

Implementation of Internet of Things (IoT) In Heart Rate Measurement Tool

Mutia Zhafira*, Juli Sardi

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Padang, INDONESIA

*Corresponding Author, email : mutiazhafia71@gmail.com

Received 2023-11-30; Revised 2024-01-10; Accepted 2024-02-07

Abstract

The heart is one of the vital organs that plays an important role. Checking the condition of the heart is done by measuring the heart rate to find out whether it is beating normally or not as a first step to prevent heart disease. Therefore, this research aims to create an IoT-based heart rate monitor that is easy to use at any time. This research consists of making hardware which includes ESP32-C3, MAX30102 heart rate sensor, Beitian Bn-220 gps, 96"oled display and buzzer and software which includes Arduino IDE as system coding and Thinger.io platform as a medium for receiving and storing sensor data to facilitate a monitoring process. After testing, it was found that the average error of the MAX30102 heart rate sensor was 1.02%, and the difference between the distance of the coordinate points obtained by the Beitian gps with google maps was 3.79 metres indoors and 3.17 metres outdoors. Heart rate data and location points can also be stored in real time on Thinger.io and alerts can be received within 2 to 5 seconds. The results show that the system is working in line with the desired objectives.

Keywords: Heart Rate; ESP32-C3; MAX30102; Thinger.io; Alert Notification

1. Pendahuluan

Penentuan kesehatan dapat dilakukan dengan pemeriksaan TTV (Tanda-Tanda Vital) atau juga dikenal dengan istilah *vital sign*. Paramedis menggunakan detak jantung sebagai parameter terpenting untuk menentukan kesehatan fisik ataupun mental seseorang. Jantung merupakan organ vital dalam tubuh manusia yang akan berdampak signifikan terhadap organ lainnya jika fungsi jantung mengalami gangguan [1], [2], [3]. Fungsi utama jantung adalah mengedarkan darah ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah [4].

Salah satu jenis penyakit yang menjadi penyebab utama kematian di berbagai negara adalah penyakit jantung. Menurut data organisasi kesehatan dunia (WHO) menyebutkan bahwa penyakit jantung dan pembuluh darah menyebabkan lebih dari 17 juta atau sekitar 31% kematian di seluruh dunia dan sebagian besar disebabkan oleh penyakit jantung koroner yaitu sekitar 8,7 juta kematian [5] [6]. Mengetahui detak jantung diri sendiri secara teratur sangat diperlukan sebagai langkah awal mencegah penyakit jantung. Detak jantung diukur oleh satuan waktu BPM (*Beats Per Minute*). Detak jantung normal manusia yaitu antara 60 hingga 100 detak per menit dan merupakan parameter yang mengindikasikan kesehatan jantung [7]. Detak jantung seringkali diukur menggunakan metode manual dengan meraba pergelangan tangan dan menghitung detak jantung selama satu menit. Metode tersebut membutuhkan konsentrasi tinggi dalam perhitungannya, sehingga tidak efisien dan dianggap kurang akurat. Selain itu, metode seperti *auskultasi* dan ECG (*electrocardiograph*) juga sering digunakan, tetapi hanya dapat dilakukan oleh para ahli di bidangnya dan biaya untuk melakukan pemeriksaan detak jantung tersebut cukup mahal

[8]. Untuk memeriksa kondisi detak jantung, pada umumnya masyarakat terkendala biaya yang cukup mahal untuk sekali pemeriksaan maupun membeli alat cek kesehatan dan sibuk dengan aktivitas mereka sehingga tidak mempunyai waktu yang cukup untuk melakukan pengecekan ke fasilitas kesehatan. Oleh sebab itu diperlukan alat pemeriksaan dini yang dapat mengukur detak jantung dengan mudah, tepat dan bersifat *real time*.

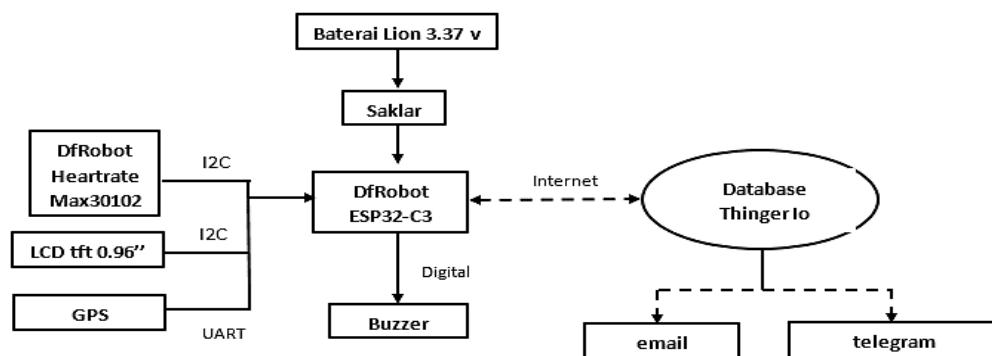
Penelitian terkait dengan alat pendeteksi detak jantung sudah pernah dilakukan sebelumnya, beberapa diantaranya yaitu Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan *Pulse Sensor* dan Lcd Berbasis Arduino Atmega 328 [9], Sistem Alat Ukur Detak Jantung dan Nafas Manusia menggunakan Arduino Uno [10] dan Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis IoT [11]. Namun penelitian tersebut masih memiliki kekurangan dalam segi informasi hasil pembacaan detak jantung yang tidak tersimpan secara otomatis, sehingga tidak ada rekam data detak jantung yang dapat ditinjau untuk mengetahui kondisi jantung secara berkala serta desain alat pada penelitian yang sudah dilakukan kurang praktis untuk digunakan dan dibawa kemana saja. Berdasarkan paparan tersebut menjadi referensi bagi penulis untuk merancang dan membuat alat ukur detak jantung berbasis *Internet of Things*. Alat ini digunakan sebagai pengukur detak jantung yang dapat digunakan dengan mudah kapan pun dan dimana saja, dengan hasil pengukuran detak jantung ditampilkan pada oled display dan juga dashboard platform *Thingier.io*. Data hasil pembacaan sensor *heart rate* beserta modul gps tersimpan secara otomatis pada platform tersebut sehingga hasil pembacaan detak jantung dapat ditinjau kembali.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan metode eksperimental. Informasi yang dapat dipercaya dari berbagai jurnal yang digunakan digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui studi literatur. Selanjutnya, digunakan metode ekperimental dalam perancangan, pembuatan dan pengujian pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk mencapai hasil yang diinginkan.

2.1 Blok Diagram

Blok diagram merupakan representasi dari sistem yang akan dirancang secara menyeluruh. Blok diagram digunakan sebagai media yang terdiri dari sebuah proses dan beberapa elemen ekstrena; Gambar berikut menunjukkan blok diagram pada penelitian ini.



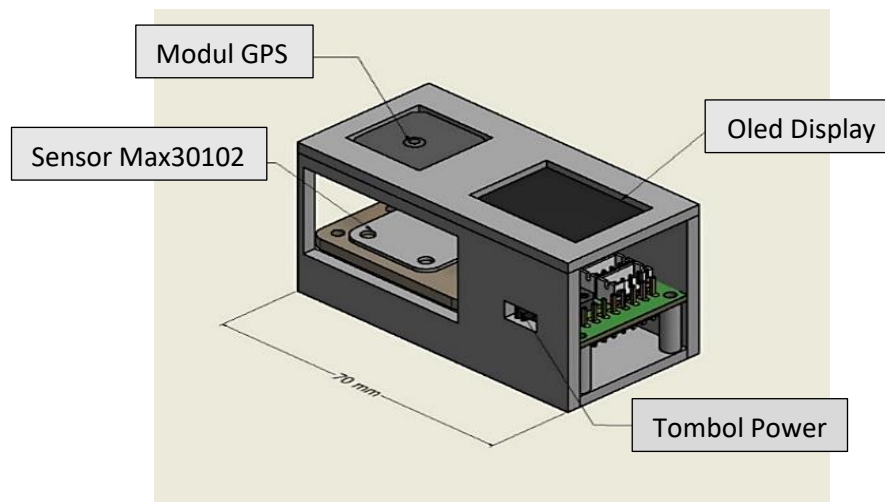
Gambar 1: Blok Diagram

Berdasarkan blok diagram sistem diatas dapat dijelaskan secara singkat bahwa pada sistem ini, mikrokontroller ESP32-C3 berfungsi sebagai pemroses utama untuk memproses data yang diperoleh dari sensor *heart rate* MAX30102 dan modul gps yang digunakan sebagai input. Sensor *heart rate* berfungsi untuk mendeteksi detak jantung dengan hasil keluaran

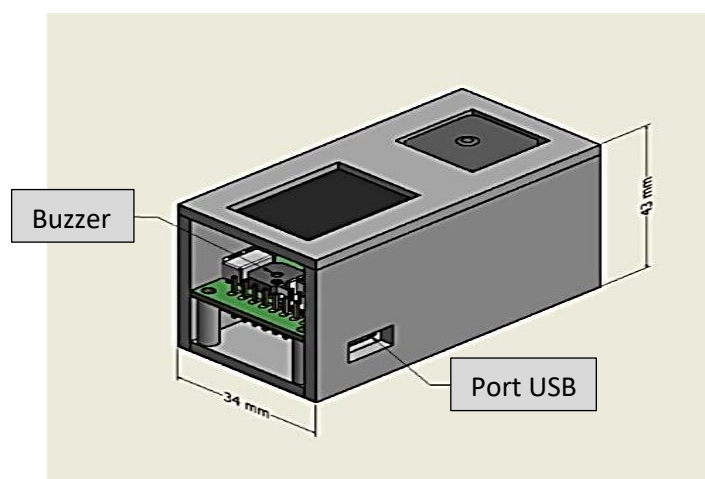
dalam satuan BPM dan modul gps berfungsi untuk mendapatkan titik lokasi saat alat digunakan dengan menangkap dan memproses sinyal yang diperoleh dari satelit [12]. Data yang sudah diproses oleh ESP32-C3 akan ditampilkan pada oled display dan dikirim secara *real time* ke platform Thinger.io yang terhubung melalui internet. Data yang diterima oleh Thinger.io akan ditampilkan pada *dashboard* dan tersimpan pada *data bucket*. Jika jumlah detak jantung yang terbaca tidak normal (Bpm <60 dan >100), maka *buzzer* akan aktif sebagai alarm peringatan. Notifikasi peringatan juga akan dikirim oleh Thinger.io yang berisikan titik lokasi pengguna melalui email dan telegram.

2.2 Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* adalah tahapan dalam proses pembuatan perangkat keras yang dilakukan agar mandapatkan hasil yang optimal. Perancangan tersebut meliputi perancangan box alat berukuran 70x3x43 mm yang didalamnya terdapat rangkaian komponen-komponen untuk sistem ini yang terdiri dari mikrokontroler ESP32-C3 sebagai pusat kontrol keseluruhan sistem, sensor *heart rate*, modul *gps*, *buzzer*, dan oled display.



Gambar 1: Rancangan *Hardware* Tampak depan

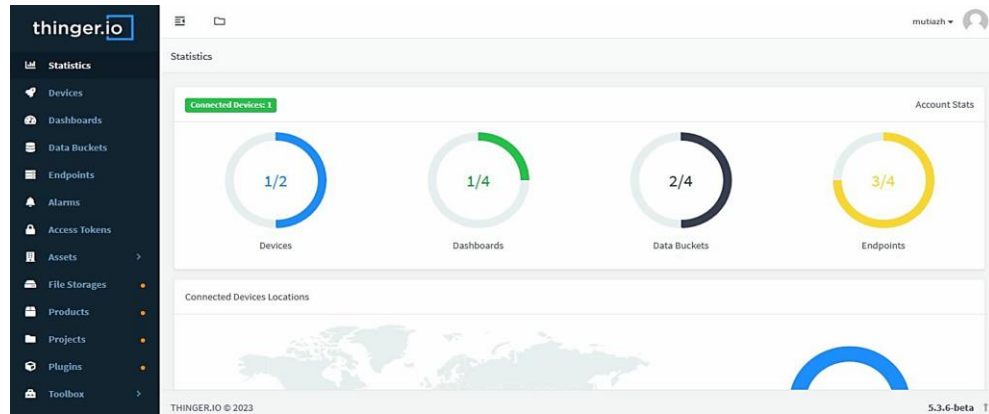


Gambar 2: Rancangan *Hardware* Tampak Belakang

2.3 Perancangan *Software*

Keseluruhan perancangan *software* menggunakan Arduino IDE. Kode-kode program dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Selanjutnya monitoring akan dilakukan

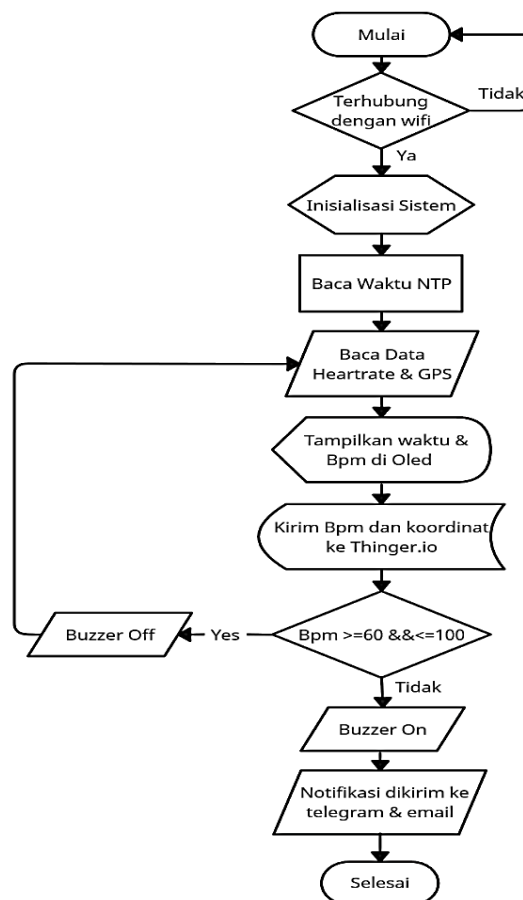
menggunakan platform Thingier.io. Data yang diterima oleh Thingier.io akan ditampilkan pada *dashboard* dan kemudian disimpan dan dapat dilihat pada *data bucket*. Untuk menghubungkan ESP32-C3 dengan Thingier.io harus memasukkan nama dan password yang digunakan, kode credential, nama user dan nama perangkat yang terdaftar pada platform Thingier.io.



Gambar 3: Tampilan Laman Thingier.io

2.4 Flowchart

Flowchart digunakan sebagai pemandu dalam pembuatan program untuk mengurangi kesalahan dan memastikan bahwa program yang dibuat merupakan algoritma yang sesuai. Berikut *flowchart* sistem untuk penelitian ini.



Gambar 2: Flowchart Sistem

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan agar diketahui apakah alat dan sistem yang telah dirancang dan selesai dibuat dapat bekerja sesuai fungsi yang diinginkan atau tidak. Pengujian dan analisa juga dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari keseluruhan sistem dan program yang telah dibuat.



Gambar 4: Bentuk Mekanik Alat

3.1 Pengujian Baterai

Pengujian yang dilakukan pada baterai adalah menguji tegangan dan waktu pengisian baterai. Baterai yang digunakan pada penelitian ini yaitu baterai sekunder li-ion (lithium ion) dengan tegangan 3,7 volt.

Tabel 1: Pengujian Tegangan Ketika Pengisian Baterai

Kondisi	Volt
Low Battery	0.99
Full battery	4.03

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui titik jenuh pada baterai berada pada kisaran 4,03 volt, sedangkan kapasitas pada baterai li-ion sendiri berkisar 3,7 volt. Pada pengujian ini menandakan adanya selisih tegangan baterai sebesar 0.33 volt. Hal ini bisa saja terjadi karena keluaran *charger* yang tidak stabil maupun kualitas baterai yang sudah menurun.

Tabel 2: Pengujian Tegangan Kerika Pemakaian Baterai

Waktu (menit)	Volt	Jam
0	4.03	23:57
10	4.01	23:07
20	3.99	23:17
30	3.96	23:27
40	3.93	23:37
50	3.9	23:47
60	3.87	23:57
70	3.85	00:07
80	3.83	00:17
90	3.8	00:27

Berdasarkan tegangan yang terbaca, persentase kapasitas baterai dapat diketahui menggunakan rumus dibawah ini [13].

$$\text{Persentase Kapasitas Baterai} = \frac{(V_{read}-V_{min})}{(V_{max}-V_{min})} \times 100 \quad (1)$$

Dari data yang diperoleh pada tabel 2 terlihat bahwa terjadi penurunan tegangan sebesar 0,23 volt dalam kurun waktu 1,5 jam pemakaian dari kondisi baterai penuh (100%) dengan tegangan awal 4,03 volt. Tegangan baterai pada menit ke 90 sebesar 3,8 volt dengan persentase kapasitas baterai 92%. Dari data tersebut dapat dilihat juga bahwa waktu pemakaian dengan tegangan baterai berbanding terbalik, semakin bertambah waktu pemakaian maka tegangan baterai semakin menurun.

Tabel 3: Waktu Pengisian dan Pengosongan Baterai

Waktu Pengisian Baterai	Waktu Pengosongan Baterai
53 menit	2 jam 45 menit

3.2 Pengujian Sensor *Heart Rate* MAX30102

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor *heart rate* yang digunakan melalui pengujian terhadap lima orang responden dengan sepuluh kali percobaan. Detak jantung responden diukur menggunakan alat yang telah dikembangkan kemudian membandingkannya dengan tensimeter dan Oppo *smartwatch*.

Tabel 4 : Hasil Pengukuran Detak Jantung Sensor *Heart rate* dan Tensimeter

Nama	Usia	Jenis Pengukuran	Detak Jantung (BPM)										Rata-rata (BPM)	Error rate (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Rere	20	HR Max 30102	97	93	98	102	114	108	97	108	105	102	102.4	0.39
		Tensimeter	92	96	102	102	113	106	97	107	103	102		
Arif	26	HR Max 30102	82	87	94	92	93	97	98	97	93	95	92.8	0.32
		Tensimeter	83	86	90	90	90	97	101	97	93	98		
Agi	30	HR Max 30102	76	75	74	71	71	79	82	81	82	81	77.2	2.25
		Tensimeter	71	72	72	73	72	77	79	80	80	79		
El	57	HR Max 30102	74	76	69	74	74	71	71	74	68	70	72.1	1.69
		Tensimeter	72	71	72	73	72	73	72	70	67	67		
Des	63	HR Max 30102	94	93	97	93	94	93	95	88	92	93	93.2	0.43
		Tensimeter	94	96	93	93	92	93	91	90	93	93		
Rata-rata Error Rate												1.016		

Untuk menghitung tingkat kesalahan (*error rate*) pada perbandingan pengukuran detak jantung dapat digunakan persamaan sebagai berikut [14].

$$E = \frac{(|Rp-Rs|)}{Rp} \times 100\% \quad (2)$$

Tabel 5: Hasil Pengukuran Detak Jantung *Sensor Heart Rate* dan *Oppo Smartwatch*

Nama	Usia	Jenis Pengukuran	Detak jantung (BPM)										Rata-rata (BPM)	Error rate (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Rere	20	HR Max 30102	98	95	100	101	96	102	104	103	107	108	101.4	0.68
		Smartwatch	98	97	101	101	98	105	104	105	103	109	102.1	
Arif	26	HR Max 30102	88	96	97	102	103	97	96	98	98	98	97.3	0.71
		Smartwatch	90	96	96	99	103	102	100	100	96	98	98	
Agi	30	HR Max 30102	85	83	82	80	83	79	79	83	85	86	82.5	1.31
		Smartwatch	83	83	84	82	85	81	82	84	86	86	83.6	
El	57	HR Max 30102	72	73	70	71	74	76	74	68	66	70	71.4	1.24
		Smartwatch	71	73	72	74	76	73	75	68	69	72	72.3	
Des	63	HR Max 30102	94	91	90	91	92	88	90	92	96	91	91.5	1.18
		Smartwatch	90	94	90	96	92	92	93	93	96	90	92.6	
Rata-rata Error Rate												1.024		

Berdasarkan data yang didapat pada kedua tabel di atas menunjukkan bahwa masing-masing alat memiliki nilai yang bervariasi, namun rata-rata sensor *heart rate* MAX30102 tidak jauh berbeda dengan rata-rata yang didapat oleh tensimeter dan *Oppo smartwatch*, yaitu dengan akurasi 98,97% untuk tensimeter dan 98,98% untuk *Oppo smartwatch*. Selisih nilai pengukuran detak jantung (Bpm) yang cukup jauh bisa saja terjadi apabila saat pengukuran responden melakukan pergerakan. Setiap alat pengukur detak jantung baik ECG, tensimeter digital, *smartwatch*, bahkan sensor *heart rate* ataupun pulse sensor, diketahui sangat sensitif terhadap gerakan. Setelah dilakukan pengujian dan analisa diketahui bahwa pengukuran detak jantung oleh sensor *heart rate* MAX30102 cukup baik dengan rata-rata *error* 1,02% yang artinya sensor ini memungkinkan untuk mengukur detak jantung secara baik dan akurat.

3.3 Pengujian Buzzer

Pengujian pada *buzzer* berfungsi untuk mengetahui kinerja yang dihasilkan oleh *buzzer* apakah sudah sesuai dengan yang telah diprogram. pengujian dilakukan dengan melihat responsifitas melalui sepuluh kali percobaan. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 6: Pengujian *Buzzer*

Sensor <i>Heart rate</i> (Bpm)	<i>Buzzer</i>
101	On
88	Off
86	Off
119	On
95	Off
76	Off
104	On
87	Off
103	On
100	Off

Berdasarkan hasil pengujian respon *buzzer* pada tabel 6, didapatkan bahwa ketika detak jantung dalam kondisi normal *buzzer* akan tetap dalam kondisi *off*, namun saat detak jantung dalam kondisi abnormal *buzzer* akan merespon dengan aktifnya alarm (*on*). Hal ini menunjukkan bahwa *buzzer* dapat berfungsi dengan baik dan bekerja sesuai dengan yang telah diprogramkan.

3.3 Pengujian GPS Beitian BN-220

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan data lokasi yang didapatkan oleh modul GPS dengan GPS *smartphone* dalam kondisi saat di dalam dan luar ruangan. Selisih koordinat hasil pengukuran dihitung dengan metode *haversine* [15]. Berikut persamaan yang digunakan.

$$\text{Rumus Haversine} = 2r \sin^{-1} \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right) \quad (3)$$

Tabel 7: Titik Koordinat Dalam Ruangan

Koordinat GPS Bietian BN-220		Koordinat Google Maps		Selisih (meter)
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
-0.9201848	100.4623184	-0.920189	100.462360	4.64
-0.9202146	100.4624099	-0.9202136	100.4623613	2.41
-0.9201971	100.4623184	-0.9201965	100.4623626	4.32
Rata-rata selisih				3.79

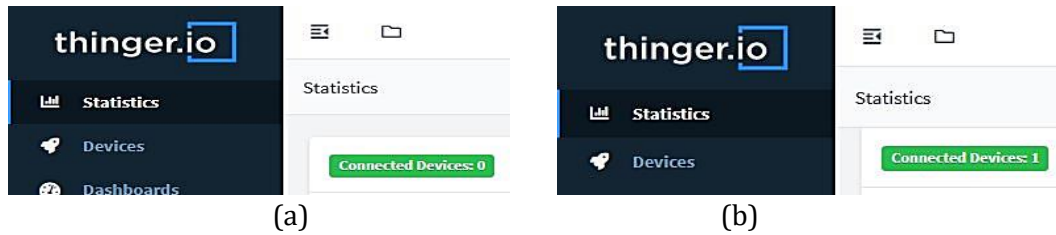
Tabel 8: Titik Koordinat Luar Ruangan

Koordinat GPS Beitian Bn-220		Koordinat Google Maps		Selisih (meter)
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
-0.9202054	100.4623184	-0.9202032	100.4623422	2.65
-0.9202368	100.4623031	-0.9202354	100.4623351	3.56
-0.9202026	100.4622802	-0.9202032	100.4623100	3.31
Rata-rata selisih				3.17

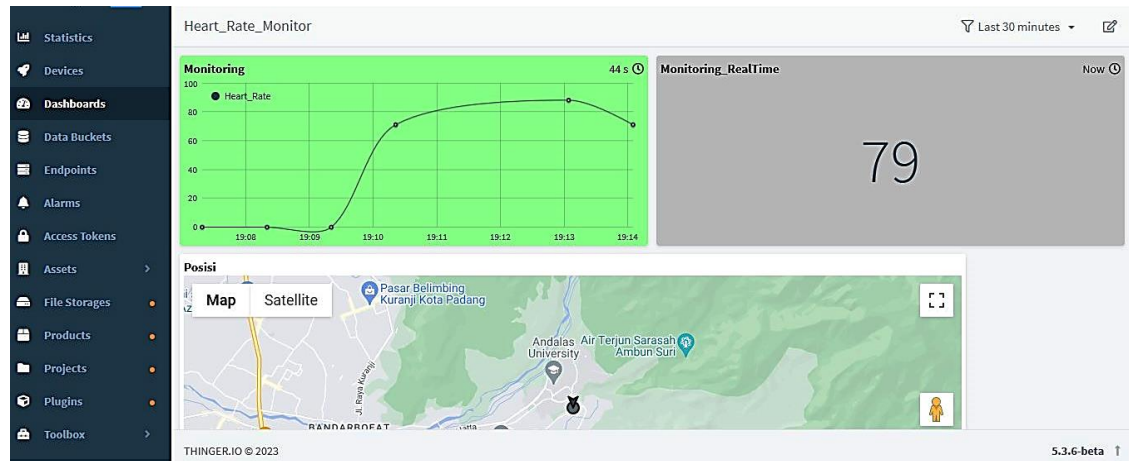
Berdasarkan data koordinat yang didapat pada saat berada dalam ruangan selisih jarak berkisar diantara 2 hingga 4 meter dengan nilai rata-rata selisih 3,79 meter sedangkan untuk pengujian di luar ruangan didapatkan selisih jarak berkisar antara 2 hingga 3 meter dengan nilai rata-rata selisih 3.17 meter. Rata-rata selisih saat berada dalam ruangan memiliki selisih jarak lebih besar dibandingkan dengan saat di luar ruangan. Hal tersebut dikarenakan saat berada dalam ruangan sinyal gps dapat terpantul maupun terblokir sehingga mengakibatkan terjadinya kesalahan ataupun penundaan penentuan koordinat.

3.3 Pengujian Thinger.io dan Notifikasi Peringatan

Hasil pengujian diperoleh dari hasil respon data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ke database untuk mengetahui sistem pemantauan data di *platform* Thinger.io dapat beroperasi dengan baik dan bekerja secara *real time*.



Gambar 5: (a) Thinger.io Tidak Terkoneksi Dengan Device (b) Thinger.io Terkoneksi Dengan Device



Gambar 6: Tampilan Dashboard Thinger.io

Tampilan *dashboard* platform Thinger.io telah didesain untuk menampilkan parameter yang diamati pada alat deteksi detak jantung. Pada gambar 6, dapat dilihat bagian laman *dashboard* terdapat *widget time series chart* yaitu grafik detak jantung dalam kurun waktu tertentu kemudian *widget value*, menampilkan jumlah detak jantung *real time* yang mempunyai keluaran sama dengan oled display dan juga *widget google map*, menampilkan titik lokasi saat alat digunakan. Hasil pengujian juga didapatkan bahwa sistem pemantauan pada platform Thinger.io selalu berubah dalam satuan waktu yang menandakan perubahan nilai yang didapatkan dilakukan secara *real time*.

Tabel 9: Hasil Pengujian Responsifitas Notifikasi

Timestamp Buzzer	Timestamp Telegram	Selisih (detik)	Timestamp Email	Selisih (detik)	Keterangan
19:24:04	19:24:07	3	19:24:10	6	Terkirim
19:27:40	19:27:42	2	19:27:45	5	Terkirim
19:32:32	19:32:34	2	19:32:37	5	Terkirim
21:47:07	21:47:10	3	21:47:11	4	Terkirim
21:54:20	21:54:22	2	21:54:24	4	Terkirim
Rata-rata		2.4		4.8	

Melalui data hasil pengujian responsifitas notifikasi pada tabel 9, diketahui bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan dari saat *buzzer* aktif hingga notifikasi telegram diterima adalah sekitar 2,4 detik dan 4,8 detik untuk notifikasi email diterima, di mana waktu tersebut cukup responsif dan efisien saat digunakan.

3.4 Pengujian Keseluruhan

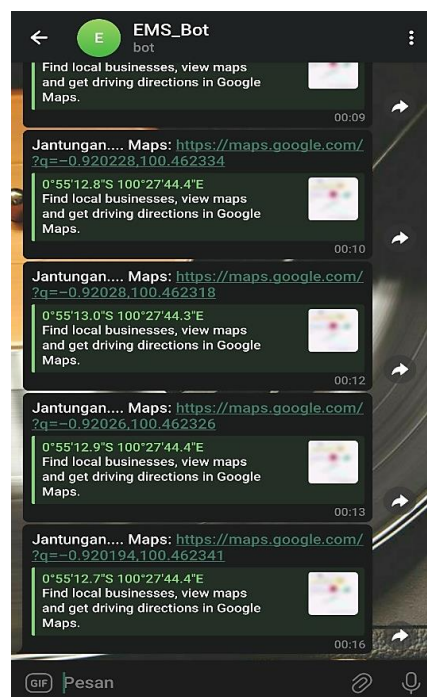
Tabel 10: Hasil Pengujian Sistem Saat Detak Jantung Normal

BPM	Lokasi		Notifikasi		
	Latitude	Longitude	Buzzer	Telegram	Email
90	-0.667770	100.153198	Off	-	-
71	-0.667807	100.153305	Off	-	-
86	-0.667936	100.153259	Off	-	-
97	-0.667887	100.153343	Off	-	-
77	-0.667714	100.153106	Off	-	-

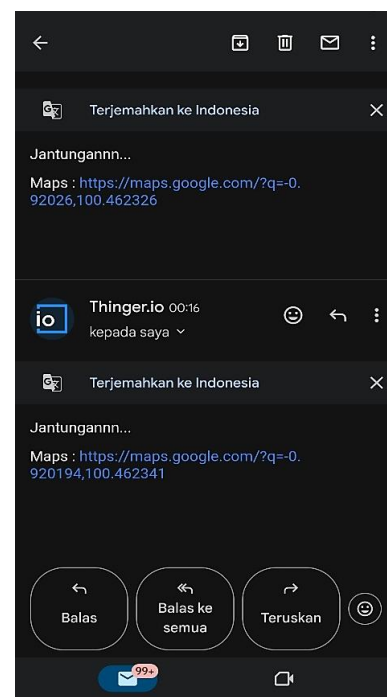
Berdasarkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan didapatkan bahwa disaat detak jantung pengguna berada dalam kondisi normal data akan terkirim dan tersimpan ke platform Thinger.io, sama halnya dengan titik koordinat akan tersimpan saat GPS mendapatkan sinyal dan mendapatkan titik koordinat pengguna berupa latitude dan longitude serta *buzzer* akan tetap *off* dan tidak akan mengirim notifikasi peringatan berupa pesan telegram maupun dan email.

Tabel 11: Hasil pengujian Sistem Saat Detak Jantung Abnormal

BPM	Lokasi		Notifikasi		
	Latitude	Longitude	Buzzer	Telegram	Email
111	-0.667811	100.153152	On	Terkirim	Terkirim
110	-0.667679	100.153205	On	Terkirim	Terkirim
102	-0.667781	100.153198	On	Terkirim	Terkirim
113	-0.667784	100.153205	On	Terkirim	Terkirim
120	-0.920190	100.462333	On	Terkirim	Terkirim



(a)



(b)

Gambar 7: (a) Notifikasi Telegram (b) Notifikasi Email

Sedangkan disaat detak jantung pengguna kurang dari 60 bpm dan lebih dari 100 bpm (abnormal), maka *buzzer* secara otomatis akan aktif dan platform Thinger.io mengirimkan notifikasi berupa telegram dan email yang berisikan titik lokasi pengguna. Setelah melakukan pengujian secara keseluruhan, maka didapatkan sistem bekerja sesuai dengan fungsi dan kegunaannya .

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan terhadap alat ukur detak jantung berbasis IoT yang dibuat dapat disimpulkan bahwa, alat ini berfungsi dan berjalan dengan baik pada saat mengukur detak jantung, menyimpan data dan mengirimkan notifikasi peringatan, sesuai rancangan dan prinsip kerja. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran detak jantung dapat dilakukan secara *real time*, kapan pun dan dimana saja dengan hasil pembacaan detak jantung yang dapat ditinjau kembali pada platform Thinger.io. Dengan demikian, alat ukur detak jantung berbasis IoT diharapkan dapat membantu masyarakat yang menggunakan alat ini untuk memeriksa jumlah detak jantung agar kondisi jantung dapat diketahui secara *real time* dengan biaya yang relatif murah, efektif dan mudah digunakan.

Tata Nama

Vread	arti dari tegangan yang terbaca
Vmin	arti dari tegangan minimum baterai
Vmax	arti dari tegangan maximum baterai
E	arti dari error rate (%)
Rp	arti dari rata-rata pembanding (Bpm)
Rs	arti dari rata-rata sensor heart rate MAX30102 (Bpm)
()	Nilai mutlak yang mana bilangan negatif akan menjadi positif dan nilai positif tetap positif
r	arti dari rata-rata pembanding (Bpm)
Ø1	arti dari nilai koordinat latitude modul GPS
Ø2	arti dari nilai koordinat latitude referensi
φ1	nilai koordinat longitude modul gps
φ2	nilai koordinat longitude referensi

Kontribusi Penulis

Mutia zhafira : Mengembangkan ide penelitian, meamerancang sistem perangkat keras dan perangkat lunak, melakukan eksperimen, mengolah dan menganalisis data, serta menulis manuskrip. Juli Sardi S.Pd, M.T : Memberikan ide penelitian, memberikan bimbingan, arahan, kritik dan saran serta mengawasi proses penelitian.

Pernyataan Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima hibah khusus atau dukungan keuangan dari lembaga manapun di sektor publik, komersial, atau nirlaba.

Ucapan Terima kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberi inspirasi, membimbing, memberi kritik yang membangun dan arahan yang berharga dalam proses

penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada *reviewer* dalam membantu memperkuat kualitas dari artikel yang dibuat.

Referensi

- [1] W.A. Murthi and H. Haryanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Mikrokontroler Atmega 16," *Go Infotech.*, vol. 20, no. 1, pp. 18-24, Jun. 2014
- [2] R. Hariri, L. Hakim and R.F. Lestari, "Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD3282 Berbasis Internet of Things," *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer.*, vol. 9, no. 3, pp. 164-172, 2019, doi: 10.22441/incomtech.v9i2.70705
- [3] J. Dian, F.D. Silalahi and N.D. Setiawan, "Sistem Monitoring Detak Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android," *JUPITER (Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknik Komputer.*, vol. 13, no. 2, pp. 69-75, Okt. 2021
- [4] Muhajirin, Ashari and A.F.T. Sanga, "Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Berbasis Arduino dengan Tampilan Personal Computer," *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi.*, vol. 8, no. 1, pp. 31-41, Jun. 2018
- [5] L. Hakim, "Aplikasi Rancangan Alat Pendeteksi Detak Jantung Manusia Menggunakan Avr 16 Berbasis Global System for Mobile Communication," *Jurnal TIPS: Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Sekayu.*, vol. 6, no. 1, pp. 65-72, Jun. 2017
- [6] A.W. Nugraha, I. Prasteyo and Taryudi, "Alat Monitoring Detak Jantung, Kadar Oksigen dalam Darah dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things ". *Autocracy : Jurnal Otomasi, Kendali dan Aplikasi Industri.*, vol. 7, no. 1, 42-47, Jun. 2020, doi: 10.21009/autocracy.071.7
- [7] D. Anugrah, A.B. Pantjawati and Y. Somantri, "Rancang Bangun Pengukur Laju Detak Jantung Berbasis PLC Mikro," *Jurnal Electronics, informatics, adn Vocational Education (ELINVO).*, vol. 1, no. 3 pp. 163-170, Nov. 2016, doi: 10.21831/elinvo.v1i3.10857
- [8] M.F. Rustan, "Aplikasi Monitoring Denyut Jantung Berbasis Android," *Journal of Computer and Information System (J-CIS).*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10, Sept. 2018, doi: 10.31605/jcis.v1i1.225
- [9] A. Fattah and G.P. Wardana, "Perancangan Alat Pengukur Denyut Jantung Menggunakan Pulse Sensor dan LCD Berbasis Arduino Uno Atmega 328," *Jurnal Teknik Elektro Uniba.*, vol. 1, no. 2, pp. 24-30, Apr. 2017
- [10] A.N. Ngabi, A. Warsito and J. Tarigan, "Sistem Alat Ukur Detak Jantung Manusia dan Nafas Manusia Menggunakan Arduino Uno," *Lontar Physics Today.*, vol. 1, no. 1. pp. 1-8, Feb. 2022, doi:10.26877/lpt.v1i1.10309
- [11] D.E. Savitri, "Gelang Pengukur Detak jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT)," *Bachelor's Thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.*, Jan. 2020
- [12] S. Alfeno and R.E.C. Devi, "Implementasi Global Positioning System (GPS) dan Location Based Service (LBS) Pada Sistem Informasi Kereta Api Untuk Wilayah Jabodetabek," *Jurnal Sisfotek Global.*, vol. 7, no. 2, pp. 27-33, Sept. 2017
- [13] R.H. Syamsudin and A. Rusdinar, "Pemantauan Posisi Dan Kapasitas Daya Baterai Pada Automated Guided Vehicle Menggunakan Encoder Dan Voltage Sensor," *eProceedings of Engineering.*, vol. 8, no. 5, pp. 4331-4353, Okt. 2021
- [14] F. Akbar, P. Maulana and H. Fitriyah, "Sistem Monitoring Denyut Jantung Menggunakan NodeMCU dan MQTT," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer.*, vol. 2, no. 12, pp. 5969-5976, Des. 2018
- [15] A. Budiyanto and A.J.P. Mardana, "Prototipe Sistem Deteksi Jantung Manusia dan Lkasi Berbasis Internet of Things (IoT)," *Aviation Electronics, Information Technology, telecommunication, electricals, Controls.*, vol. 3, no. 1, pp. 83-8, Feb. 2021