PROTOTIPE SISTEM DETEKSI DETAK JANTUNG MANUSIA DAN LOKASI BERBASIS *INTERNET of THINGS* (IoT)

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1

Disusun oleh:
Ardymas Jati Putu Mardana
16524075

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2020

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PROTOTIPE SISTEM DETEKSI DETAK JANTUNG MANUSIA DAN LOKASI BERBASIS *INTERNET of THINGS* (IoT)

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Ardymas Jati Putu Mardana

16524075

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: 16 Desember 2020

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng. , _____

Anggota Penguji 1: Ida Nurcahyani, S.T., M.Eng. , _____

Anggota Penguji 2: Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng. , _____

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 6 Januari 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Yusuf Aziz Amrulloh, S.T., M.Eng.,Ph.D

045240101

i

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 14 Juni 2020

Ardymas Jati Putu Mardana

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, sholawat serta salam senantiasa kita curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang kita tunggu-tunggu syafaatnya di yaumul qiyamah nanti, amin. Selama proses penelitian hingga terselesaikanya laporan ini penulis tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Almira Budiyanto S.Si., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing selama proses penelitian hingga penulisan laporan tugas akhir.
2. Bapak Yusuf Aziz Amirulloh S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak/Ibu Dosen Pengajar maupun Staf Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pelajaran kepada penulis.
4. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberi motivasi dan dukungan baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Saudara Teknik Elektro 2016 yang selalu memberikan bantuan dan motivasi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
6. Saudara Teknik Elektro baik adik tingkat maupun kakak tingkat, yang memberikan bantuan kepada penulis.
7. Keluarga, sahabat dan teman yang telah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

φ_1 = *Longitude* GPS Adafruit Ultimate

φ_2 = *Longitude* GPS *smartphone*

r = Konstanta radius bumi (6378,14 km)

$\emptyset_1$ = *Latitude* GPS Adafruit Ultimate

$\emptyset_2$ = *Latitude* GPS *smartphone*

BPM = Beats Per Minutes

GPS = Global Positioning System

HR = Heart Rate

L = Laki-laki

P = Perempuan

SpO2 = Blood Oxygen Saturation Level

ABSTRAK

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 persen total kematian di dunia. Representasi kesehatan jantung dapat dilihat dari jumlah detak jantung (*HR)* dan saturasi oksigen (SpO2). Tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui kondisi tubuh manusia melalui jumlah detak jantung dan SpO2 menggunakan sensor MAX30100 serta mampu mengetahui lokasi pasien melalui GPS Adafruit Ultimate Breakout. Kalibrasi GPS menggunakan dua metode perhitungan yaitu menggunakan Rumus *Haversine* dan menggunakan fitur pengukuran jarak pada *Google Earth*. Metode tersebut kemudian dibandingkan untuk mendapatkan selisih jarak koordinat yang didapatkan GPS *smartphone* sebagai acuan dengan GPS pasien (Adafruit Ultimate Breakout). Kalibrasi pengukuran *HR* pada sensor MAX30100 kemudian dibandingkan dengan denyut nadi pada pergelangan tangan kiri untuk mendapatkan tingkat akurasi. Nilai dari sensor dihitung tiap mendeteksi *beat/pulse* sedangkan penghitungan *manual* dihitung setiap 60 detik. Oleh sebab itu, nilai pada sensor diambil menggunakan rata-rata 10 data untuk dicari nilai akurasinya. Kalibrasi SpO2 menggunakan alat pembanding (alat komersial) yang telah memiliki ijin edar oleh KEMENKES RI. Cek koneksi perangkat bertujuan untuk memastikan komponen saling terhubung. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi koordinat yang diperoleh GPS Adafruit tidak lebih dari 5 meter. Rata-rata nilai akurasi HR sebesar 98,23 persen dan hasil kalibrasi SpO2 mendapatkan akurasi sebesar 98,99 persen. Notifikasi diatas 100 BPM berhasil ditampilkan pada pasien maupun aplikasi pemantau. Waktu tunggu yang diperlukan GPS menerima koordinat dari satelit dengan kondisi GPS tidak tertutup *casing* sekitar 7 sampai 13 menit sedangkan saat tertutup *casing* GPS tidak mampu mendapatkan koordinat. MAX30100 dapat bekerja maksimal dan memperoleh nilai yang akurat apabila pasien dalam posisi santai dan tidak terlalu banyak melakukan pergerakan.

Kata kunci : *Heart Rate,* SpO2, MAX30100, GPS Adafruit Ultimate Breakout

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
PERNYATAAN ii
KATA PENGANTAR iii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN iv
ABSTRAK v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Studi Literatur 4
2.2 Tinjauan Teori 5
2.2.1 *Heart Rate* (HR) 5
2.2.2 SpO2 (*Oxygen Saturation*) 5
2.2.3 Sensor MAX30100 5
2.2.4 Adafruit Ultimate GPS Breakout V3 6
2.2.5 OLED 0,96” I2C *Display* 6
2.2.6 Modul TP4056 7
2.2.7 Wemos D1 Mini 7
2.2.8 Blynk 8

2.2.9 Baterai IMR 18350 8
BAB 3 METODOLOGI 9
3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian 9
3.2 Merancang Perangkat 9
3.2.1 Perancangan Perangkat Lunak 11
3.2.2 Perancangan Perangkat Keras 13
3.3 Kalibrasi 14
3.3.1 Kalibrasi GPS 14
3.3.2 Kalibrasi *HR* 15
3.3.3 Kalibrasi SpO2 17
3.4 Pengujian Kinerja Prototipe 18
3.4.1 Waktu Tunggu GPS Mendapatkan Koordinat 18
3.4.2 Pengujian Notifikasi Detak Jantung >100 BPM 18
3.4.3 Penggunaan Prototipe Saat Beraktivitas 18
3.4.4 Waktu Kerja Prototipe 19
3.5 Analisis Hasil 19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 20
4.1 Analisis Hasil Kalibrasi 20
4.1.1 Hasil Kalibrasi GPS 20
4.1.2 Hasil Kalibrasi *HR* 21
4.1.3 Hasil Kalibrasi SpO2 22
4.2 Analisis Pengujian Kinerja Prototipe 24
4.2.1 Waktu Tunggu GPS Mendapatkan Koordinat 24
4.2.2 Pengujian Notifikasi Detak Jantung >100 BPM 27
4.2.3 Penggunaan Prototipe Saat Beraktivitas 27
4.2.4 Waktu Kerja Prototipe 28
4.3 Analisis Akhir 28
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 30

5.1 Kesimpulan 30
5.2 Saran 30
DAFTAR PUSTAKA 31
LAMPIRAN 33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram blok sistem MAX30100 6
Gambar 2.2 Adafruit Ultimate GPS Breakout V3 6
Gambar 2.3 TP4056 7
Gambar 2.4 Wemos D1 Mini 7
Gambar 2.5 Logo Aplikasi Blynk 8
Gambar 2.6 Baterai IMR 18350 8
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian 9
Gambar 3.2 *Flowchart* perancangan 10
Gambar 3.3 Library MAX30100 11
Gambar 3.4 Cara kerja MAX30100 11
Gambar 3.5 Cara kerja GPS 12
Gambar 3.6 Tampilan Blynk 12
Gambar 3.7 Tampilan notifikasi Blynk 13
Gambar 3.8 Skema perangkat keras 13
Gambar 3.9 Prototipe yang digunakan 14
Gambar 3.10 Fitur pengukuran di *Google Earth* 14
Gambar 4.1 Grafik data pembacaan HR MAX30100 22
Gambar 4.2 Grafik data pembacaan SpO2 24
Gambar 4.3 Kondisi *casing* terbuka (kiri) dan *casing* tertutup (kanan) 25
Gambar 4.4 Status sinyal GPS pada Blynk 25
Gambar 4.5 Status GPS saat mendapatkan sinyal pada Blynk 26
Gambar 4.6 Status GPS sebelum mendapatkan sinyal pada prototipe 26
Gambar 4.7 Status GPS saat mendapatkan sinyal pada prototipe 26
Gambar 4.8 Status GPS saat mendapatkan koordinat pada Blynk 26
Gambar 4.9 Status GPS saat mendapatkan koordinat pada prototipe 27
Gambar 4.10 Tampilan notifikasi Oled 27
Gambar 4.11 Prototipe digunakan saat duduk 28
Gambar 4.12 Prototipe digunakan saat berjalan 28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Detak Jantung normal berdasarkan usianya 5
Tabel 2.2 *Wiring* OLED 7
Tabel 3.1 *Delay* Pengiriman Data 10
Tabel 3.2 Status GPS 10
Tabel 3.3 Penelitian Akurasi GPS *Smartphone* 15
Tabel 3.4 Subjek Kalibrasi *HR* 15
Tabel 3.5 Subjek Kalibrasi SpO2 17
Tabel 4.1 Koordinat GPS Di Dalam Ruangan 20
Tabel 4.2 Pengukuran Selisih Koordinat GPS Di Dalam Ruangan 20
Tabel 4.3 Koordinat GPS Di Luar Ruangan 20
Tabel 4.4 Pengukuran Selisih Koordinat GPS DI Luar Ruangan 21
Tabel 4.5 Data Hasil Kalibrasi *HR* 21
Tabel 4.6 Data Pembacaan HR MAX30100 21
Tabel 4.7 Data Hasil Kalibrasi SpO2 23
Tabel 4.8 Data Pembacaan MAX30100 23
Tabel 4.9 Kondisi *casing* terbuka 24
Tabel 4.10 Kondisi *casing* tertutup 25
Tabel 4.11 Pengujian Notifikasi 27
Tabel 4.12 Pengujian daya tahan dan pengisian baterai 28

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

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 *acces 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.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini dirumuskan pada:

1. Bagaimana menampilkan *HR* dan SpO2 pada sensor MAX30100?
2. Bagaimana membuat sistem monitoring dan notifikasi kesehatan manusia?
3. Bagaimana mendapatkan koordinat dari GPS pasien?
4. Bagaimana pengujian akurasi GPS Adafruit dengan GPS pada *smartphone*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Pemberitahuan/notifikasi untuk detak jantung <60 dan >100 BPM pada pembacaan MAX30100.
2. Prototipe digunakan untuk pasien dengan aktivitas rendah (duduk atau tidur).
3. Akurasi GPS didapatkan melalui pengukuran jarak antara titik GPS *smartphone* dengan GPS Adafruit Ultimate.
4. GPS *smartphone* digunakan sebagai acuan akurasi GPS Adafruit Ultimate

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang diuraikan pada rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Membuat perangkat yang dapat memantau kondisi tubuh pasien (detak jantung dan SpO2) melalui *smartphone*.
2. Mengetahui koordinat lokasi pasien menggunakan GPS.
3. Mengirimkan notifikasi kepada pemantau apabila kondisi tubuh pasien pada kondisi tertentu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah pasien dapat mengetahui kondisi tubuhnya melalui LED yang dipasang di pergelangan tangan. Notifikasi akan ditampilkan di LED pasien dan dikirim ke pemantau apabila tubuh pasien berada dalam kondisi tertentu. Pemantau dapat mengetahui lokasi pasien melalui aplikasi di *smartphone*.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang sistem E-Ambulance dilakukan oleh Basem Almadani dan kawan-kawan pada tahun 2015 [4]. Penelitian membuat sistem untuk menyediakan pemantauan jarak jauh dengan respon otomatis saat pasien masih di dalam ambulan. Respon otomatis ditujukan untuk petugas paramedis yang bertugas di dalam ambulan. Respon tersebut diawasi oleh petugas yang berada di Rumah Sakit.

Perancangan alat pendeteksi detak jantung dan notifikasi melalui sms dirancang oleh I Ketut Resika Arthana dkk pada tahun 2017 [5]. Koneksi notifikasi menggunakan Modul GSM SIM800L dengan tujuan agar anggota keluarga atau dokter mendapatkan notifikasi apabila pasien mengalami masalah jantung. Arduino Nano digunakan sebagai pengolah data, apabila sensor mendeteksi ukuran detak jantung tertentu, Arduino akan meminta modul GSM untuk mengirimkan pesan ke nomor yang telah terdaftar. Selain itu, dokter atau keluarga pasien juga dapat meminta informasi dengan cara mengirimkan pesan tertentu pada perangkat arduino. Lalu penelitian tersebut dikembangkan lagi pada tahun 2018 [6] dengan menambahkan GPS agar pada saat alat tersebut mengirim pesan ke dokter atau keluarga terdapat *link* yang mengarah ke *Google Maps* yang menunjukkan posisi pasien saat itu.

Arpita M.K dkk melakukan penelitian pada tahun 2019 dengan membuat sistem pemantau kesehatan bawaan untuk Ambulan. Pasien korban kecelakaan, wanita hamil orang yang memiliki penyakit serius perlu mendapatkan perhatian medis yang serius sehingga harus ada komunikasi nirkabel antara otoritas rumah sakit dan ambulan yang bertugas [7].

Silvia Ratna merancang sebuah sistem *monitoring* kesehatan berbasis IoT pada tahun 2020 [8]. Menggunakan *pulse sensor* untuk mendapatkan detak jantung yang diproses oleh NodeMCU kemudian ditampilkan pada layar OLED dan dikirim ke aplikasi Blynk. Diuji sebanyak 10 kali dengan subjek yang berbeda menghasilkan akurasi yang bagus.

Dari beberapa studi literatur tersebut, fasilitas monitoring kesehatan dari jarak jauh dapat membantu mempermudah mengetahui kondisi pasien yang dipantau oleh tenaga kesehatan maupun keluarga. Pada penelitian ini, prototipe dirancang untuk dapat memantau dan menampilkan notifikasi saat detak jantung pasien diatas 100 BPM. Notifikasi dikirimkan ke *smartphone* pemantau sedangkan pada pasien ditampilkan melalui OLED yang terdapat pada prototipe. Penambahan GPS Adafruit Ultimate V3 digunakan untuk mempermudah mengetahui posisi dari pasien.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 *Heart Rate* (HR)

Tubuh manusia mempunyai beberapa tanda-tanda vital yang dapat digunakan untuk mengetahui gejala gangguan kesehatan. Salah satunya adalah jumlah detak jantung atau *HR* yang dihitung dalam satuan waktu yaitu per menit atau *beat per minutes*. Kondisi pasien saat beraktivitas, mengantuk dan stres dapat diketahui dari jumlah detak jantungnya. Selain itu, usia pasien juga mempengaruhi jumlah detak jantung, 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 [3]. Pengelompokan keadaan jantung normal dapat dilihat pada Tabel 2.1 berdasarkan usianya:

Tabel 2.1 Detak Jantung normal berdasarkan usianya [9]

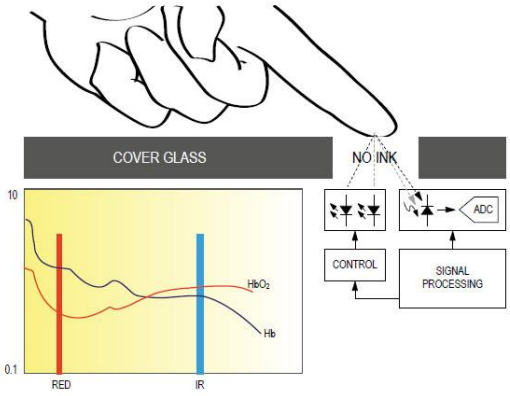
Usia (Tahun)	Normal (BPM)
<1	100-160
1-10	70-120
11-17	60-100
>17	60-100

2.2.2 SpO2 (*Oxygen Saturation*)

SpO2 merupakan salah satu indikator penting dalam *supply* oksigen didalam tubuh. SpO2 yang dimaksud adalah persentase dari Hemoglobin yang mengikat oksigen dibandingkan dengan jumlah total Hemoglobin yang ada dalam tubuh. Saat ujung jari telunjuk diletakkan pada sensor, sinar inframerah dapat mengukur jumlah oksigen dalam darah seseorang [3]. Oksigen yang dibutuhkan dalam tubuh yang sehat biasanya harus membawa oksigen dalam darah lebih dari 89%. Apabila pasien menunjukkan tingkat SpO2 kurang dari 90% maka pasien tersebut memiliki potensi hipoksemia (gejala/tanda-tanda masalah sistem pernapasan). Apabila SpO2 kurang dari 89% maka pengguna menderita hipoksia (rendahnya kadar oksigen dalam jaringan tubuh).

2.2.3 Sensor MAX30100

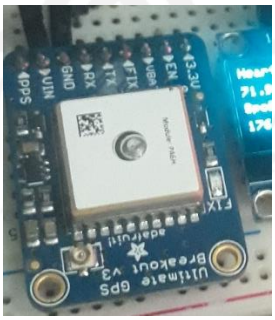
Sensor ini adalah sensor monitor detak jantung dan *pulse oximeter* yang menggabungkan dua LEDs, fotodetektor, *optimized optics* dan sinyal analog dengan *noise* rendah seperti Gambar 2.1. Menggunakan daya 1.8V dan 3.3V yang dapat diatur melalui perangkat lunak. Perangkat ini dapat digunakan untuk pemantauan medis.



Gambar 2.1 Diagram blok sistem MAX30100 [10]

2.2.4 Adafruit Ultimate GPS Breakout V3

Modul GPS ini memiliki dimensi yang kecil dan mampu melakukan pelacakan sampai 22 satelit pada 66 kanal dengan sensitivitas penerimaan yang sangat baik. Daya rendah yang dibutuhkan sekitar 20 mA saat melakukan navigasi dan mampu *update* sampai 10 lokasi dalam waktu singkat. C*hipset* MTK3339 digunakan untuk membuat pemrosesan semakin cepat. Sensitivitas penerimaan tinggi yang sangat baik dengan antena internal sehingga dapat melakukan pembaruan hingga 10 lokasi per detik selama navigasi. Namun, apabila ingin menggunakan antena eksternal, terdapat *uFl connector* untuk menghubungkan ke antena eksternal dan modul secara otomatis mendeteksi antena dan beralih. Modul GPS pada Gambar 2.2 menggunakan daya 3.3-5VDC dan dapat dikontrol dengan *mikrokontroler*. LED pada GPS akan berkedip sekitar 1 Hz saat mencari satelit setiap 15 detik sekali [11].



Gambar 2.2 Adafruit Ultimate GPS Breakout V3 [12]

2.2.5 OLED 0,96” I2C *Display*

The Organic Light-Emitting Diode (OLED) dapat menampilkan *text*, gambar bentuk, gambar bitmap dengan menghubungkannya ke papan arduino. Mempunyai layar 0,96 inch dengan kerapatan layar 128x64 *pixels* digunakan sebagai penampil pada prototipe. OLED menggunakan

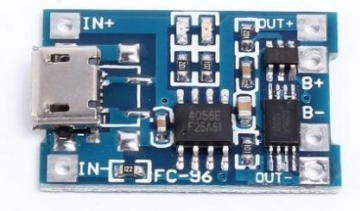
protokol komunikasi I2C yang sederhana dengan menyambungkan pin ke D1 Mini seperti Tabel 2.2:

Tabel 2.2 *Wiring* OLED

Pin	Pengkabelan ke D1 Mini
Vin	3.3 V
GND	GND
SCL	D1
SDA	D2

2.2.6 Modul TP4056

Modul *charger* dengan pengontrol TP4056 digunakan untuk memberikan tambahan daya ke baterai yang digunakan apabila daya baterai sudah habis. Modul TP4056 memerlukan input sebesar 4,7-5,5 V. Gambar modul ini ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 TP4056

2.2.7 Wemos D1 Mini

D1 Mini yang berbasis ESP8266 memiliki 16 pin pada *board*-nya. Dapat diprogram menggunakan *software* Arduino IDE memiliki memori sebesar 4MB. Pemrograman pada Arduino IDE menggunakan *board* yang sama dengan NodeMCU dan telah disediakan pada *Board Manager*. Ukuran *board* ini lebih kecil daripada NodeMCU seperti pada Gambar 2.4.

Gambar 2.4 Wemos D1 Mini

2.2.8 Blynk

Aplikasi ini dapat diunduh di Playstore Android atau App Store Iphone berguna untuk mengontrol perangkat IoT melalui koneksi internet. Selain mengontrol, aplikasi ini dapat menampilkan data dari sensor. Untuk dapat terhubung ke Blynk memerlukan registrasi untuk mendapatkan kode/token yang dikirim ke email untuk dimasukkan kedalam program. Logo aplikasi ditunjukkan pada Gambar 2.5.

Gambar 2.5 Logo Aplikasi Blynk

2.2.9 Baterai IMR 18350

Baterai ini memiliki keluaran sebesar 3.6-3.7V DC dapat diisi ulang dan memiliki kapasitas baterai sebesar 1000 mAh dan arus sebesar 15A. Biasa dijual dipasaran, bentuk baterai ditunjukkan pada Gambar 2.6.

Gambar 2.6 Baterai IMR 18350

BAB 3
METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Tahapan metode penelitian meliputi perancangan, kalibrasi, pengujian dan analisis hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 :

Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian

3.2 Merancang Perangkat

Pada Gambar 3.2 merupakan bagan alir sistem yang akan digunakan untuk membangun prototipe. Saat prototipe dinyalakan, sistem harus terhubung ke internet untuk dapat memulai pengecekan pin/pengkabelan. Pengecekan ini bertujuan untuk memastikan semua komponen terhubung pada pin yang digunakan. Saat semua pengecekan sukses, sensor MAX30100 dan GPS akan bekerja secara bersamaan dalam pengulangan waktu yang berbeda. Semua sensor memperbarui data terus menerus dengan *delay* waktu ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Delay* Pengiriman Data

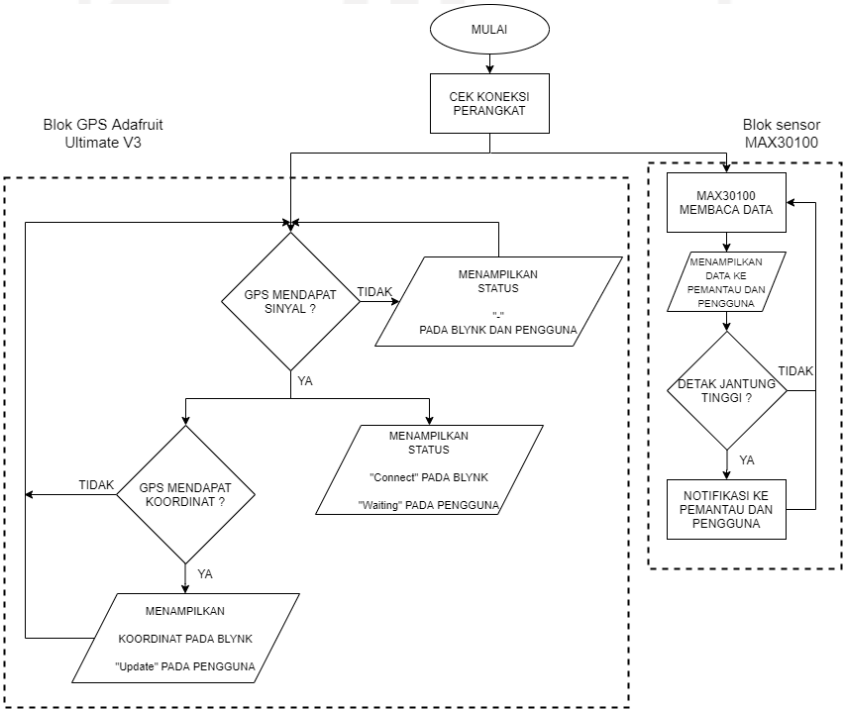
Pengiriman Ke-	*Delay* (detik)
Smartphone pemantau	2
Penampil OLED pada prototipe	1

Saat GPS telah memperoleh sinyal maupun koordinat, status GPS akan ditampilkan seperti Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Status GPS

Status Pada -	Tampilan		
	Sebelum Mendapatkan Sinyal Satelit	Mendapatkan Sinyal Satelit	Mendapatkan Koordinat
Blynk	-	Connect	Ditampilkan koordinat
Penampil Prototipe	-	Waiting...	Update

Detak jantung normal manusia diatas 17 tahun sekitar 60-100 BPM [13], apabila sensor MAX30100 memperoleh data *HR* kurang dari 60 BPM, maka akan ditampilkan notifikasi peringatan detak jantung lemah baik pada layar prototipe maupun pada *smartphone* pemantau. Apabila detak jantung diatas 100 BPM akan ditampilkan notifikasi peringatan detak jantung tinggi pada prototipe maupun pemantau.



Gambar 3.2 *Flowchart* perancangan

3.2.1 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 Oxullo Intersecans untuk Maxim-IC MAX30100 yang dapat diunduh melalui *Library Manager* Arduino IDE. *Library* seperti Gambar 3.3 ini digunakan karena dapat menampilkan dan menghitung detak jantung dan SpO2 yang terdapat dalam sensor MAX30100.

```
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
```

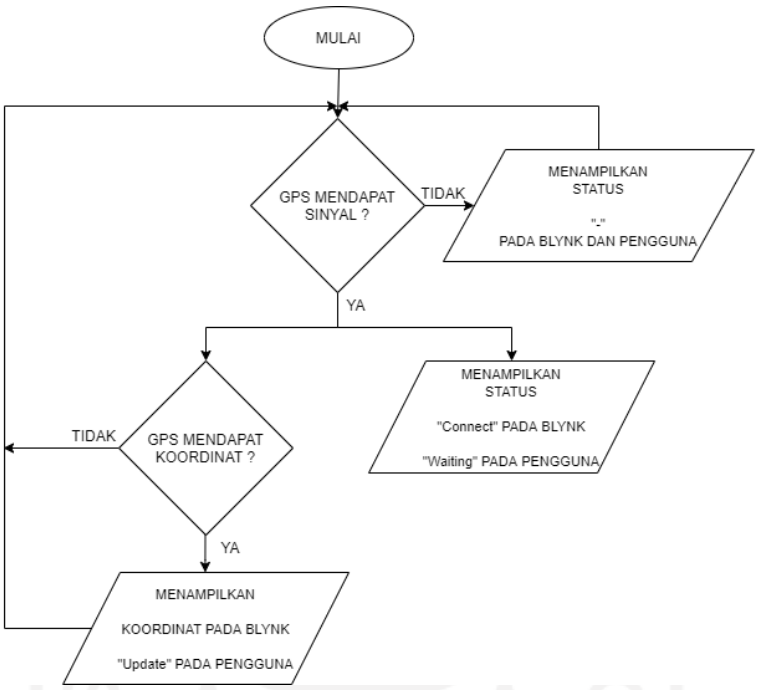
Gambar 3.3 Library MAX30100

Pulse Oximeter memiliki kemampuan untuk mendeteksi *pulse/beat*, perhitungan dan kalkulasi detak jantung dan SpO2. Cara kerja sistem dari sensor MAX30100 dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.4:

Gambar 3.4 Cara kerja MAX30100

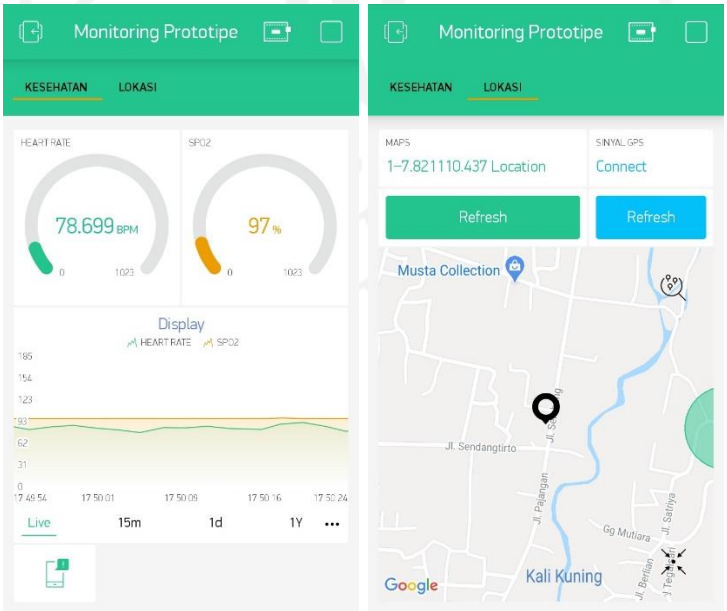
GPS dapat menampilkan beragam navigasi seperti jam, tanggal, koordinat, kecepatan dalam knots, sudut, ketinggian, satelit dan lain lain. Namun, pada penelitian ini hanya menampilkan

koordinat *longitude* dan *latitude* dalam derajat atau *degrees*. Cara kerja sistem GPS dalam penelitian ini seperti Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Cara kerja GPS

Tampilan utama pada aplikasi Blynk ditunjukkan pada Gambar 3.6 dan notifikasi detak jantung ditunjukkan pada Gambar 3.7.

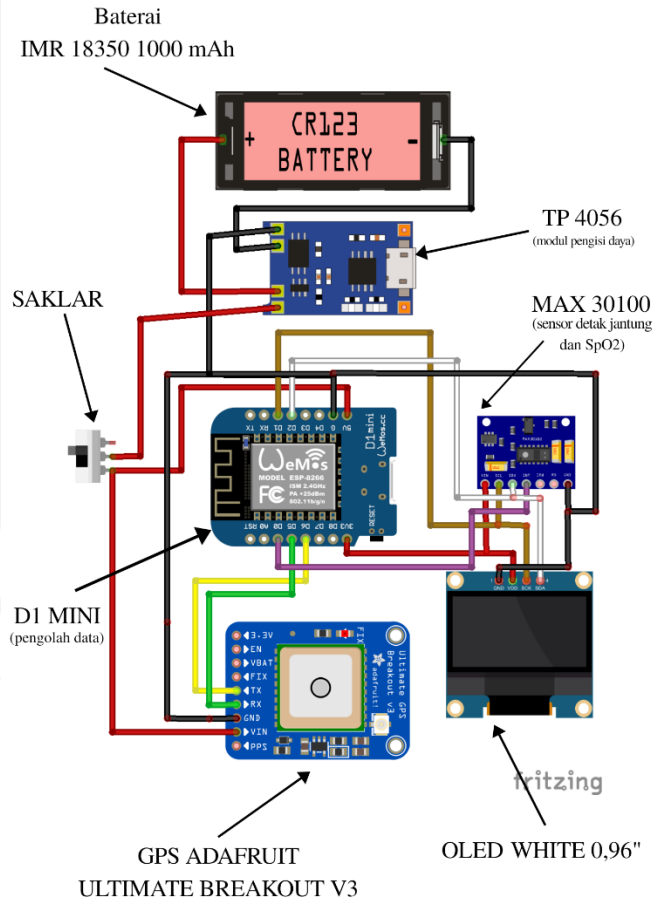


Gambar 3.6 Tampilan Blynk

Gambar 3.7 Tampilan notifikasi Blynk

3.2.2 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 3.8 menunjukkan skema yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3.8 Skema perangkat keras

Dari skema *wiring* Gambar 3.8 kemudian perangkat dirangkai dan disusun agar dapat digunakan di pergelangan tangan agar dapat digunakan saat beraktifitas seperti Gambar 3.9.

Gambar 3.9 Prototipe yang digunakan

3.3 Kalibrasi

3.3.1 Kalibrasi GPS

Proses kalibrasi GPS Adafruit Ultimate pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu pengukuran menggunakan fitur pengukuran pada *Google Earth* seperti pada Gambar 3.10 dan Rumus *Haversine* pada Persamaan (3.1) [14]. Kedua metode pengukuran tersebut digunakan untuk mencari selisih jarak koordinat yang diperoleh GPS Adafruit Ultimate dan GPS s*martphone* saat kondisi alat di dalam dan di luar ruangan.

$$Rumus\ Haversine = 2r\ sin^{-1}\left(\sqrt{sin^2\left(\frac{\emptyset_2-\emptyset_1}{2}\right)+cos(\emptyset_1)cos(\emptyset_2)sin^2\left(\frac{\varphi_2-\varphi_1}{2}\right)}\right) \quad (3.1)$$

Keterangan :

r = Konstanta radius bumi (6378,14 km)

$\emptyset_1$ = *Latitude* GPS Adafruit Ultimate

φ_1 = *Longitude* GPS Adafruit Ultimate

$\emptyset_2$ = *Latitude* GPS *smartphone*

φ_2 = *Longitude* GPS *smartphone*

Gambar 3.10 Fitur pengukuran di *Google Earth*

Koordinat *smartphone* diperoleh dari *Google Earth* dalam bentuk *degrees* dan digunakan sebagai acuan pembanding. Penggunaan GPS pada *smartphone* digunakan untuk mengetahui koordinat lokasi saat pengujian. Akurasi GPS pada *smartphone* pernah diteliti sebelumnya ditampilkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Penelitian Akurasi GPS *Smartphone*

Tahun	Penulis	Keterangan
2018	M. Fatoni Anggris dkk	Membandingkan GPS *smartphone* menggunakan Garmin GPS Oregon 550 dan mendapatkan selisih jarak tertinggi sekitar 4.039 meter [14].
2019	Andhy Sulistyo dkk	Melakukan penelitian tentang GPS *smartphone* dengan selisih akurasi sekitar 2-3 meter [15].

Tujuan kalibrasi 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.

3.3.2 Kalibrasi *HR*

Kalibrasi ini 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 seperti Tabel 3.4. Subjek dipilih untuk mengetahui perbedaan *HR* anak dibawah 10 tahun dengan umur diatas 10 tahun dalam kondisi duduk untuk mendapatkan hasil pembacaan sensor yang stabil.

Tabel 3.4 Subjek Kalibrasi *HR*

No	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Kondisi	Metode Penghitungan	
				MAX30100	*Manual*
1	5	L	Duduk		

No	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Kondisi	Metode Penghitungan	
				MAX30100	*Manual*
2	6	P	Duduk		
3	8	L	Duduk		
4	9	L	Duduk		
5	18	L	Duduk		
6	39	P	Duduk		

Untuk menghitung detak jantung *manual* dapat menggunakan Persamaan (3.2) [16].

$$BPM = \frac{60}{waktu\ perhitungan} \times jumlah\ detak\ jantung \quad (3.2)$$

dengan nilai :

waktu perhitungan = waktu yang digunakan saat penghitungan detak jantung

jumlah detak jantung = jumlah detak jantung yang diperoleh dalam waktu perhitungan

Tujuan kalibrasi adalah untuk mengetahui selisih rata-rata 10 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 (3.3).

$$Nilai\ Akurasi\ (\%) = 100\% - \left|\frac{Selisih}{Manual}\right| \times 100\% \quad (3.3)$$

3.3.3 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 10 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. Pengukuran ditampilkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Subjek Kalibrasi SpO2

No	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Kondisi	Pengukuran MAX30100 dan Alat komersial
1	6	P	Duduk	
2	8	P	Duduk	
3	9	P	Duduk	
4	13	L	Duduk	

No	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Kondisi	Pengukuran MAX30100 dan Alat komersial
5	21	P	Duduk	
6	25	P	Duduk	

Hasil yang didapatkan lalu dibandingkan dengan data pembacaan MAX30100 dan dihitung akurasinya menggunakan Persamaan (3.4).

$$Nilai\ Akurasi\ (\%) = 100\% - \left|\frac{Selisih}{\text{Alat komersial}}\right| \times 100\% \quad (3.4)$$

3.4 Pengujian Kinerja Prototipe

3.4.1 Waktu Tunggu GPS Mendapatkan Koordinat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan GPS untuk mendapatkan sinyal dan koordinat pada saat GPS tertutup *casing* dan saat *casing* terbuka. Penghitungan dimulai saat prototipe pertama kali dihidupkan. Ditampilkan dalam bentuk tabel berdasarkan waktu perolehan data.

3.4.2 Pengujian Notifikasi Detak Jantung >100 BPM

Pengujian notifikasi detak jantung >100 BPM menggunakan subjek anak dengan umur <10 tahun karena jumlah detak jantungnya lebih dari 100 BPM agar mampu mengirimkan notifikasi ke aplikasi pemantau. Pengujian *Delay* pada notifikasi digunakan untuk mengetahui waktu tunggu yang akan diterima oleh pemantau.

3.4.3 Penggunaan Prototipe Saat Beraktivitas

Untuk mengetahui perubahan grafik *HR* dan SpO2 pada Blynk saat prototipe digunakan untuk bergerak.

3.4.4 Waktu Kerja Prototipe

Untuk menguji daya tahan baterai prototipe dari kondisi baterai penuh hingga kondisi baterai habis (prototipe mati). Ditampilkan dalam bentuk tabel berdasarkan lamanya waktu (menit).

3.5 Analisis Hasil

Hasil kalibrasi GPS akan dianalisis berbentuk tabel untuk mengetahui koordinat yang diperoleh dan selisih jarak pengukuran dua titik koordinat berdasarkan metode pengukuran saat GPS berada di dalam dan diluar ruangan. Rata-rata hasil pengukuran digunakan untuk mengukur tingkat ketelitian GPS. Kalibrasi *HR* dianalisis berbentuk tabel berdasarkan umur, jenis kelamin, nilai rata-rata dan selisih untuk mendapatkan nilai akurasi . Kalibrasi SpO2 ditampilkan dalam bentuk tabel berdasarkan hasil perbandingan nilai sensor dan alat pembanding yang diperoleh dari subjek untuk mendapatkan selisih dan nilai akurasi. Pengujian Kinerja Prototipe (waktu tunggu GPS, Pengujian notifikasi, penggunaan prototipe dan waktu kerja prototipe) dijelaskan pada BAB 4 Hasil dan Pembahasan.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Kalibrasi

4.1.1 Hasil Kalibrasi GPS

Koordinat GPS yang diperoleh saat didalam ruangan ditampilkan pada Tabel 4.1 dan selisih pengukuran koordinat menggunakan dua metode ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Koordinat GPS Di Dalam Ruangan

Data Ke -	Koordinat GPS Adafruit Ultimate		Koordinat GPS *Smartphone*	
	latitude	*longitude*	*latitude*	*longitude*
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 4.2 Pengukuran Selisih Koordinat GPS Di Dalam Ruangan

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

Pada Tabel 4.1 merupakan hasil data koordinat yang didapat saat kedua GPS berada di dalam ruangan. Selisih jarak koordinat terjauh dilihat pada Tabel 4.2 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 4.3 dan selisih pengukurannya ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Koordinat GPS Di Luar Ruangan

Data Ke -	Koordinat GPS Adafruit Ultimate		Koordinat GPS *Smartphone*	
	latitude	*longitude*	*latitude*	*longitude*
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 4.4 Pengukuran Selisih Koordinat GPS DI Luar Ruangan

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

Pada Tabel 4.3 merupakan data koordinat yang didapat saat kedua GPS berada diluar ruangan. Selisih jarak terjauh pada Tabel 4.4 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.

4.1.2 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 akurasinya seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Hasil Kalibrasi *HR*

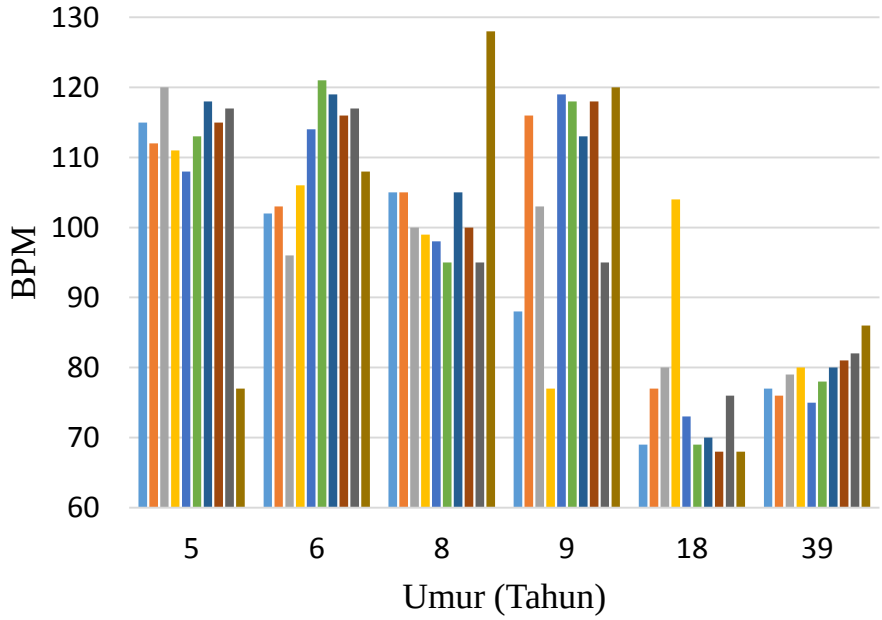
Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	*HR* (BPM)		Selisih	Nilai Akurasi (%)
		Rata-rata MAX30100	*Manual*		
5	L	110	112	2	98,21
6	P	110,2	112	1,8	98,39
8	L	103	104	1	99,04
9	L	106,7	112	5,3	95,27
18	L	75,4	76	0,6	99,21
39	P	79,4	80	0,6	99,25
Rata-rata				1,83	98,23

Tabel 4.6 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

Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	*HR* MAX30100 (BPM)										Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
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

Grafik 10 Data *Heart Rate* MAX30100



Gambar 4.1 Grafik data pembacaan HR MAX30100

Pada Tabel 4.6 terdapat 10 data yang diperoleh dari sensor MAX30100 yang kemudian dihitung nilai rata-ratanya lalu dibandingkan dengan penghitungan *manual*. Rata-rata data pada Tabel 4.6 digunakan karena nilai yang diperoleh sensor bersifat acak saat mendeteksi *pulse*, berbeda dengan penghitungan manual yang konstan selama 60 detik. Berdasarkan pada Tabel 4.5, 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.

4.1.3 Hasil Kalibrasi SpO2

Berdasarkan Tabel 4.7, dapat dilihat perubahan SpO2 terjadi pada subjek dalam kondisi duduk. Pada Tabel 4.8 merupakan 10 data yang didapatkan oleh sensor MAX30100 saat

mengalami perubahan nilai dan nilai yang diperoleh dari alat komersial lalu ditampilkan dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.2.

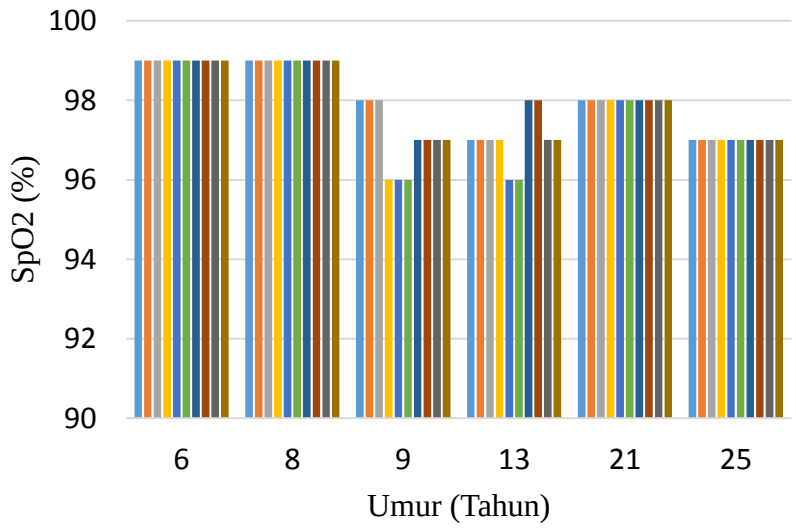
Tabel 4.7 Data Hasil Kalibrasi SpO2

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

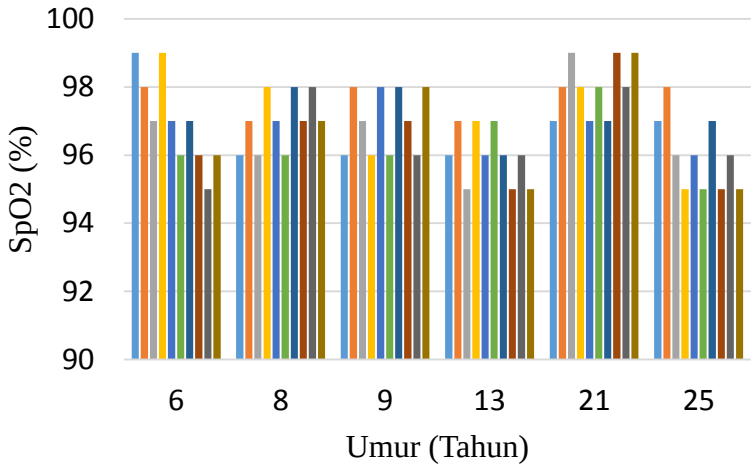
Tabel 4.8 Data Pembacaan MAX30100

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 10 Data SpO2 Alat Komersial



Grafik 10 Data SpO2 MAX30100



Gambar 4.2 Grafik data pembacaan SpO2

Pengukuran pada Tabel 4.7 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.

4.2 Analisis Pengujian Kinerja Prototipe

4.2.1 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 4.9 dan kondisi GPS tertutup *casing* ditampilkan pada

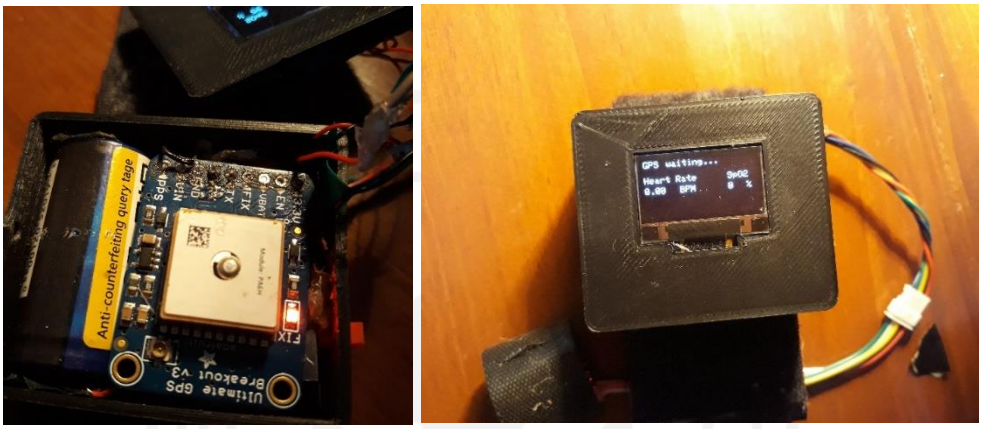
Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Kondisi *casing* terbuka

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

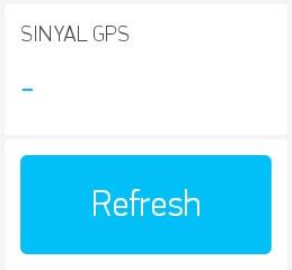
Tabel 4.10 Kondisi *casing* tertutup

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



Gambar 4.3 Kondisi *casing* terbuka (kiri) dan *casing* tertutup (kanan)

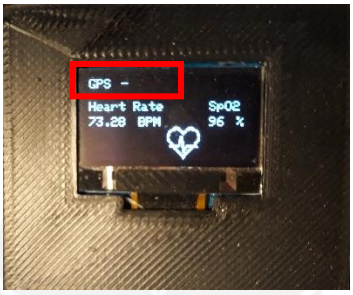
Pada saat *casing* terbuka seperti Gambar 4.3, GPS mampu memperoleh sinyal lebih cepat karena antena GPS tidak memiliki penghalang. Untuk mengetahui status GPS sudah atau belum mendapatkan sinyal dan koordinat pada aplikasi Blynk ditampilkan pada beberapa *widget*. Saat prototipe pertama kali dihidupkan, status sinyal GPS seperti Gambar 4.4 karena GPS belum mendapatkan sinyal. Setelah mendapatkan sinyal, status sinyal GPS pada aplikasi Blynk akan berubah seperti Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Status sinyal GPS pada Blynk

Gambar 4.5 Status GPS saat mendapatkan sinyal pada Blynk

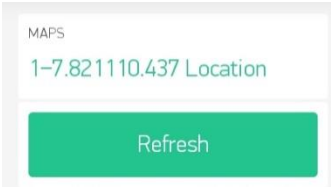
Status GPS yang ditampilkan pada prototipe saat GPS belum mendapatkan sinyal ditampilkan pada Gambar 4.6. Sedangkan saat memperoleh sinyal ditampilkan seperti Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Status GPS sebelum mendapatkan sinyal pada prototipe

Gambar 4.7 Status GPS saat mendapatkan sinyal pada prototipe

Saat GPS mendapatkan koordinat akan ditampilkan pada Blynk seperti Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Status GPS saat mendapatkan koordinat pada Blynk

Sedangkan pada prototipe akan ditampilkan seperti Gambar 4.9.

Gambar 4.9 Status GPS saat mendapatkan koordinat pada prototipe

4.2.2 Pengujian Notifikasi Detak Jantung >100 BPM

Pada Tabel 4.11 ditampilkan hasil pengujian notifikasi terhadap subjek apabila sensor membaca detak jantung kurang dari 60 dan lebih dari 100 BPM. Notifikasi detak jantung tinggi berhasil dikirim ke pemantau dan pasien berdasarkan subjek dibawah 10 tahun untuk menguji notifikasi karena detak jantung normal subjek diatas 100 BPM.

Tabel 4.11 Pengujian Notifikasi

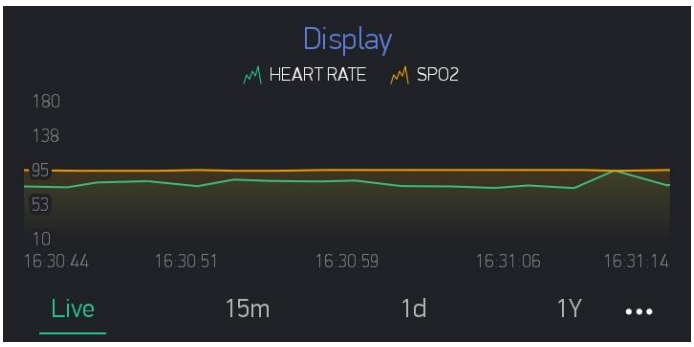
Usia (Tahun)	Jenis Kelamin	MAX30100	Notifikasi
5	L	110	Tinggi
6	P	110,2	Tinggi
8	L	103	Tinggi
9	L	106,7	Tinggi
18	L	75,4	-
39	P	79,4	-

Tampilan notifikasi pada Blynk ditunjukkan pada Gambar 3.7 sedangkan tampilan pada Oled ditunjukkan pada Gambar 4.10.

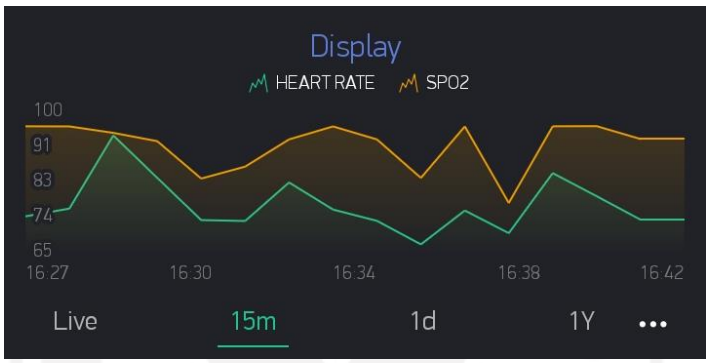
Gambar 4.10 Tampilan notifikasi Oled

4.2.3 Penggunaan Prototipe Saat Beraktivitas

Penggunaan prototipe saat berjalan atau melakukan banyak gerakan menyebabkan pembacaan sensor MAX30100 mengalami kekacauan (data yang diterima berubah signifikan) seperti pada Gambar 4.12, namun saat pasien duduk dan tidak melakukan banyak gerakan, data yang ditampilkan MAX30100 dapat dikatakan akurat seperti Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Prototipe digunakan saat duduk



Gambar 4.12 Prototipe digunakan saat berjalan

4.2.4 Waktu Kerja Prototipe

Waktu kerja prototipe setelah melakukan pengujian ditampilkan pada Tabel 4.12. 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 4.12 Pengujian daya tahan dan pengisian baterai

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

4.3 Analisis Akhir

Prototipe membutuhkan *acces point wifi* untuk dapat digunakan. Pada saat pengujian, prototipe menggunakan *Hotspot* Seluler yang terdaftar dalam program sebagai *acces 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 [17][18]. 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.

GPS tidak mampu mendapatkan koordinat apabila antena GPS terhalangi oleh *casing* dalam ruang yang sempit [19]. Saat GPS terhalangi gedung atau benda-benda padat lainnya dapat mempengaruhi kinerja GPS untuk mendapatkan sinyal koordinat, maka disarankan di tempat terbuka (tanpa penghalang) [20]. 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 diatas 100 BPM secara terus menerus. Waktu kerja prototipe yang singkat dan pengisian daya yang lama membuat prototipe ini perlu dikembangkan lagi.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa hasil terhadap prototipe sistem pendeteksi lokasi dan kesehatan manusia berbasis IoT dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Koordinat yang diperoleh GPS Adafruit dapat dikatakan akurat karena memiliki selisih koordinat kurang dari 5 meter
2. 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.
3. 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.
4. Pembacaan SpO2 MAX30100 didapatkan rata-rata akurasi sebesar 98,99%.
5. Notifikasi >100 BPM berhasil dikirimkan dan diterima oleh pemantau maupun pasien.

5.2 Saran

Dalam upaya pengembangan untuk penelitian selanjutnya disarankan :

1. Perbaikan *cover* atau pelindung sensor MAX30100 pada jari agar pada saat beraktifitas/bergerak data yang diterima tidak kacau.
2. Perbaikan penggunaan bahan maupun ketebalan bahan yang digunakan pada prototipe mempengaruhi GPS dalam mendapatkan koordinat.
3. Alat pembanding kalibrasi *HR* sebaiknya menggunakan alat yang sejenis dengan nilai sensor diperoleh melalui *pulse.*

DAFTAR PUSTAKA

[1] Mardiansyah and Wildian, "Rancang Bangun Alat Monitoring Detak Jantung Pasien Rumah Sakit dengan Sistem Telemetri Berbasis Ardiuno UNO R3," vol. 8, no. 4, pp. 355–361, 2019.

[2] A. N. Qahar, "Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada Anak Menggunakan Satu Sensor," 2018.

[3] A. R, K. S. Nigli, and M. K. P, "Patient Health Monitoring System Based on IOT," *UGC Care J.*, vol. 40, no. 60, pp. 2553–2561, 2020.

[4] B. Almadani, M. Bin-yahya, and E. M. Shakshuki, "E-AMBULANCE : Real-Time Integration Platform for Heterogeneous Medical E-AMBULANCE : Real-Time Integration Platform for Heterogeneous Medical Telemetry System," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 63, no. September, pp. 400–407, 2015.

[5] I. K. R. Arthana and I. M. A. Pradnyana, "Perancangan Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Notifikasi Melalui SMS," pp. 889–895, 2017.

[6] I. K. R. Arthana, I. M. A. Pradnyana, and D. P. Y. Kurniati, "Sistem Monitoring Detak Jantung dan Lokasi Pasien," vol. 15, no. 1, pp. 124–133, 2018.

[7] K. M. Arpita, J. Maddi, T. Ashwan, K. S. Asha, and M. P. Sunil, "Health Monitoring System for Ambulance," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. June, 2019.

[8] S. Ratna, "Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis Internet of Things (IoT)," *Al Ulum Sains dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 83–87, 2020.

[9] A. S. Utomo, E. H. Negoro, and M. Sofie, "Monitoring Heart Rate dan Saturasi Oksigen Melalui Smartphone," *J. SIMETRIS*, vol. 10, no. 1, pp. 319–324, 2019.

[10] Maxim Integrated, "MAX30100 Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health," *Lect. Notes Energy*, vol. 38, pp. 11–37, 2014.

[11] Lady Ada, "Overview | Adafruit Ultimate GPS | Adafruit Learning System." [Online]. Available: https://learn.adafruit.com/adafruit-ultimate-gps. [Accessed: 23-Jun-2020].

[12] "Adafruit Ultimate GPS Breakout - 66 channel w/10 Hz updates [Version 3] ID: 746 - $39.95 : Adafruit Industries, Unique & fun DIY electronics and kits." [Online]. Available: https://www.adafruit.com/product/746. [Accessed: 07-May-2020].

[13] M. A. Saputro, E. R. Widasari, and H. Fitriyah, "Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless," *Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 148–156, 2017.

[14] M. F. Anggris, M. T. Ananta, and H. M. Az-zahra, "Rancang Bangun Aplikasi Augmented

Reality Pengelolaan Rambu-Rambu Lalu Lintas Menggunakan Global Positioning System (GPS) pada Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 8, pp. 2892–2901, 2018.

[15] A. Sulistyo, A. Yudhana, Sunardi, and R. Aini, "Kombinasi Teknologi Aplikasi GPS Mobile dan Pemetaan SIG dalam Sistem Pemantauan Demam Berdarah (DBD)," *khazanah Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 6–14, 2019.

[16] Yunidwianggraeni, B. Irawan, and R. E. Saputra, "Perancangan Alat Pendeteksi Denyut Nadi Pada Korban Bencana Alam Menggunakan Teknologi Jaringan Sensor Nikabel," *e-Proceeding Eng.* , vol. 4, no. 3, pp. 4083–4090, 2017.

[17] A. L. Pandhita and H. Yuliansyah, "Rancang Bangun Aplikasi Android Berbasis Lokasi Untuk Pencarian Distribution Point," *J. INFOTEL - Inform. Telekomun. Elektron.*, vol. 7, no. 2, pp. 83–92, 2016.

[18] A. F. Oklilas, S. D. Siswanti, and M. D. Rachman, "Akurasi Pembacaan GPS Pada Android Untuk Location Based Service (Studi Kasus: Informasi Lokasi SMA di Palembang)," *J. Ilmu Komput. dan Agri-Informatika*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2017.

[19] P. T. Prastowo, K. I. Satoto, and R. Isnanto, "Perancangan Aplikasi Pencari Masjid Menggunakan Global Positioning System (GPS) Pada Platform Android," *TRANSIENT*, vol. 1, p. 5, 2012.

[20] D. I. K. Putri, "Visualisasi dan Sinkronisasi Data GPS Tracker Berbasis SMS Gateway," 2015.

LAMPIRAN

Rincian Biaya Skripsi:

Lampiran 1 – Rincian Biaya Skripsi

No	Rincian	Frekuensi (Kali)	Volume (Unit)	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (3) × (4) × (5)
1	Wemos D1 Mini	1	1	Rp 55,000.00	Rp 55,000.00
2	GPS Adafruit Ultimate V3	1	1	Rp 590,000.00	Rp 590,000.00
3	TP4056	1	1	Rp 15,000.00	Rp 15,000.00
4	Baterai IMR 16350	1	1	Rp 55,000.00	Rp 55,000.00
5	Cetak Casing	2	1	Rp 100,000.00	Rp 200,000.00
6	OLED 0,96 inch	1	1	Rp 70,000.00	Rp 70,000.00
7	MAX30100	1	1	Rp 60,000.00	Rp 60,000.00
8	Penambahan Energi Blynk	2	1	Rp 41,000.00	Rp 82,000.00
9	Finger Pulse Oximeter	1	1	Rp 300,000.00	Rp 300,000.00
Jumlah					**Rp1,427,000.00**