang merupakan suatu pendekatan yang secara sistematis menggambarkan langkah-langkah yang harus diikuti secara berurutan dalam pengembangan perangkat lunak (Kurniawan et al., 2020). Metode *waterfall* biasanya melalui beberapa tahap pengembangan yakni tahapan analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian (Akbar & Gunawan, 2020). Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dimulai dari tahapan awal yaitu identifikasi masalah sampai pada tahapan akhir yaitu tahap pengujian.

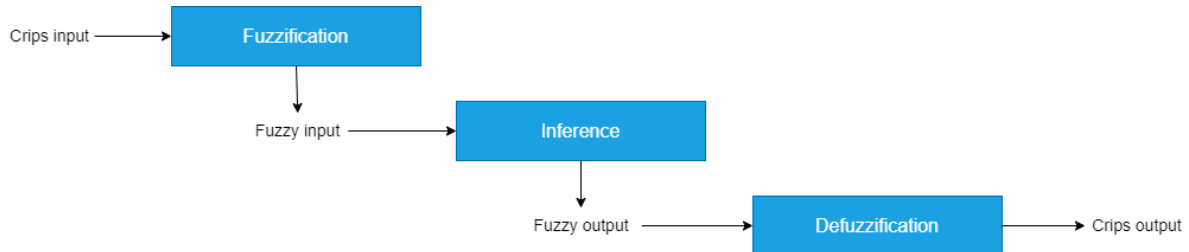


Gambar 1 Tahapan penelitian

Pada tahap analisis (*analysis*), langkah awal tahap ini adalah melakukan analisis terhadap sistem pengukuran denyut jantung yang saat ini masih berjalan di masyarakat tujuan utamanya adalah untuk menggambarkan secara komprehensif bagaimana sistem monitoring denyut jantung dikembangkan dan bagaimana sistem akan berinteraksi dengan pengguna. Tahap kedua adalah desain, pada tahap ini hasil analisis kemudian di representasikan ke dalam bentuk rancangan/desain sistem sebelum diimplementasikan ke dalam bentuk kode program. Tahap ketiga merupakan implementasi, desain/rancangan yang dihasilkan pada tahap kedua kemudian diubah kedalam bentuk kode program komputer menggunakan Bahasa pemrograman kotlin dengan *software* android studio untuk menghasilkan aplikasi android. Tahap terakhir adalah pengujian, Penelitian pengujian blackbox testing dan pengujian sensor. Adapun untuk pengujian sensor adalah dengan menggunakan "*Mean Absolute Percentage Error*" (MAPE) yaitu dengan cara mendapatkan rata-rata dari semua presentase *error* sensor.

Berdasarkan gambar 2, Metode *fuzzy* pada aplikasi ini diawali dengan memasukan *crisp input* yang berupa tiga *variable linguistic* yaitu BPM (beats per minute), umur dan aktifitas. Ketiga variabel tersebut akan di proses dalam *fuzzification* dengan membangun fungsi keanggotaan dari masing-masing *variable linguistic* untuk menghasilkan nilai yang memiliki

rentan 0-1. Hasil *fuzzification* yang berupa fuzzy input kemudian digunakan dalam proses *inference* yaitu proses penalaran dengan mendefinisikan aturan-aturan if then (*fuzzy rule*). Pada penelitian ini, terdapat 27 aturan *fuzzy* yang didefinisikan dari masing masing himpunan pada *variable linguistic*. Proses *inference* menghasilkan *fuzzy output* yang berupa kondisi-kondisi denyut jantung yang dihasilkan yaitu dengan mengikuti 27 aturan pada proses *inference*.



Gambar 2 Proses metode fuzzy

Proses *defuzzification* merupakan tahap terakhir, Metode *defuzzification* pada penelitian ini dengan menggunakan metode centroid. metode ini melibatkan perhitungan nilai tegas dengan menemukan titik tengah atau pusat berat himpunan keluaran fuzzy yang aktif. Berikut merupakan rumus untuk mendapatkan titik Tengah pada metode Centroid yang dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\text{Crips output} = \frac{\sum_i (y_i + \mu_i)}{\sum_i \mu_i} \quad (1)$$

Keterangan:

Output craps = nilai tegas yang dihasilkan

y_i = nilai pada sumbu y dari himpunan keluaran fuzzy yang aktif.

μ_i = tingkat keanggotaan dari himpunan keluaran fuzzy yang aktif pada titik y_i

i = indeks yang menunjukkan himpunan keluaran fuzzy yang aktif.

Tabel 1 Klasifikasi craps output

No	Jika craps output	Kondisi yang dihasilkan
1	<1	Lemah
2	>=1 & <=2	Normal
3	>2	Cepat

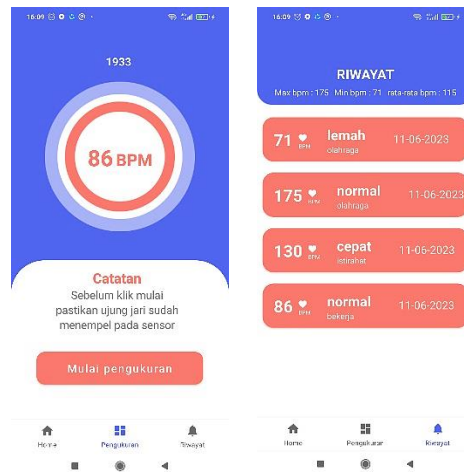
Berdasarkan tabel 1, setelah mendapatkan craps output yang berupa nilai tegas, untuk mendapatkan kondisi denyut jantung diterapkan klasifikasi berdasarkan keluaran craps output dari proses fuzzy, adapun klasifikasi yaitu jika <1 maka dikategorikan lemah, jika >1 dan <= 2 maka dikategorikan normal, dan jika > 2 maka dikategorikan cepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahapan analisis menghasilkan dokumen yang menjelaskan kebutuhan fungsional dan non fungsional. Kebutuhan fungsional menghasilkan analisis bagaimana sistem dikembangkan dan bagaimana sistem akan berinteraksi dengan pengguna. kebutuhan utama pada tahap analisis fungsional adalah sistem dapat melakukan pengukuran denyut jantung pengguna dan melakukan klasifikasi kondisi denyut jantung dari hasil pengukuran. Pada kebutuhan non fungsional menghasilkan analisis penggunaan software dan hardware untuk mengembangkan aplikasi seperti penggunaan database Firebase dan Mysql, penggunaan web server dengan

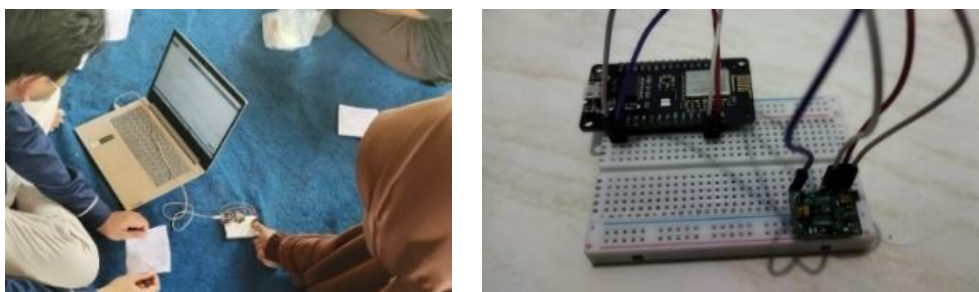
upaya edukasi kepada masyarakat. Pada bagian menu navigasi, terdapat tiga menu utama yaitu halaman home sebagai halaman utama, halaman pengukuran detak jantung dan juga halaman riwayat. Jika pengguna masuk pada halaman pengukuran maka pengguna akan diarahkan ke tampilan pada gambar 5.



Gambar 5. Halaman pengukuran dan hasil

Pada menu ini, terdapat fitur utama berupa pengukuran denyut jantung. Pengguna dapat memulai pengukuran dengan mengklik tombol "mulai pengukuran." Selama 60 detik, sistem akan terus mengambil data BPM pengguna dan menampilkannya hingga mendapatkan data BPM yang akurat. Hasil pengukuran akan dikirimkan ke halaman hasil. Di halaman hasil, data pengukuran akan diolah dan dapat disimpan sebagai riwayat pengukuran denyut jantung pengguna. Menu ini juga menggunakan metode *fuzzy logic*. Pengguna akan diminta untuk memilih aktivitas yang sedang mereka lakukan. Dengan tiga parameter ini, yaitu BPM, usia, dan aktivitas, sistem akan menghasilkan keluaran *fuzzy* berupa kondisi denyut jantung (Lemah, Cepat, Normal). Hasil tersebut dapat disimpan oleh pengguna pada halaman riwayat untuk memantau secara terus menerus.

Setelah proses implementasi, kemudian sistem diuji pada kegiatan posyandu desa Margoagung, kecamatan Seyegan, kabupaten Sleman, Yogyakarta. Pengujian dimulai dari tahap uji aplikasi dengan metode *blackbox testing*, uji hasil pengukuran denyut jantung dengan membandingkan hasil tersebut menggunakan alat oximeter. Dan pengujian terakhir adalah pengujian klasifikasi *fuzzy logic* membanding hasil klasifikasi aplikasi dengan dataset yang didapatkan dari pengumpulan data penelitian.



Gambar 6. Pengujian aplikasi dan sensor

Pengujian pertama yaitu pengujian dengan metode *blackbox testing*. Pada tabel 2 merupakan hasil pengujian *blackbox* yang diambil beberapa halaman utama saja. Hasil pengujian *blackbox testing* yang diambil dari 3 halaman utama saja. Yaitu halaman pengukuran

denyut jantung, halaman riwayat dan halaman hasil pengukuran. Selain ketiga halaman tersebut, sebenarnya pengujian dilakukan sebanyak 14 fungsionalitas aplikasi. Pengujian aplikasi dengan *blackbox testing* menunjukkan hasil yang sangat baik, dimana dari 14 fungsionalitas yang diuji semuanya menghasilkan nilai “benar” artinya aplikasi sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 2. Pengujian *black box*

Halaman yang diuji	Reaksi actor	Hasil sistem		Hasil
		Benar	Salah	
Halaman pengukuran	Mengklik tombol mulai pengukuran	Melakukan pengukuran denyut jantung selama 60 detik	Tidak Melakukan pengukuran denyut jantung	Benar
Halaman hasil	Menunggu pengukuran selama 60 detik / hingga selesai	Menampilkan halaman hasil pengukuran pengguna beserta hasil klasifikasi Kesehatan menggunakan algoritma fuzzy	Tidak menampilkan hasil pengukuran pengguna dan tidak melakukan klasifikasi kesehatan.	Benar
Halaman Riwayat	Mengklik halaman Riwayat	Menampilkan seluruh Riwayat pengukuran denyut jantung pengguna	Tidak Menampilkan seluruh Riwayat pengukuran denyut jantung pengguna	Benar

Tabel 3 Pengujian sensor MAX30102

No	Nama subjek	Umur	BPM (Hasil aplikasi)	BPM (hasil pengukuran oxi meter)	Selisih	Presentase Error
1	Subjek 1	34	87	90	3	3,3%
2	Subjek 2	56	90	85	5	5,8%
3	Subjek 3	40	67	73	6	8,2%
4	Subjek 4	30	80	82	2	2,4%
5	Subjek 5	17	71	65	6	9,2%
6	Subjek 6	45	70	72	2	2,7%
7	Subjek 7	40	82	80	2	2,5%
8	Subjek 8	21	97	86	11	12,7%
9	Subjek 9	62	62	69	7	10,1%
10	Subjek 10	36	67	74	7	9,4%
MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>)						2,5%

Pada tabel 3, memperoleh hasil pengujian dengan presentase error terendah adalah 2,5% dan tertinggi hanya mencapai 10,1%. Pengujian tersebut menghasilkan MAPE adalah sekitar 6,6%. Ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran BPM melalui aplikasi memiliki rata-rata kesalahan yang relative kecil yaitu sebesar 6,6% terhadap nilai yang sebenarnya yaitu hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat Oxi meter.

Pengujian terakhir adalah pengujian algoritma *fuzzy logic*. Pengujian algoritma *fuzzy logic* ini dilakukan dengan membandingkan hasil dari program dengan hasil yang sebenarnya

yaitu hasil yang didapatkan dari dataset penelitian berdasarkan wawancara dengan tenaga kesehatan.

Tabel 4 Pengujian sistem fuzzy

No	Jenis kelamin	BPM	Umur	Aktivitas	Fuzzy Output	Hasil Yang Sebenarnya
1	Perempuan	87	34	Duduk	Normal	Normal
2	Laki-laki	76	56	Istirahat	Normal	Normal
3	Laki-laki	67	40	Duduk	Normal	Normal
4	Laki-laki	123	55	Duduk	Cepat	Cepat
5	Laki-laki	106	17	Istirahat	Normal	Cepat
6	Laki-laki	56	35	Olahraga	Lemah	Lemah
7	Laki-laki	98	55	Istirahat	Cepat	Cepat
8	Laki-laki	126	21	Olahraga	Normal	Normal
9	Perempuan	132	22	Olahraga	Normal	Normal
10	Perempuan	67	36	Duduk	Normal	Normal

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4, dari 10 sample data percobaan klasifikasi kondisi denyut jantung dengan algoritma *fuzzy* menghasilkan 9 klasifikasi yang sesuai dan 1 tidak sesuai dengan hasil klasifikasi kesehatan yang sebenarnya. Data yang tidak sesuai terdapat pada baris ke 5 dimana fuzzy output yang dihasilkan dari aplikasi dikategorikan dalam kondisi “Normal” sedangkan hasil yang seharusnya dikategorikan dalam kondisi “cepat”.

Pembahasan

Aplikasi yang diberi nama *moniheart* merupakan aplikasi untuk melakukan monitoring dan pengukuran kondisi denyut jantung ini telah dilakukan beberapa pengujian. Berdasarkan hasil tabel 2 dari 14 fungsionalitas aplikasi yang di uji menunjukkan hasil kesesuaian dengan hasil yang diharapkan. Pengujian pada tabel 3 dilakukan untuk melihat seberapa besar presentase error yang dihasilkan oleh aplikasi dalam mengukur denyut jantung seseorang. Pengujian tersebut dilakukan dengan membandingkan hasil aplikasi dan juga hasil alat yang sudah teruji yaitu Oxi meter. Berdasarkan pengujian pada tabel 3, aplikasi menghasilkan rata-rata presentase error sebesar 6,6%. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki kesalahan pengukuran yang relative sedikit dengan hasil yang seharusnya. selain itu, sensor juga dapat mentransmisikan data denyut jantung pengguna dengan waktu yang raltive cepat dan langsung ditampilkan aplikasi android secara *realtime*. Selanjutnya berdasarkan hasil temuan dari tabel 4, implementasi dari algoritma *fuzzy logic* untuk melakukan klasifikasi kondisi denyut jantung berhasil dilakukan dengan dibuktikan dari 10 sampel data yang di uji memiliki tingkat error klasifikasi kecil yaitu sebanyak 1 sampel saja yang tidak sesuai dan 9 sampel data lainnya memiliki output yang sesuai dengan hasil yang sebenarnya. Klasifikasi yang tidak sesuai tersebut terdapat pada sampel ke 5 pada tabel 4. yaitu jika seseorang yang memiliki 106 BPM, umur 17 tahun dan aktivitas istirahat aplikasi menghasilkan *crisp output* sebesar 1,988 sehingga dikategorikan “normal” sesuai hasil pada tabel 1 jika *crisp output* < 2 maka dikategorikan “normal” oleh aplikasi, sedangkan berdasarkan hasil yang di dapatkan dari dataset pengujian dikategorikan dalam kondisi “cepat” karena ketika seseorang beristirahat pada umur 17 tahun detak jantung yang normal adalah sekitar 60-100 denyut per menit.

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya yang juga terkait dengan monitoring denyut jantung, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh (Salamah et al., 2022) pada pengujian sensor MAX30102 yang dilakukan pada penelitian mereka memiliki hasil yang tidak terlalu jauh dengan penelitian ini. Penelitian mereka menghasilkan rata-rata presentasi

error pengukuran denyut jantung sekitar 2,5% sedangkan pada penelitian ini memiliki presentase error sekitar 6,6%.

Penelitian yang dilakukan oleh Dian et al., (2021) menghasilkan pengukuran denyut jantung pada 3 sampel pengujian yang berbeda yaitu sebesar 141 bpm pada sampel pertama, 140 bpm pada sampel kedua dan 120 bpm pada sampel ketiga. Dengan aplikasi yang mereka bangun, Ketiga hasil pengukuran tersebut dikategorikan dalam kondisi “biasa” (normal). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Hariri et al., (2019) menghasilkan pengukuran sebesar 76 bpm. Pada penelitian mereka, hasil kondisi kesehatan dikategorikan kedalam kondisi “normal”. Jika dibandingkan dengan kedua penelitian sebelumnya, penentuan kondisi denyut jantung pada penelitian ini berbeda. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian pada tabel 4 dimana seseorang yang berumur 55 tahun jika sensor mendeteksi denyut sebanyak 98 bpm pada saat tidur/istirahat maka aplikasi moniheart akan mengkategorikan kondisi denyut jantung tersebut kedalam kategori “cepat” padahal dalam rentan 60-100 BPM masih dikatakan normal jika hanya dilihat dari BPM saja. Perbedaan hasil temuan tersebut dikarenakan pada penelitian ini ditambahkan dua indikator baru yaitu umur dan juga aktivitas pengguna. Sehingga dengan penambahan dua indikator tersebut, temuan pada penelitian ini menghasilkan penentuan kondisi kesehatan denyut jantung yang lebih akurat dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan BPM saja sebagai parameter untuk menentukan kondisi denyut jantung seseorang padahal terdapat banyak faktor yang mempengaruhi laju denyut jantung.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil membangun aplikasi untuk melakukan pengukuran dan klasifikasi kondisi denyut jantung pengguna. Aplikasi ini menghasilkan presentase error proses pengukuran dan klasifikasi denyut yang relative sedikit. Dengan aplikasi ini, pengguna dapat memantau kondisi denyut jantung mereka secara berkelanjutan meskipun tidak didampingi tenaga kesehatan ataupun melakukan pemeriksaan denyut jantung secara langsung. Hal ini memberikan kontrol lebih besar atas kesehatan mereka dan memungkinkan untuk segera mengambil tindakan jika terjadi perubahan pada denyut jantung.

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>
- Asmi, A. S., & Bahar, B. (2023). Model Monitoring Detak Jantung Berbasis Smartphone Menggunakan Nodemcu Esp8266. *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, 19(1), 299-308. <http://dx.doi.org/10.35889/progresif.v19i1.1131>
- Hariri, R., Hakim, L., & Lestari, R. F. (2019). Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things. *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, 9(3), 164-172.
- 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 Teknik Komputer)*, 13(2), 69-75. <https://doi.org/10.5281/3669.jupiter.2021.10>
- Gamara, A., & Hendryani, A. 2019. Rancang Bangun Alat Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Android. *Jurnal Sehat Mandiri*, 14(2). <https://doi.org/10.33761/jsm.v14i2.140>
- Hardini, A. A. S., Wijaya, I. N. S., & Setyono, D. A. (2022). Penilaian tingkat keberlanjutan ekonomi kampung industri di Kota Malang dengan pendekatan logika fuzzy. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 14(1), 9-20. <https://doi.org/10.21776/ub.takoda.2022.014.01.2>

- Herdiansyah, H., & Wasid, A. (2022). Sistem Monitoring Detak Jantung Dengan Sensor Max30102 Dan Suhu Dengan Sensor Ds18b20 Berbasis Android. *Teknologi Nusantara*, 4(2), 12-20. <https://doi.org/10.30999/teknu.v4i2.2406>
- Kurniawan, H., Apriliah, W., Kurniawan, I., & Firmansyah, D. (2020). Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Penggajian Pada Smk Bina Karya Karawang. *Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 14(4), 159-169. <https://doi.org/10.35969/interkom.v14i4.58>
- Lutfiyah, L., & Awalia, Y. (2022). Alat Pengukur Suhu, Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Gula Darah Berbasis Internet of Things. *JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, 11(1), 26-31. <http://dx.doi.org/10.32497/jtet.v11i1.4905.g108875>
- Muthmainnah, M., & Tabriawan, D. B. (2022). Prototipe alat ukur detak jantung menggunakan sensor MAX30102 berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 7(3), 163-176.
- Ngabi, A. N., Warsito, A., & Tarigan, J. (2022). Sistem Alat Ukur Detak Jantung Dan Nafas Manusia Menggunakan Arduino Uno. *Lontar Physics Today*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.26877/lpt.v1i1.10309>
- Priyulida, F., B Fona, Eriansyah Putra, & Situmorang, H. (2023). Penerapan Internet Of Things Untuk Memantau Aktivitas Jantung Berbasis Android. *Jurnal Mahajana Informasi*, 8(1), 44-48.
- Salamah, I., Afifa, S. N., & Hesti, E. (2022). Rancang Bangun Pendeteksi Penyakit Jantung menggunakan Teknik Algoritma Fuzzy Logic berbasis IoT. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(2), 176-185. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v6i2.6164>
- Salendah, J., Kalele, P., Tulenan, A., & Joshua, J. S. R. (2022). Penentuan Beasiswa Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web Scholarship Determination Using Web Based Fuzzy Tsukamoto Method. *Seminar Nasional Ilmu Komputer*, 2(1), 81-90.
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35-40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>
- Ulva, A. F., Fhonna, R. P., Yulida, D., Nur, M., & Setiawan, R. (2023). Aplikasi IoT Pemantauan Detak Jantung Pasien Lansia Beresiko Tinggi di RSCM Cut Mutia Lhokseumawe Berbasis Mobile. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1), 237-246. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i1.1979>
- Yudhana, A., & Putra, A. S. K. (2019). Prototype Deteksi Respon Denyut Nadi Dengan Heart Beat Sensor Berbasis Aplikasi Android. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 21(2), 51-55. <https://doi.org/10.14710/transmisi.21.2.51-55>
- Zaki, I. Y., Anifah, L., Baskoro, F., & Puspitaningayu, P. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(2), 14-22. <https://doi.org/10.26740/jte.v12n2.p14-22>
- Zamzani, Z. M., NA, Nurdiansyah, M., R., & Yana, B. Y. (2023). Deteksi Stres Manusia Melalui Analisis Tidur Dengan Metode Fuzzy. *Jurnal Teknologi, Industri, dan Informasi*, 1(1), 58-71.
- Zuhdi, M. M., Afroni, M. J., & Rahman, F. (2022). Sistem Monitoring Vital Sign Pada Tubuh Manusia Dengan Metode Deteksi Titik Ekstrim Untuk Mendeteksi Kelainan Ritme Jantung. *Science Electro*, 15(1), 1-7.