

Prototipe Sistem Deteksi Jantung Manusia dan Lokasi Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Almira Budiyanto*, Ardymas Jati Putu Mardana
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
* email: almira.budiyanto@uii.ac.id

Abstract

The deaths caused by heart and blood vessel diseases reached 17.7 million people or 32.26 percent of total deaths in the world. The representation of heart health can be seen from the number of heart rate (HR) and oxygen saturation (SpO₂). The purpose of this study is to determine the condition of the human body through the number of heartbeats and SpO₂ using the MAX30100 sensor and to be able to find out the location of the patient via GPS Adafruit Ultimate Breakout. GPS calibration uses two calculation methods, namely using the Haversine formula and using the distance measurement feature on Google Earth. The method is then compared to get the difference between the coordinates obtained by the smartphone GPS as a reference with the patient's GPS. The HR measurement calibration on the MAX30100 sensor is then compared with the pulse on the wrist for accuracy.. The results of this study indicate the level of coordinate accuracy obtained by GPS Adafruit is not more than 5 meters. The average HR accuracy value is 98,23 percent and the SpO₂ calibration results get an accuracy of 98,99 percent. The waiting time required for the GPS to receive coordinates from the satellite with the GPS condition uncovered by the casing is about 7 to 13 minutes, while when the casing is closed the GPS cannot get the coordinates. MAX30100 can work optimally and obtain accurate values when the patient is in a relaxed position and does not do too much movement.

Keywords — GPS Adafruit, Heart Rate, SpO₂.

1. Pendahuluan

Salah satu penyakit berbahaya yang menimbulkan kematian pada penderitanya adalah penyakit jantung. Berdasarkan data The Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) (2016) menunjukkan bahwa kematian di dunia yang disebabkan oleh penyakit jantung dan pembuluh darah mencapai 17,7 juta jiwa atau sekitar 32,26% total kematian di dunia [1]. Jantung merupakan salah satu organ vital manusia. Representasi kesehatan jantung dapat dilihat dari jumlah detak jantung (*HR*) dan saturasi oksigen (*SpO₂*). Usia dan kondisi tubuh dapat mempengaruhi jumlah detak jantung dan *SpO₂* pasien. Ketika fungsi jantung tidak normal maka akan timbul kelainan atau penyakit pada tubuh manusia. Untuk orang dewasa normal di atas 18 tahun, detak jantung harus berada dalam kisaran 60-100 BPM tergantung dengan kondisi fisik dan usia, sedangkan untuk anak-anak berada dalam kisaran 70-100 BPM. Saat ini pengecekan detak jantung dilakukan secara manual pada pergelangan tangan per menit. Pengukuran tingkat saturasi oksigen (*SpO₂*) dapat digunakan untuk deteksi dini gejala hipoksia yaitu kondisi dimana kadar oksigen dalam darah terlalu rendah.

Alat ukur digital detak jantung dan *SpO₂* yang dijual dipasaran tidak dapat dipantau dari jarak jauh. Untuk mendapatkan informasi tersebut diperlukan sistem yang dapat merekam informasi denyut jantung dan saturasi oksigen serta dapat dipantau di daerah yang terpencil [2]. Pemantauan jarak jauh kondisi tubuh pasien terkini dapat membantu tenaga medis maupun keluarga mengetahui kondisi terkini pengguna [3]. Kemajuan teknologi dibidang kesehatan yang berkembang sangat pesat menciptakan alat-alat kesehatan berbasis nirkabel yang dapat dipantau dari jarak jauh. Salah satu implementasinya adalah *E-Health* yang menurut WHO

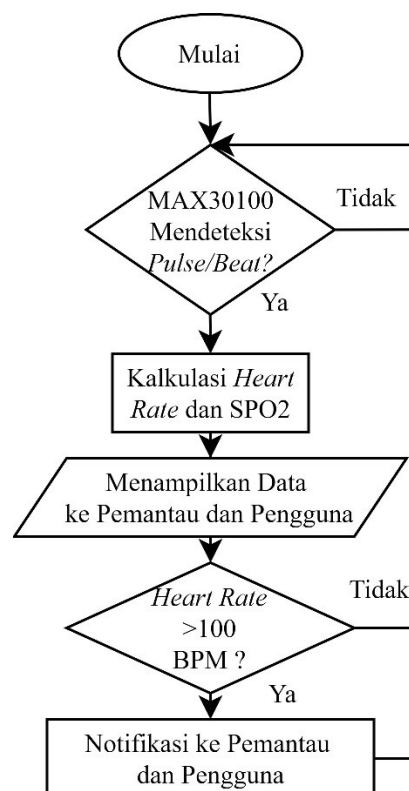
sebagai pemanfaatan perangkat elektronik untuk mengelola sumberdaya kesehatan dan pemeliharaan kesehatan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tentang sistem komunikasi dengan membuat *prototype* instrumen alat yang dapat mengirimkan informasi detak jantung, SpO2 dan lokasi seseorang (pasien) menggunakan sensor MAX30100, GPS dan ESP826 ke *smartphone* melalui koneksi internet. Koneksi internet pada prototipe memerlukan *access point wifi* yang stabil. Pasien juga dapat mengetahui kondisinya pada layar LED yang terpasang di pergelangan tangan. Prototipe dapat digunakan untuk pasien dengan aktivitas rendah (posisi duduk atau tidur) di rumah sakit maupun pasien yang sedang dalam perjalanan ke rumah sakit menggunakan *ambulance* agar dapat dipantau oleh dokter maupun keluarga. Apabila detak jantung dalam kondisi tertentu, notifikasi akan dikirim ke pemantau melalui koneksi internet dan ke LED pasien. Orang di sekitar pasien dapat mengetahui kondisi pasien dan pemantau dapat langsung menuju lokasi pasien berdasarkan koordinat dari GPS yang terpasang, sehingga pasien dapat segera mendapatkan pertolongan. Penelitian ini perlu dilakukan agar monitoring kondisi pasien dapat segera diketahui oleh dokter maupun keluarga dari jarak jauh.

2. Metode Penelitian

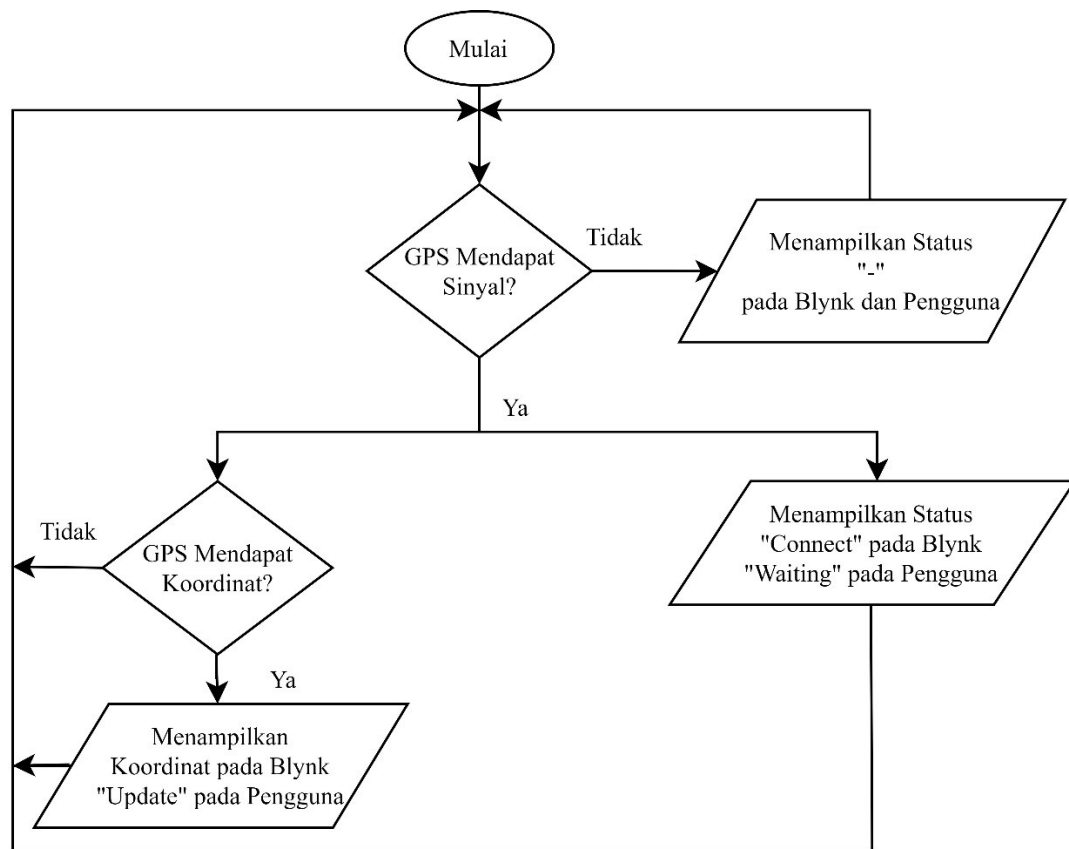
2.1 Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahap ini, perancangan perangkat lunak menggunakan *software* Arduino IDE sebagai pemroses data menggunakan D1 Mini dan aplikasi Blynk untuk menampilkan data di *smartphone*. Untuk menghubungkan D1 Mini dengan Blynk, terdapat pin/token khusus yang harus dimasukkan ke dalam program. Terdapat dua sensor utama dalam penelitian ini yaitu GPS dan MAX30100. Agar MAX30100 dapat menampilkan data *HR* dan SpO2, memerlukan *library* dari Oxulio Intersecans untuk Maxim-IC MAX30100 yang dapat diunduh melalui *Library Manager* Arduino IDE. Cara kerja sistem dari sensor MAX30100 dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



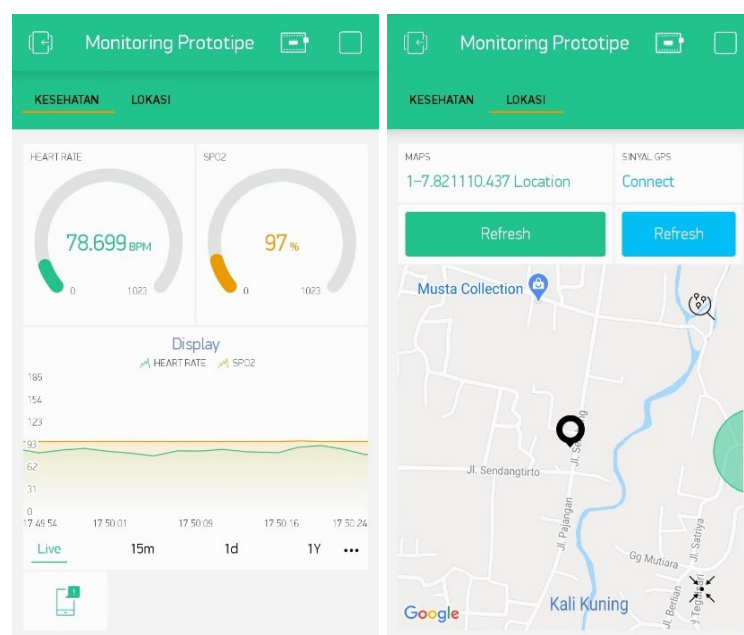
Gambar 1. Cara kerja MAX30100

GPS dapat menampilkan beragam navigasi seperti jam, tanggal, koordinat, kecepatan dalam knots, sudut, ketinggian, satelit dan lain lain. Namun, pada penelitian ini hanya menampilkan koordinat *longitude* dan *latitude* dalam derajat atau *degrees*. Cara kerja sistem GPS dalam penelitian ini seperti Gambar 2.

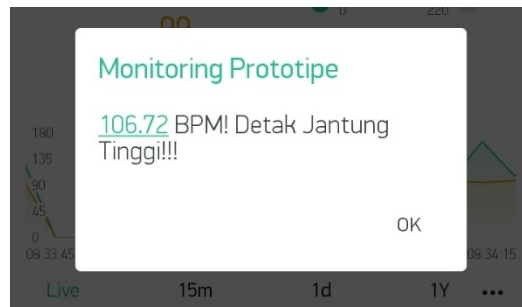


Gambar 2. Cara kerja GPS

Tampilan utama pada aplikasi Blynk ditunjukkan pada Gambar 3 dan notifikasi detak jantung ditunjukkan pada Gambar 4.



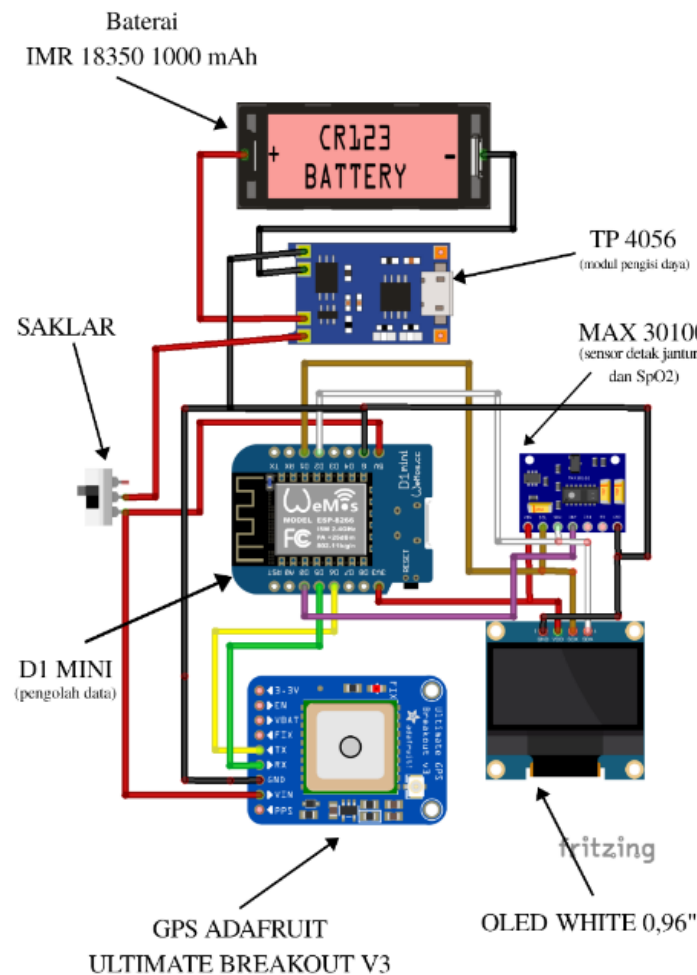
Gambar 3. Tampilan Blynk



Gambar 4. Tampilan notifikasi Blynk

2.2 Perancangan Perangkat Keras

Terdapat beberapa komponen pada penelitian ini yaitu, OLED 0.96 Inch, sensor MAX30100, GPS dan D1 Mini sebagai pengolah data. Pada Gambar 5 menunjukkan skema yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 5. Skema perangkat keras

Dari skema *wiring* Gambar 5 kemudian perangkat dirangkai dan disusun agar dapat digunakan di pergelangan tangan agar dapat digunakan saat beraktifitas seperti Gambar 6.



Gambar 6. Prototipe yang digunakan

2.3 Kalibrasi GPS

Proses kalibrasi GPS Adafruit Ultimate pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu pengukuran menggunakan fitur pengukuran pada *Google Earth* seperti pada Gambar 7 dan Rumus *Haversine* pada Persamaan (1) [4]. Kedua metode pengukuran tersebut digunakan untuk mencari selisih jarak koordinat yang diperoleh GPS Adafruit Ultimate dan GPS *smartphone* saat kondisi alat di dalam dan di luar ruangan.

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

Keterangan :

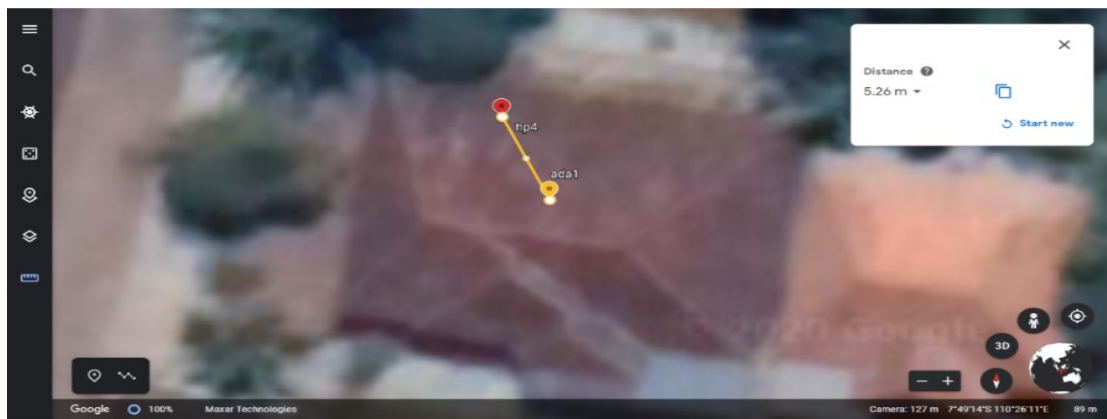
r = Konstanta radius bumi (6378,14 km)

ϕ_1 = *Latitude* GPS Adafruit Ultimate

ϕ_1 = *Longitude* GPS Adafruit Ultimate

ϕ_2 = *Latitude* GPS *smartphone*

ϕ_2 = *Longitude* GPS *smartphone*

Gambar 7. Fitur pengukuran di *Google Earth*

Koordinat *smartphone* diperoleh dari *Google Earth* dalam bentuk *degrees* dan digunakan sebagai acuan pembandingan. Penggunaan GPS pada *smartphone* digunakan untuk mengetahui koordinat lokasi saat pengujian. Akurasi GPS pada *smartphone* pernah diteliti sebelumnya ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Akurasi GPS *Smartphone* [4,5]

Tahun	Penulis	Keterangan
2018	M. Fatoni Anggris dkk	Membandingkan GPS <i>smartphone</i> menggunakan Garmin GPS Oregon 550 dan mendapatkan selisih jarak tertinggi sekitar 4.039 meter
2019	Andhy Sulistyo dkk	Melakukan penelitian tentang GPS <i>smartphone</i> dengan selisih akurasi sekitar 2-3 meter

Tujuan kalibrasi GPS adalah untuk mengetahui akurasi GPS Adafruit Ultimate berdasarkan GPS *smartphone* dengan parameter jenis kondisi GPS di dalam dan di luar ruangan serta membandingkan hasil pengukuran selisih koordinat menggunakan dua metode tersebut.

2.4 Kalibrasi HR

Kalibrasi membandingkan data *HR* yang dibaca oleh sensor MAX30100 dengan penghitungan detak jantung secara *manual*. Penghitungan detak jantung *manual* dilakukan dengan menghitung jumlah detak jantung pada pergelangan tangan kiri subjek dengan waktu perhitungan selama 15 detik. Subjek dipilih untuk mengetahui perbedaan *HR* anak di bawah 10 tahun dengan umur di atas 10 tahun dalam kondisi duduk untuk mendapatkan hasil pembacaan sensor yang stabil.

Untuk menghitung detak jantung *manual* dapat menggunakan Persamaan (2) [6].

$$BPM = \frac{60}{\text{waktu perhitungan}} \times \text{jumlah detak jantung} \quad (2)$$

waktu perhitungan = waktu yang digunakan saat penghitungan detak jantung
jumlah detak jantung = jumlah detak jantung yang diperoleh dalam waktu perhitungan

Tujuan kalibrasi *HR* adalah untuk mengetahui selisih rata-rata sepuluh nilai yang diperoleh sensor dengan rata-rata pengukuran *manual* dalam 60 detik. Selisih nilai yang didapat kemudian digunakan untuk menghitung nilai Akurasi dalam bentuk persentase menggunakan Persamaan (3).

$$\text{Nilai Akurasi (\%)} = 100\% - \left| \frac{\text{Selisih}}{\text{Manual}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

2.5 Kalibrasi SpO2

Proses Kalibrasi SpO2 dilakukan pada 6 subjek saat kondisi duduk untuk mendapatkan hasil pembacaan sensor yang stabil. Kalibrasi ini dimaksudkan untuk mengetahui selisih rata-rata sepuluh nilai yang didapatkan oleh sensor dan alat pembanding (alat komersial) sehingga didapatkan selisih dan nilai akurasinya. Alat komersil yang digunakan sebagai acuan merupakan alat yang telah memiliki ijin edar oleh KEMENKES RI.

Hasil yang didapatkan lalu dibandingkan dengan data pembacaan MAX30100 dan dihitung akurasinya menggunakan Persamaan (4).

$$\text{Nilai Akurasi (\%)} = 100\% - \left| \frac{\text{Selisih}}{\text{Alat komersial}} \right| \times 100\% \quad (4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Kalibrasi GPS

Koordinat GPS yang diperoleh saat didalam ruangan ditampilkan pada Tabel 2 dan selisih pengukuran koordinat menggunakan dua metode ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Koordinat GPS Di Dalam Ruangan

Data Ke -	Koordinat GPS Adafruit Ultimate		Koordinat GPS <i>Smartphone</i>	
	<i>latitude</i>	<i>longitude</i>	<i>latitude</i>	<i>longitude</i>
1	-7,8205266	110,4366684	-7,820526	110,4366774
2	-7,8205447	110,4366226	-7,8205681	110,4366543
3	-7,8205128	110,4366837	-7,8204699	110,4366637

Tabel 3. Pengukuran Selisih Koordinat GPS Di Dalam Ruangan

Metode Pengukuran	Data Ke -			Rata-rata Selisih (meter)
	1 (meter)	2 (meter)	3 (meter)	
<i>Google Earth</i>	1,03	4,34	5,26	3,54
Rumus <i>Haversine</i>	0,9948	4,3598	5,2604	3,34

Pada Tabel 2 merupakan hasil data koordinat yang didapat saat kedua GPS berada di dalam ruangan. Selisih jarak koordinat terjauh dilihat pada Tabel 3 adalah 5,2604 meter yang diukur menggunakan Rumus *Haversine* dengan rata-rata selisih 3,34 meter dan 4,34 meter diukur menggunakan fitur pengukuran jarak yang tersedia pada *Google Earth* dengan rata-rata selisih 3,54 meter.

Koordinat GPS yang diperoleh saat di luar ruangan ditampilkan pada Tabel 4 dan selisih pengukurannya ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Koordinat GPS Di Luar Ruangan

Data Ke -	Koordinat GPS Adafruit Ultimate		Koordinat GPS <i>Smartphone</i>	
	<i>latitude</i>	<i>longitude</i>	<i>latitude</i>	<i>longitude</i>
1	-7,820673	110,4366455	-7,8206742	110,4366539
2	-7,8206801	110,4366302	-7,8207076	110,4366128
3	-7,8206682	110,4366684	-7,8206677	110,4366372

Tabel 5. Pengukuran Selisih Koordinat GPS Di Luar Ruangan

Metode Pengukuran	Data Ke -			Rata-rata Selisih (meter)
	1 (meter)	2 (meter)	3 (meter)	
<i>Google Earth</i>	0,99	3,6	3,54	2,71
Rumus <i>Haversine</i>	0,9360	3,6130	3,4413	2,66

Tabel 4 merupakan data koordinat yang didapat saat kedua GPS berada diluar ruangan. Selisih jarak terjauh pada Tabel 5 menggunakan perhitungan *Haversine* sebesar 3,6130 meter dengan rata-rata selisih 2,66 meter sedangkan pengukuran menggunakan metode *Google Earth* memiliki selisih jarak paling jauh 3,6 meter dan rata-rata selisih 2,71 meter.

Hasil pengukuran menggunakan *Google Earth* maupun Rumus *Haversine* saat posisi GPS di dalam ruangan memiliki selisih jarak lebih besar (3,54 m dan 3,34 m) daripada selisih pengukuran saat GPS berada di luar ruangan (2,71 m dan 2,66 m). Pengukuran menggunakan metode *Google Earth* memiliki selisih dengan *Haversine* dikarenakan, saat peletakan titik awal dan akhir pada fitur pengukuran jarak yang terdapat di *Google Earth* dilakukan secara manual. Sedangkan pengukuran menggunakan Rumus *Haversine* merupakan persamaan yang sangat akurat untuk menghitung jarak antara dua titik di bumi secara panjang garis lurus tanpa mengabaikan kelengkungan bumi.

3.2 Hasil Kalibrasi HR

Kalibrasi HR MAX30100 berdasarkan perhitungan *manual* menggunakan beberapa subjek dalam kondisi santai (duduk). Hasil data yang didapat kemudian dihitung selisih dan nilai akurasi seperti pada Tabel 6, sedangkan grafik data pembacaan HR MAX30100 ditunjukkan oleh Gambar 8.

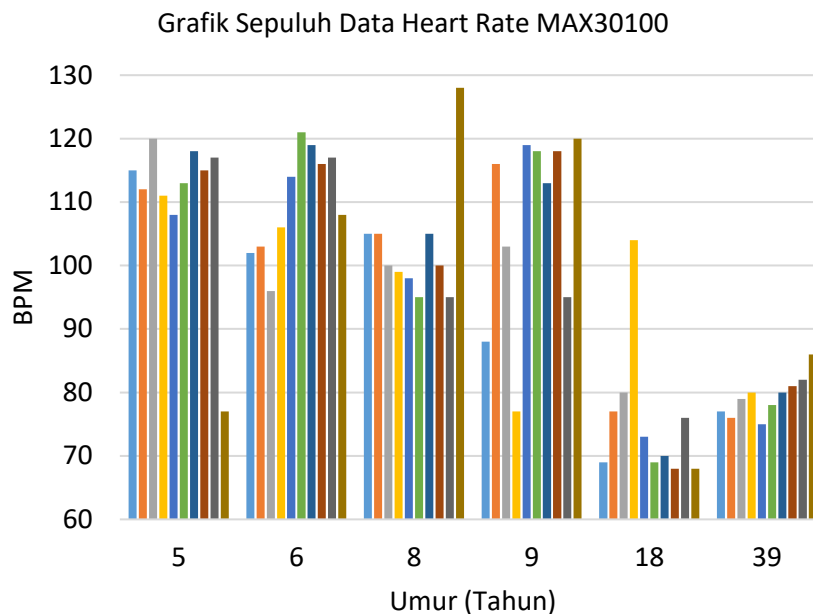
Tabel 6. Data Hasil Kalibrasi HR

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	HR (BPM)		Selisih	Nilai Akurasi (%)
		Rata-rata MAX30100	Manual		
5	L	110	112	2	98,21
6	P	110,2	112	1,8	98,39
8	L	103	104	1	99,04
9	L	106,7	112	5,3	95,27
18	L	75,4	76	0,6	99,21
39	P	79,4	80	0,6	99,25
Rata-rata				1,83	98,23

Tabel 7. Data Pembacaan HR MAX30100

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	HR MAX30100 (BPM)										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	L	115	112	120	111	108	113	118	115	117	77	110
6	P	102	103	96	106	114	121	119	116	117	108	110,2
8	L	105	105	100	99	98	95	105	100	95	128	103
9	L	88	116	103	77	119	118	113	118	95	120	106,7
18	L	69	77	80	104	73	69	70	68	76	68	75,4
39	P	77	76	79	80	75	78	80	81	82	86	79,4

Pada Tabel 7 terdapat sepuluh data yang diperoleh dari sensor MAX30100 yang kemudian dihitung nilai rata-ratanya lalu dibandingkan dengan penghitungan *manual*. Rata-rata data pada Tabel 7 digunakan karena nilai yang diperoleh sensor bersifat acak saat mendeteksi *pulse*, berbeda dengan penghitungan manual yang konstan selama 60 detik. Berdasarkan pada Tabel 6, nilai akurasi paling rendah sebesar 95,27% dan paling tinggi 99,25%. Rata-rata nilai akurasi HR sebesar 98,23%. Hal ini terjadi karena sensor MAX30100 membaca *pulse* pada subjek, pada saat sensor melakukan pembacaan dan subjek melakukan pergerakan, terutama jari yang digunakan untuk peletakan sensor, mengakibatkan nilai sensor naik turun.



Gambar 8. Grafik data pembacaan HR MAX30100

3.3 Hasil Kalibrasi SpO2

Berdasarkan Tabel 8, dapat dilihat perubahan SpO2 terjadi pada subjek dalam kondisi duduk. Tabel 9 merupakan sepuluh data yang didapatkan oleh sensor MAX30100 saat mengalami perubahan nilai dan nilai yang diperoleh dari alat komersial lalu ditampilkan dalam bentuk grafik seperti Gambar 9.

Tabel 8. Data Hasil Kalibrasi SpO2

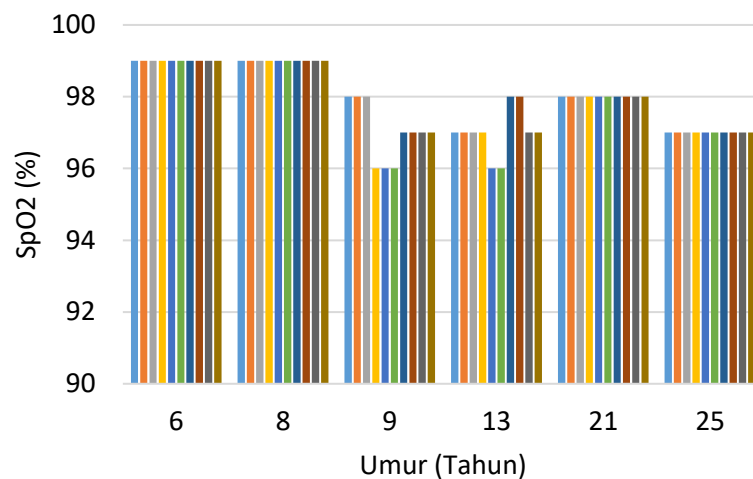
Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	SpO2 (%)		Selisih	Nilai Akurasi (%)
		Rata-rata MAX30100	Alat komersial		
6	P	97	99	2	97,98
8	P	97	99	2	97,98
9	P	97	97	0	100
13	L	96	97	1	98,99
21	P	98	98	0	100
25	P	96	97	1	98,99
Rata-rata				1	98,99

Pengukuran pada Tabel 8 diperoleh rata-rata nilai akurasi 98,99%. Perubahan nilai SpO2 pada masing masing alat dipengaruhi oleh pergerakan subjek. Sehingga saat subjek melakukan pergerakan (pada jari yang diukur) maka, nilai dari kedua sensor tersebut akan berubah. Namun, perubahan pada alat komersial cenderung lebih lambat sehingga grafik yang ditampilkan terlihat rapi.

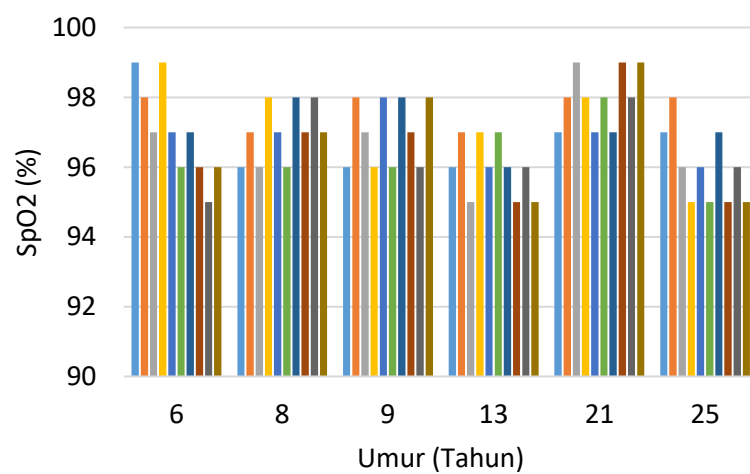
Tabel 9. Data Pembacaan MAX30100

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	Jenis Pengukuran	HR (BPM)										Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6	P	MAX30100	99	98	97	99	97	96	97	96	95	96	97
		Alat komersial	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
8	P	MAX30100	96	97	96	98	97	96	98	97	98	97	97
		Alat komersial	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
9	P	MAX30100	96	98	97	96	98	96	98	97	96	98	97
		Alat komersial	98	98	98	96	96	96	97	97	97	97	97
13	L	MAX30100	96	97	95	97	96	97	96	95	96	95	96
		Alat komersial	97	97	97	97	96	96	98	98	97	97	97
21	P	MAX30100	97	98	99	98	97	98	97	99	98	99	98
		Alat komersial	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
25	P	MAX30100	97	98	96	95	96	95	97	95	96	95	96
		Alat komersial	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97

Grafik Sepuluh Data SpO2 Alat Komersial



Grafik Sepuluh Data SpO2 MAX30100



Gambar 9. Grafik data pembacaan SpO2

3.4 Analisis Pengujian Prototipe

3.4.1 Waktu Tunggu GPS Mendapatkan Koordinat

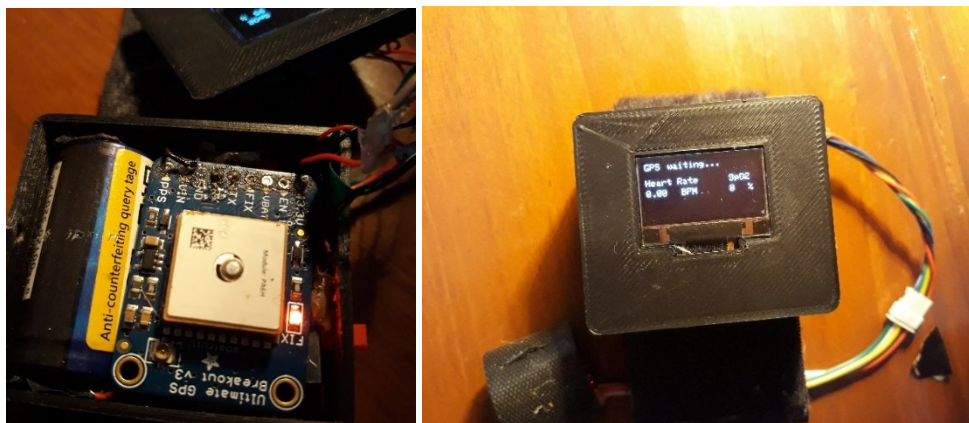
Waktu tunggu pada GPS Adafruit untuk mendapatkan data dari sinyal satelit sejak pertama kali dihidupkan dengan kondisi GPS tanpa penutup *casing* ditampilkan pada Tabel 10 dan kondisi GPS tertutup *casing* ditampilkan pada Tabel 11. Berdasarkan Tabel 10, dilaksanakan 4 kali pengujian dengan *casing* terbuka. Waktu tunggu rata-rata untuk mendapatkan sinyal adalah 4 menit, sedangkan waktu tunggu untuk mendapatkan koordinat adalah 9,5 menit. Pada saat *casing* tertutup, waktu tunggu untuk mendapatkan sinyal adalah 13 menit, sedangkan waktu tunggu untuk mendapatkan koordinat tidak dapat diperoleh. Hal tersebut dikarenakan pada saat *casing* tertutup, alat sama sekali tidak dapat memperoleh koordinat meskipun telah ditunggu pada waktu yang lama.

Tabel 10. Waktu tunggu kondisi *casing* terbuka

Pengujian Ke-	Kondisi <i>casing</i>	Waktu Tunggu (menit)	
		Mendapatkan Sinyal	Mendapatkan Koordinat
1	Terbuka	3	10
2	Terbuka	2	7
3	Terbuka	8	13
4	Terbuka	3	8

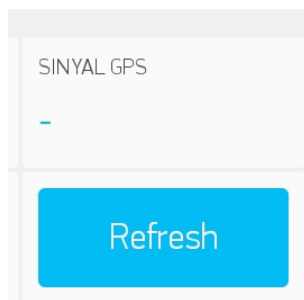
Tabel 11. Waktu tunggu kondisi *casing* tertutup

Pengujian Ke-	Kondisi <i>casing</i>	Waktu Tunggu (menit)	
		Mendapatkan Sinyal	Mendapatkan Koordinat
1	Tertutup	18	-
2	Tertutup	12	-
3	Tertutup	7	-
4	Tertutup	15	-

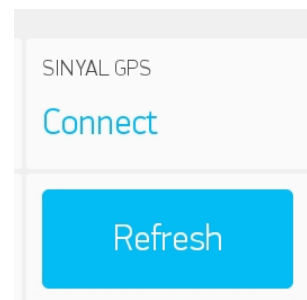


Gambar 10. Kondisi *casing* terbuka (kiri) dan *casing* tertutup (kanan)

Pada saat *casing* terbuka seperti Gambar 10, GPS mampu memperoleh sinyal lebih cepat karena antenna GPS tidak memiliki penghalang. Untuk mengetahui status GPS sudah atau belum mendapatkan sinyal dan koordinat pada aplikasi Blynk ditampilkan pada beberapa *widget*. Saat prototipe pertama kali dihidupkan, status sinyal GPS seperti Gambar 11(a) karena GPS belum mendapatkan sinyal. Setelah mendapatkan sinyal, status sinyal GPS pada aplikasi Blynk akan berubah seperti Gambar 11(b).



(a) saat belum mendapat sinyal GPS



(a) saat sudah mendapat sinyal GPS

Gambar 11. Status sinyal GPS pada Blynk

Status GPS yang ditampilkan pada prototipe saat GPS belum mendapatkan sinyal ditampilkan Gambar 12(a). Sedangkan saat memperoleh sinyal ditampilkan seperti Gambar 12(b).



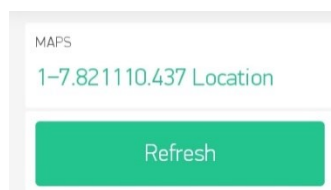
(a) sebelum mendapatkan sinyal GPS



(b) setelah mendapatkan sinyal GPS

Gambar 12. Status GPS pada prototipe

Saat GPS mendapatkan data koordinat akan ditampilkan pada Blynk seperti Gambar 13(a). Sedangkan pada prototipe akan ditampilkan seperti Gambar 13(b).



(a) pada Blynk



(b) pada prototipe

Gambar 13. Status GPS saat mendapatkan data koordinat pada prototipe

Perbandingan waktu tunggu pada GPS Adafruit saat di dalam dan di luar ruangan ditunjukkan oleh tabel 12 dan Tabel 13 secara berturut-turut adalah untuk keadaan casing terbuka dan casing tertutup. Pada saat keadaan casing terbuka, waktu tunggu rata-rata untuk mendapatkan sinyal di dalam ruangan 120 detik atau 2 menit. Sedangkan waktu tunggu rata-rata untuk mendapatkan sinyal di luar ruangan adalah 59 detik. Terdapat selisih sekitar 61 detik atau 1 menit 1 detik antara di dalam dan luar ruangan saat casing terbuka untuk mendapatkan sinyal. Sesuai dengan teori, bahwa sinyal akan didapat lebih cepat saat di luar ruangan telah

terbukti dengan selisih waktu sekitar 2 kali lebih cepat di luar ruangan dibandingkan di dalam ruangan. Untuk mendapatkan koordinat pada casing terbuka, diperoleh selisih waktu yang cukup signifikan di dalam dan luar ruangan. Waktu tunggu mendapatkan koordinat di dalam ruangan rata-rata adalah 585 detik atau 9,75 menit, sedangkan di luar ruangan waktu tunggu rata-rata sekitar 80 detik atau 1,3 menit. Selisih mendapatkan koordinat pada casing terbuka saat di dalam dan luar ruangan sekitar 8,45 menit lebih cepat di luar ruangan. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya halangan berupa tembok dan yang lainnya sehingga GPS dapat lebih cepat mendapatkan koneksi ke satelit.

Pada saat casing tertutup, untuk mendapatkan sinyal, diperoleh selisih yang signifikan di dalam dan luar ruangan sesuai dengan Tabel 13. Waktu tunggu mendapatkan sinyal di dalam ruangan rata-rata adalah 780 detik atau 13 menit, sedangkan di luar ruangan waktu tunggu rata-rata sekitar 106 detik atau 1,7 menit. Selisih waktu mendapatkan sinyal pada casing tertutup di dalam dan luar ruangan sekitar 11,3 menit lebih cepat di luar ruangan. Waktu tunggu untuk mendapatkan koordinat pada casing tertutup tidak dapat diperoleh. Hal tersebut dikarenakan pada saat casing tertutup, alat sama sekali tidak dapat memperoleh koordinat meskipun telah ditunggu pada waktu yang lama.

Tabel 12. Waktu Tunggu Keadaan *Casing* Terbuka

Pengujian Ke-	Waktu Tunggu (detik) Mendapatkan Sinyal		Waktu Tunggu (detik) Mendapatkan Koordinat	
	Dalam Ruangan	Luar Ruangan	Dalam Ruangan	Luar Ruangan
1	120	56	720	111
2	120	130	360	145
3	180	10	780	10
4	60	40	480	53

Tabel 13. Waktu Tunggu Keadaan *Casing* Tertutup

Pengujian Ke-	Waktu Tunggu (detik) Mendapatkan Sinyal		Waktu Tunggu (detik) Mendapatkan Koordinat	
	Dalam Ruangan	Luar Ruangan	Dalam Ruangan	Luar Ruangan
1	1080	77	-	-
2	420	152	-	-
3	720	46	-	-
4	900	147	-	-

3.4.2 Pengujian Notifikasi Detak Jantung >100 BPM

Pada Tabel 14 ditampilkan hasil pengujian notifikasi terhadap subjek apabila sensor membaca detak jantung kurang dari 60 dan lebih dari 100 BPM. Dikarenakan rekayasa untuk subjek yang memiliki detak jantung kurang dari 60 atau lebih dari 100 BPM cukup sulit, maka untuk pengujian menggunakan subjek yang berusia kurang dari 10 tahun. Notifikasi detak jantung tinggi berhasil dikirim ke pemantau dan pasien berdasarkan subjek di bawah 10 tahun untuk menguji notifikasi karena detak jantung normal subjek di atas 100 BPM.

Tabel 14. Pengujian Notifikasi

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	MAX30100	Notifikasi
5	L	110	Tinggi
6	P	110,2	Tinggi
8	L	103	Tinggi
9	L	106,7	Tinggi
18	L	75,4	-
39	P	79,4	-

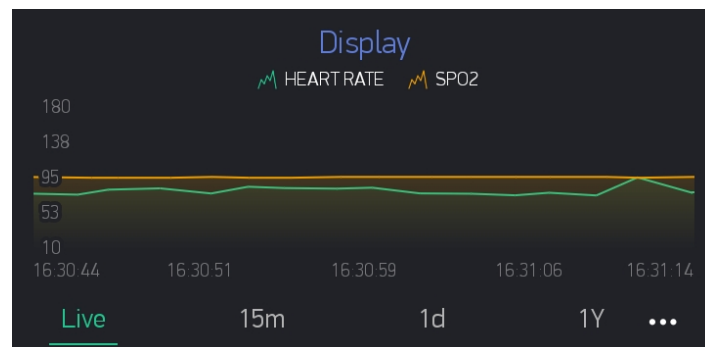
Tampilan notifikasi pada Blynk ditunjukkan pada Gambar 4 sedangkan tampilan pada Oled ditunjukkan pada Gambar 14.



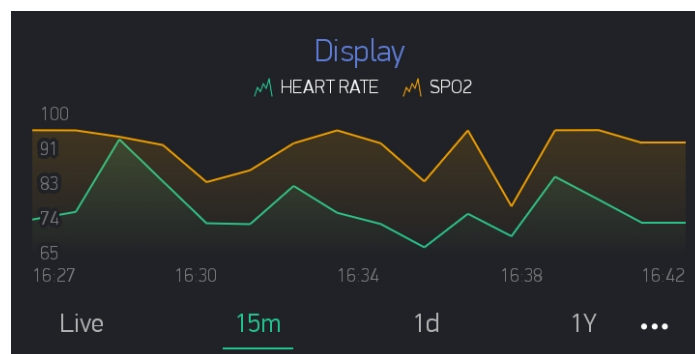
Gambar 14. Tampilan notifikasi Oled

3.4.3 Penggunaan Prototipe Saat Beraktivitas

Saat pasien duduk dan tidak melakukan banyak gerakan, data yang ditampilkan MAX30100 dapat dikatakan akurat seperti Gambar 15. Penggunaan prototipe saat berjalan atau melakukan banyak gerakan menyebabkan pembacaan sensor MAX30100 mengalami kekacauan (data yang diterima berubah signifikan) seperti pada Gambar 16.



Gambar 15. Prototipe digunakan saat duduk



Gambar 16. Prototipe digunakan saat berjalan

3.4.4 Waktu Kerja Prototipe

Waktu kerja prototipe setelah melakukan pengujian ditampilkan pada Tabel 15. Sensor MAX30100 akan berhenti *update* data ketika mengalami gangguan koneksi maupun gangguan dari pengkabelan. Saat mengalami gangguan dan sensor tidak *update*, prototipe harus dimuat ulang secara *manual* dengan mematikan saklar lalu dihidupkan lagi.

Tabel 15. Pengujian daya tahan dan pengisian baterai

Pengujian	Lama (menit)
Daya tahan baterai	270
Pengisian baterai	90

3.5 Analisis Akhir

Prototipe membutuhkan *access point wifi* untuk dapat digunakan. Pada saat pengujian, prototipe menggunakan *Hotspot* Seluler yang terdaftar dalam program sebagai *access point*. Keakuratan GPS dapat dikatakan presisi karena berdasarkan pada kalibrasi GPS didalam maupun diluar ruangan diperoleh hasil selisih jarak kurang dari 7 meter dan untuk standar ketelitian posisi absolut sebesar 8-10 meter. Rata-rata nilai akurasi *HR* dapat dikatakan akurat untuk digunakan sebagai pengukuran detak jantung pada pasien dalam kondisi duduk dan nilai detak jantung pada anak usia <10 tahun lebih tinggi daripada usia >10 tahun sesuai dengan tinjauan teori yang digunakan. Grafik pengukuran SpO₂ pada alat komersial lebih stabil karena perubahan data pada alat tersebut tidak secepat perubahan data pada prototipe [7,8].

GPS tidak mampu mendapatkan koordinat apabila antenna GPS terhalangi oleh *casing* dalam ruang yang sempit. Saat GPS terhalangi gedung atau benda-benda padat lainnya dapat mempengaruhi kinerja GPS untuk mendapatkan sinyal koordinat, maka disarankan di tempat terbuka (tanpa penghalang). Pengiriman data ke pemantau memiliki *delay* selama 2 detik karena untuk mengantisipasi tabrakan data antara MAX30100 dan GPS saat pengiriman ke Blynk. Fitur notifikasi pada Blynk mengirim data notifikasi setiap 5 detik sekali apabila mendapatkan detak jantung di atas 100 BPM secara terus menerus. Waktu kerja prototipe yang singkat dan pengisian daya yang lama membuat prototipe ini perlu dikembangkan lagi [9,10].

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis hasil terhadap prototipe sistem pendeteksi lokasi dan kesehatan manusia berbasis IoT dapat ditarik beberapa kesimpulan. Koordinat yang diperoleh GPS Adafruit dapat dikatakan akurat karena memiliki selisih koordinat kurang dari 5 meter. Waktu tunggu yang dibutuhkan untuk mendapatkan sinyal dari satelit tidak menentu karena dipengaruhi oleh *casing* prototipe. Pada saat GPS tertutup *casing*, GPS tidak mampu memperoleh koordinat, sedangkan saat tidak tertutup, GPS memperoleh koordinat dalam waktu 7-13 menit. Pembacaan detak jantung oleh sensor MAX30100 didapatkan rata-rata akurasi sebesar 98,23%. Namun, sensor tersebut memiliki kelemahan apabila digunakan untuk pergerakan, nilai yang dibaca naik turun. Pembacaan SpO₂ MAX30100 didapatkan rata-rata akurasi sebesar 98,99% sedangkan notifikasi >100 BPM berhasil dikirimkan dan diterima oleh pemantau maupun pasien.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perbaikan cover atau pelindung sensor MAX30100 pada jari agar pada saat beraktifitas/bergerak data yang diterima tidak kacau. Selanjutnya perbaikan penggunaan bahan maupun ketebalan bahan yang digunakan pada prototipe mempengaruhi GPS dalam mendapatkan koordinat. Pada pengujian, alat pembanding kalibrasi HR sebaiknya menggunakan alat yang sejenis dengan nilai sensor diperoleh melalui pulse.

Daftar Pustaka

- [1] Wildian, & Mardiansyah. (2019). Rancang Bangun Alat Monitoring Detak Jantung Pasien Rumah Sakit dengan Sistem Telemetry Berbasis Ardiuno UNO R3. *Jurnal Fisika Unand*, 8(4), 355–361.
- [2] Qahar, A. N. (2018). *Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada Anak Menggunakan Satu Sensor*. Universitas Islam Indonesia
- [3] R, A., Nigli, K. S., & P, M. K. (2020). Patient Health Monitoring System Based on IOT. *UGC Care Journal*, 40(60), 2553–2561.
- [4] Anggris, M. F., Ananta, M. T., & Az-zahra, H. M. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Augmented Reality Pengelolaan Rambu-Rambu Lalu Lintas Menggunakan Global Positioning System (GPS) pada Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(8), 2892–2901.
- [5] Sulisty, A., Yudhana, A., Sunardi, & Aini, R. (2019). Kombinasi Teknologi Aplikasi GPS Mobile dan Pemetaan SIG dalam Sistem Pemantauan Demam Berdarah (DBD). *Khazanah Informatika*, 5(1), 6–14.
- [6] Yunidwangraeni, Irawan, B., & Saputra, R. E. (2017). Perancangan Alat Pendeteksi Denyut Nadi Pada Korban Bencana Alam Menggunakan Teknologi Jaringan Sensor Nikabel. *E-Proceeding of Engineering*: 4(3), 4083–4090.
- [7] Pandhita, A. L., & Yuliansyah, H. (2016). Rancang Bangun Aplikasi Android Berbasis Lokasi Untuk Pencarian Distribution Point. *JURNAL INFOTEL - Informatika Telekomunikasi Elektronika*, 7(2), 83–92.
- [8] Oklilas, A. F., Siswanti, S. D., & Rachman, M. D. (2017). Akurasi Pembacaan GPS Pada Android Untuk Location Based Service (Studi Kasus: Informasi Lokasi SMA di Palembang). *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, 4(1), 1.
- [9] Prastowo, P. T., Satoto, K. I., & Isnanto, R. (2012). Perancangan Aplikasi Pencari Masjid Menggunakan Global Positioning System (GPS) Pada Platform Android. *TRANSIENT*, 1, 5.
- [10] Putri, D. I. K. (2015). *Visualisasi dan Sinkronisasi data GPS Tracker Berbasis SMS Gateway*. Institut Teknologi Sepuluh November.