

# Sistem Monitoring HeartRate dan SPO<sub>2</sub> untuk Pendampingan Lansia dengan Raspberry Pi sebagai Gateway

Ridwan Satrio Hadikusuma\*, Resi Sujiwo Bijokangko, Yudha Wijaya Matruty,  
Duma Kristina Yanti Hutapea

Magister Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia  
Jalan Jenderal Sudirman 51 12930 Jakarta Daerah Khusus Ibukota Jakarta  
ridwan.202200090017@student.atmajaya.ac.id, duma.kristina@atmajaya.ac.id

## INFO ARTIKEL

### Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/18871>

### DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v5i1.18871>

### Data Artikel:

Diterima:

12 Juli 2023

Direview:

18 Juli 2023

Direvisi :

20 Juli 2023

Disetujui :

05 Agustus 2023

### Korespondensi:

ridwan.202200090017@student.atmajaya.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan HeartRate dan SPO<sub>2</sub> berbasis Raspberry Pi untuk lansia. Sistem ini memberikan pendampingan kesehatan real-time dan peringatan dini terhadap kondisi yang mengkhawatirkan. Menggunakan sensor MAX30102 yang terhubung ke Arduino Uno dengan Raspberry Pi sebagai gateway, sistem ini dapat mengukur HeartRate dan SPO<sub>2</sub> dengan akurasi tinggi. Perangkat keras terdiri dari Raspberry Pi, Arduino Uno, sensor MAX 30102, dan modul GPS, sementara perangkat lunak dikembangkan dengan Python dan mencakup modul pengolahan data, pengiriman data, dan antarmuka pengguna real-time. Uji coba melibatkan lansia sebagai subjek, dan hasilnya menunjukkan akurasi yang memadai. Aplikasi monitoring yang digunakan mudah digunakan dan memberikan informasi yang jelas. Secara keseluruhan, sistem ini memberikan pendampingan kesehatan yang efektif dan diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup lansia serta mempermudah pemantauan kesehatan mereka.

**Kata Kunci:** Heart Rate, SPO<sub>2</sub>, Informasi Kesehatan, Lansia.

## ABSTRACT

*This research develops a Raspberry Pi-based monitoring system for HeartRate and SPO<sub>2</sub> for the elderly. The system provides real-time health monitoring and early warning for concerning conditions. Using the MAX30102 sensor connected to Arduino Uno with Raspberry Pi as a gateway, this system accurately measures HeartRate and SPO<sub>2</sub>. The hardware consists of Raspberry Pi, Arduino Uno, MAX30102 sensor, and GPS module, while the software is developed using Python and includes data processing, data transmission, and real-time user interface modules. The testing involved elderly subjects, and the results showed adequate accuracy. The monitoring application used is user-friendly and provides clear information. Overall, this system offers effective health assistance and is expected to enhance the quality of life for the elderly while facilitating health monitoring.*

**Keywords:** Heart Rate, SPO<sub>2</sub>, Health Information, Elderly.

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah populasi lansia dan masalah kesehatan yang sering terjadi pada mereka menuntut adanya sistem pemantauan kesehatan yang efektif dan dapat diandalkan [1]. Dalam konteks ini, pengembangan sistem monitoring *HeartRate* (detak jantung) dan SPO<sub>2</sub> (tingkat oksigen dalam darah) berbasis *Raspberry Pi* menjadi solusi yang menarik [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> yang dapat memberikan pendampingan kesehatan secara *real-time* dan memberikan peringatan dini terhadap kondisi yang mengkhawatirkan bagi lansia seperti potensi terjadinya *sleep apnea*, *demensia* atau cemas yang berlebih [3]. Sistem ini menggunakan sensor MAX30102 untuk mengukur *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> dengan akurasi tinggi [3]. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan sensor GPS UBlox Neo-6M untuk mendapatkan data lokasi lansia secara *real-time*. Untuk mencapai tujuan ini, data kesehatan dan lokasi orang tua dikumpulkan secara *real-time* melalui sensor MAX30102, yang mengukur tingkat denyut nadi dan SPO<sub>2</sub> dengan akurasi tinggi, dan sensor GPS UBlox Neo-6M, yang mengumpulkan lokasi. Proses ini dimulai dengan pengumpulan data oleh sensor, *Raspberry Pi* berfungsi sebagai *gateway* untuk mengumpulkan data dari kedua sensor tersebut. Kemudian, data diproses menggunakan perangkat lunak yang dikembangkan dengan *Python*. Setelah selesai, *Raspberry Pi* akan mengirimkan data ke

server melalui koneksi internet dengan waktu respons yang cepat, memungkinkan orang untuk mengakses dan melihat data secara *real-time*.

Untuk mengimplementasikan sistem ini, kami menggunakan perangkat keras yang terdiri dari *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler, *Raspberry Pi* sebagai *gateway* untuk menghubungkan perangkat dengan website sebagai platform monitoring pengguna. Bergantung pada konfigurasi dan tujuan sistem, ada berbagai pihak yang bertanggung jawab untuk memonitornya. Petugas medis atau tenaga kesehatan yang terkait langsung dengan perawatan orang tua biasanya memiliki otoritas untuk memantau data secara *real-time*. Dengan memiliki akses ke data aktual dan akurat, petugas medis dapat memantau kondisi kesehatan orang tua secara lebih efektif [4]. Mereka memiliki kemampuan untuk melakukan tindakan cepat jika ada kondisi yang memerlukan perhatian khusus, atau untuk memberikan peringatan dini jika terdeteksi perubahan yang mengkhawatirkan pada detak jantung atau tingkat oksigen dalam darah orang yang lebih tua. Selain itu, data yang dikumpulkan dapat digunakan oleh tenaga medis atau pihak terkait lainnya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang tren kesehatan lansia secara keseluruhan dan untuk memberikan pelayanan kesehatan yang lebih personal dan efisien kepada populasi lansia.

Setiap perangkat pengguna akan memiliki device ID yang berbentuk kode unik untuk memastikan penggunaan yang aman dan terpersonalisasi. Penelitian ini merupakan hasil pengembangan dari penelitian sebelumnya dalam bidang pemantauan kesehatan dan teknologi *wearable* dimana tidak terdapat *gateway* yang memungkinkan pengembangan alat dengan jumlah user yang besar. Sebelumnya terdapat penelitian serupa oleh Darul Zama mengembangkan sistem monitoring *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> menggunakan sensor *wearable* dengan akurasi tinggi. Namun, sistem tersebut hanya menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data dan tidak mengintegrasikan penggunaan *Raspberry Pi* sebagai *gateway* [4]. Penelitian oleh Costrada et al. fokus pada pengembangan sistem monitoring *HeartRate* berbasis *Raspberry Pi* untuk lansia. Namun, sistem tersebut tidak memperhatikan pengukuran SPO<sub>2</sub> dan tidak menggunakan sensor GPS untuk mendapatkan data lokasi [5]. Penelitian oleh Ahmad et al. mengintegrasikan sensor GPS dengan sistem monitoring kesehatan berbasis *Raspberry Pi*. Namun, penelitian tersebut tidak memfokuskan pada pengukuran *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> [6].

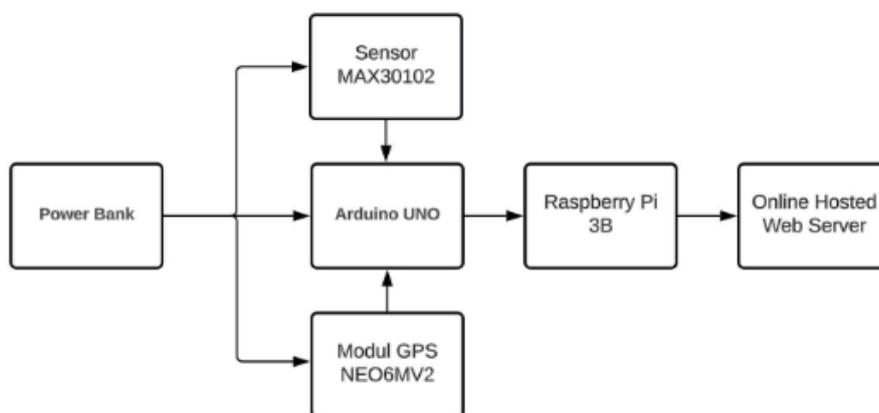
Penelitian ini mengatasi beberapa kelemahan penelitian serupa sebelumnya dan menunjukkan keunggulan yang signifikan dalam penggabungan dan pemanfaatan teknologi yang lebih komprehensif. Dengan mengintegrasikan sensor MAX30102, sensor GPS UBlox Neo-6M, *Arduino Uno*, dan *Raspberry Pi* sebagai *gateway* dalam satu sistem monitoring yang efektif, penelitian ini melengkapi kekurangan penelitian sebelumnya. Sistem ini menggunakan *website* sebagai *platform* monitoring untuk memberikan pendampingan kesehatan secara *real-time*. Penelitian sebelumnya hanya mengukur tingkat denyut nadi atau data lokasi saja, tetapi penelitian ini menggabungkan tingkat denyut nadi dan SPO<sub>2</sub> bersamaan dengan data lokasi lansia menggunakan sensor GPS, sehingga memberikan pemantauan kesehatan yang lebih menyeluruh. Kemampuan untuk melihat berbagai aspek kesehatan ini memberikan informasi yang lebih komprehensif kepada petugas medis dan tenaga kesehatan, yang membantu mereka bertindak dengan lebih efisien terhadap perubahan yang terjadi dalam kesehatan orang tua. Salah satu langkah inovatif dalam penelitian ini adalah penggunaan *Raspberry Pi* sebagai *gateway* dan *website* sebagai platform pemantauan. Petugas medis dapat mendapatkan informasi yang relevan dan tepat waktu melalui pengumpulan dan akses data secara *real-time* berkat integrasi ini. Selain itu, data pribadi orang tua tetap aman dan hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang berkat keamanan dan personalisasi yang dilakukan melalui penggunaan alat identifikasi berbentuk kunci. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan solusi pemantauan kesehatan lansia yang personal, aman, dan andal. Keunggulan dari penelitian ini adalah integrasi lengkap antara sensor MAX30102, sensor GPS UBlox Neo-6M, *Arduino Uno*, dan *Raspberry Pi* sebagai *gateway*. Dengan menggunakan *website* sebagai *platform* monitoring pengguna, sistem ini memberikan pendampingan kesehatan secara *real-time* dan peringatan dini terhadap kondisi yang mengkhawatirkan bagi lansia. Selain itu, penggunaan *device ID* berbentuk *key* masing-masing pengguna memastikan keamanan dan personalisasi dalam penggunaan sistem. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang pemantauan kesehatan lansia dan meningkatkan kualitas hidup mereka.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental untuk mengembangkan dan menguji sistem monitoring *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>* berbasis *Raspberry Pi* untuk pendampingan lansia. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan, yaitu perancangan sistem, pengumpulan data, pengolahan data, dan evaluasi kinerja sistem. Pertama, dalam tahap perancangan sistem, dilakukan pemilihan komponen yang sesuai dengan tujuan penelitian. Komponen yang digunakan adalah sensor MAX30102 untuk mengukur *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>*, sensor GPS UBlox Neo-6M untuk mengumpulkan data lokasi, Arduino Uno sebagai penghubung antara sensor dan *Raspberry Pi*, dan *Raspberry Pi* sebagai *gateway* untuk pengolahan dan pengiriman data. Selain itu, website digunakan sebagai platform monitoring pengguna, dan setiap *device* pengguna akan memiliki *device ID* berbentuk *key* masing-masing untuk identifikasi yang unik.

Kedua, dalam tahap pengumpulan data, sekelompok lansia dipilih sebagai subjek penelitian. Sensor MAX30102 dan sensor GPS UBlox Neo-6M dipasang pada masing-masing subjek untuk mengumpulkan data *HeartRate*, *SPO<sub>2</sub>*, dan lokasi. Data-data tersebut dikumpulkan secara berkala selama periode waktu tertentu. Ketiga, dalam tahap pengolahan data, data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut diolah menggunakan perangkat lunak yang dikembangkan dengan bahasa pemrograman *Python*. Pengolahan data meliputi pemrosesan sinyal *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>* untuk mendapatkan nilai yang akurat, pemetaan data lokasi menggunakan sensor GPS, serta penyimpanan data dalam format yang sesuai.

Keempat, dalam tahap evaluasi kinerja sistem, dilakukan pengujian terhadap sistem monitoring yang dikembangkan. Pengujian melibatkan analisis akurasi pengukuran *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>*, evaluasi penggunaan website sebagai *platform* monitoring, serta evaluasi keandalan dan responsivitas sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memastikan bahwa sistem dapat memberikan pendampingan kesehatan yang efektif kepada lansia.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

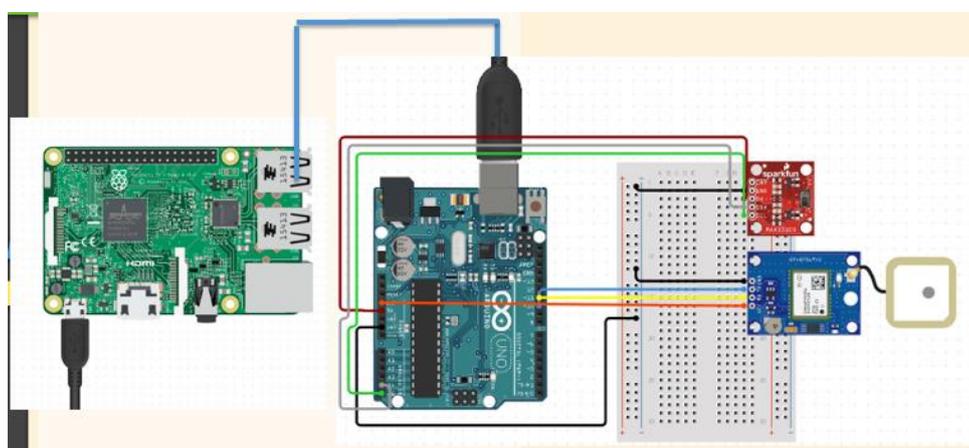
Pada gambar 1, sensor MAX30102 digunakan untuk mengukur *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>*, dan terhubung ke Arduino Uno melalui antarmuka I2C. Arduino Uno berfungsi sebagai penghubung antara sensor dan *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi* berperan sebagai *gateway* yang bertanggung jawab untuk pengolahan dan pengiriman data. Data yang diperoleh dari sensor MAX30102 dan sensor GPS UBlox Neo-6M diproses dan dikirimkan melalui *Raspberry Pi* menuju website monitoring. Pada website monitoring, pengguna dapat melihat data *HeartRate*, *SPO<sub>2</sub>*, dan lokasi yang dikumpulkan dari setiap *device* pengguna. Setiap *device* pengguna memiliki *device ID* berbentuk *key* masing-masing untuk memfasilitasi identifikasi individual dan pemantauan yang terpisah.

### 2.1. Perancangan Perangkat Keras

Dalam penelitian ini, perancangan perangkat keras untuk sistem monitoring *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>* berbasis *Raspberry Pi* menggunakan sensor MAX30102, sensor GPS UBlox Neo-6M, *Arduino Uno*, dan *Raspberry Pi* sebagai *gateway*. Perancangan perangkat keras ini melibatkan

pengintegrasian komponen-komponen tersebut untuk mengukur dan mengumpulkan data kesehatan lansia secara *real-time*. Pertama, sensor MAX30102 digunakan untuk mengukur *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub>. Sensor ini terhubung langsung ke *Arduino Uno* melalui antarmuka I2C. *Arduino Uno* berperan sebagai pengendali utama yang mengambil data dari sensor dan melakukan pemrosesan awal sebelum mengirimkannya ke *Raspberry Pi* [7].

Kedua, sensor GPS UBlox Neo-6M digunakan untuk mengumpulkan data lokasi pengguna. Sensor ini juga terhubung ke *Arduino Uno* melalui antarmuka serial. Dengan adanya sensor GPS, informasi lokasi pengguna dapat diintegrasikan dalam sistem monitoring untuk memberikan konteks yang lebih lengkap terkait kesehatan lansia [8]. Ketiga, *Raspberry Pi* berfungsi sebagai *gateway* yang bertanggung jawab untuk menerima data dari *Arduino Uno*, melakukan pengolahan data lanjutan, dan mengirimkannya ke server untuk diproses dan ditampilkan pada website monitoring. *Raspberry Pi* juga berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dan aplikasi monitoring yang dapat diakses melalui *website* [9].



Gambar 2. Perancangan Perangkat Keras

Pada gambar 2 perancangan perangkat keras, sensor MAX30102 terhubung ke *Arduino Uno* melalui antarmuka I2C. Sensor ini digunakan untuk mengukur *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub>. Sensor GPS UBlox Neo-6M terhubung ke *Arduino Uno* melalui antarmuka serial. *Arduino Uno* berfungsi sebagai pengendali utama yang mengambil data dari kedua sensor dan melakukan pemrosesan awal sebelum mengirimkannya ke *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi* berperan sebagai *gateway* yang menerima data dari *Arduino Uno* dan mengirimkannya ke *server* melalui koneksi internet. Data yang dikirim meliputi data kesehatan dari sensor MAX30102 dan data lokasi dari sensor GPS UBlox Neo-6M. *Server* akan memproses data tersebut dan menampilkan informasi yang relevan pada website monitoring. Setiap device pengguna memiliki *device ID* berbentuk *key* masing-masing untuk memfasilitasi identifikasi dan pemantauan yang terpisah pada *website*.

## 2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini, perancangan perangkat lunak untuk sistem monitoring *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> berbasis *Raspberry Pi* dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python. Perangkat lunak ini mencakup modul pengolahan data, pengiriman data ke server, serta antarmuka pengguna *real-time*. Pertama, untuk mengelola data yang diterima dari perangkat keras, *Raspberry Pi* menggunakan program upload dan baca yang dikembangkan dengan Python. Program ini bertugas untuk mengambil data dari *Arduino Uno* melalui komunikasi serial. *Raspberry Pi* akan membaca data *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> yang dikirimkan oleh *Arduino Uno* dengan kecepatan komunikasi 9600 *baud*. Kecepatan komunikasi 9600 *baud* dipilih karena merupakan kecepatan standar yang umum digunakan dalam komunikasi serial untuk koneksi yang stabil dan dapat diandalkan [10]. Kedua, dalam perancangan perangkat lunak, terdapat program *query database* dengan Python. Program ini bertugas untuk mengirimkan data kesehatan lansia yang telah diolah oleh *Raspberry Pi* ke *server* melalui koneksi internet. Data ini kemudian disimpan dalam database untuk dapat diakses dan

### Hadikusuma, Bijokangko, Matruty, Hutapea

Sistem Monitoring HeartRate dan SPO2 untuk Pendampingan Lansia dengan Raspberry Pi sebagai Gateway

dianalisis secara lebih lanjut. Program ini menggunakan *Python* untuk mengatur koneksi dan melakukan pengiriman data ke *server* dengan protokol yang sesuai.

```
1  #!/usr/bin/env python3
2  import serial
3  import requests
4
5  if __name__ == '__main__':
6      ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0', 9600, timeout=1)
7      ser.reset_input_buffer()
8
9      while True:
10         if ser.in_waiting > 0:
11             data = ser.readline().decode('utf-8').rstrip()
12             print(data)
13             url = "http://iot.merge.my.id/input.php?data=" + data
14             result = requests.get(url)
15             print(result)
16
```

Gambar 3. Program Upload dan Baca pada *Raspberry Pi*

Pada gambar 3, *Raspberry Pi* berkomunikasi dengan *Arduino Uno* menggunakan komunikasi serial dengan kecepatan 9600 *baud*. Program ini memungkinkan *Raspberry Pi* untuk membaca data *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>* yang dikirimkan oleh *Arduino Uno* melalui koneksi serial. Data yang diterima akan diolah dan diproses lebih lanjut sebelum dikirimkan ke *server* melalui koneksi internet. Sedangkan pada gambar 4, program *query database* menggunakan *Python* untuk mengirimkan data kesehatan lansia yang telah diolah oleh *Raspberry Pi* ke *server*. Program ini mengatur koneksi ke *server* dan menggunakan protokol yang sesuai untuk mengirimkan data. Setelah data terkirim, *server* akan menyimpan data tersebut dalam *database* untuk dapat diakses dan dianalisis lebih lanjut.

```
input.php > ...
9  $arr_data = explode(",", $raw_data);
10
11  $dev_key = $arr_data[0];
12  $status = $arr_data[3];
13  $lng = $arr_data[1];
14  $lat = $arr_data[2];
15  $hr = array_slice($arr_data, 4, 20);
16  $spo2 = array_slice($arr_data, 24, 20);
17
18  $query_mysql = mysqli_query($host, "SELECT `uid` FROM `access_key` WHERE `u_key` = '$dev_key' ") or die
(mysqli_error($host));
19
20  $uid = mysqli_fetch_array($query_mysql);
21  $uid = $uid[0];
22  echo $uid;
23
24  mysqli_query($host, "UPDATE `user_condition` SET `id`='NULL', `status`='$status', `lng`='$lng',
`lat`='$lat', `date`='' WHERE `uid` = $uid") or die(mysqli_error($host));
25
26  foreach ($hr as $data_hr) {
27      mysqli_query($host, "INSERT INTO `hr`(`id`, `value`, `uid`) VALUES (NULL,$data_hr,$uid)") or die
(mysqli_error($host));
28  }
29  foreach ($spo2 as $data_spo2) {
30      mysqli_query($host, "INSERT INTO `spo2`(`id`, `value`, `uid`) VALUES (NULL,$data_spo2,$uid)") or
die(mysqli_error($host));

```

Gambar 4. Program *Query Database*

Pada gambar 5, program perangkat keras dikembangkan menggunakan *Arduino IDE*. Program ini memungkinkan *Arduino Uno* untuk berkomunikasi dengan *Raspberry Pi* melalui komunikasi serial dengan kecepatan 9600 *baud*. Kecepatan komunikasi ini dipilih karena merupakan kecepatan standar yang umum digunakan dalam komunikasi serial dan memastikan koneksi yang stabil antara *Arduino Uno* dan *Raspberry Pi* [11].

```

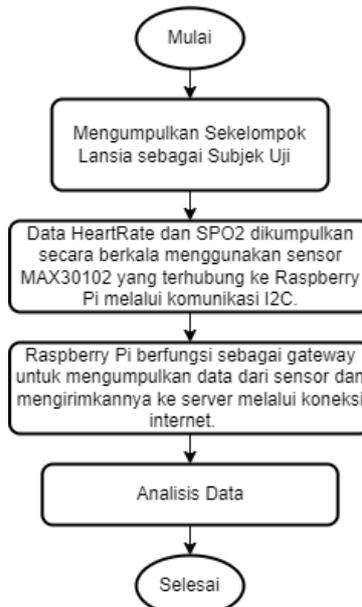
1  #include <Wire.h>
2  #include <TinyGPS++.h>
3  #include <SoftwareSerial.h>
4  #define BUFFER_LENGTH 20
5  String rBuff="";
6  String irBuff="";
7  static const int RXPin = 4, TXPin = 3;
8  TinyGPSPlus gps;
9
10 SoftwareSerial ss(RXPin, TXPin);
11 void setup()
12 {
13   Serial.begin(9600);
14   ss.begin(9600);
15   Wire.begin();
16 }
17
18 void loop()
19 {
20   uint16_t redBuffer[BUFFER_LENGTH]; // Buffer untuk data sensor merah
21   uint16_t irBuffer[BUFFER_LENGTH]; // Buffer untuk data sensor inframerah
22
23   // Melakukan pembacaan sensor selama 4 detik
24   unsigned long startTime = millis();
25   while (millis() - startTime < 4000)
26   {
27     for (int i = 0; i < BUFFER_LENGTH; i++)
28     {
29       // Pembacaan MAX 30102
30       redBuffer[i] = particleSensor.getRed();
31       irBuffer[i] = particleSensor.getIR();
32     }
33     delay(200); // Waktu delay antara pembacaan setiap sampel
34
35     for (int i = 0; i < sizeof(redBuffer) / sizeof(redBuffer[0]); i++) {
36       rBuff= rBuff + redBuffer[i];
37     }
38
39     if (i != sizeof(redBuffer) / sizeof(redBuffer[0]) - 1) {
40       rBuff= rBuff+",";
41     }
42   }
43 }

```

Gambar 5. Program pada Perangkat Keras

### 2.3. Metode Pengambilan Data dan Analisis Data

Pada penelitian ini, metode pengumpulan data dilakukan dengan melibatkan sekelompok lansia sebagai subjek uji. Data *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>* dikumpulkan secara berkala selama periode waktu tertentu menggunakan sensor MAX30102 yang terhubung ke *Raspberry Pi* melalui komunikasi I2C. *Raspberry Pi* berfungsi sebagai *gateway* untuk mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya ke server melalui koneksi internet. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis data untuk memperoleh informasi yang relevan terkait kesehatan lansia. Data *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>* yang dikumpulkan dianalisis untuk mendapatkan parameter kesehatan seperti detak jantung (*HeartRate*) dan tingkat oksigen dalam darah (*SPO<sub>2</sub>*). Analisis data dilakukan menggunakan metode pengolahan data yang terintegrasi dalam perangkat lunak yang dikembangkan dengan *Python* sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Selain itu, dilakukan juga analisis statistik untuk mengevaluasi akurasi sistem dalam mengukur dan memantau *HeartRate* dan *SPO<sub>2</sub>*. Data yang terkumpul dianalisis untuk mendapatkan informasi mengenai variasi nilai, tren, dan pola kesehatan lansia. Hasil analisis data ini memberikan wawasan

yang berguna bagi lansia dan tenaga medis dalam memahami kondisi kesehatan serta mengambil tindakan yang tepat jika diperlukan. Metode pengumpulan data dan analisis data pada penelitian ini memungkinkan untuk memantau kondisi kesehatan lansia secara *real-time* dan memberikan peringatan dini terhadap kondisi yang mengkhawatirkan. Data yang dikumpulkan dan hasil analisisnya menjadi dasar informasi yang diperlukan dalam memberikan pendampingan kesehatan yang efektif bagi lansia.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Perangkat Keras

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian perangkat keras yang terdiri dari sensor MAX30102, Sensor GPS UBlox Neo-6M, Arduino Uno, dan *Raspberry Pi* sebagai *Gateway*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan kinerja dan keakuratan sensor serta integrasi perangkat keras secara keseluruhan. Pengujian sensor MAX30102 dilakukan untuk mengukur *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> dengan akurasi tinggi. Sensor ini diuji dengan menggunakan subjek lansia sebagai pengujian nyata. Data yang dihasilkan oleh sensor kemudian dibandingkan dengan metode referensi untuk memverifikasi keakuratannya. Untuk mengukur parameter kesehatan tertentu, referensi yang digunakan dapat berupa alat medis yang sudah distandardisasi dan dapat diandalkan, seperti perangkat khusus untuk mengukur detak jantung dan tingkat oksigen dalam darah yang telah lulus uji klinis. Istilah "standard emas" atau standar emas biasanya digunakan untuk menggambarkan referensi ini. Data dari alat medis seperti *elektrokardiogram* (EKG), yang dapat diakses melalui internet atau *pulsoksimeter*, yang telah diuji dan diakui secara internasional untuk mengukur tingkat denyut nadi dan SPO<sub>2</sub> dengan akurasi yang tinggi, dapat digunakan sebagai referensi untuk pengujian.

Selain itu, Sensor GPS UBlox Neo-6M juga diuji untuk memastikan kemampuannya dalam mengambil data lokasi dengan akurasi yang memadai. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data lokasi yang dihasilkan oleh sensor dengan data lokasi yang diperoleh dari sumber yang terpercaya. Pengujian integrasi antara *Arduino Uno*, sensor MAX30102, dan Sensor GPS UBlox Neo-6M dilakukan untuk memastikan koneksi dan komunikasi yang baik antara perangkat-perangkat tersebut. Kompatibilitas dan kerja sama antara perangkat keras diuji untuk memastikan integrasi yang sukses. adapun hasil dari perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Tabel 1 berikut menampilkan hasil pengujian sensor MAX30102 dan Sensor GPS UBlox Neo-6M:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor

Sensor	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian
MAX 30102	Akurasi <i>HeartRate</i>	Tercapai dengan deviasi kurang dari 5%
MAX 30102	Akurasi SPO <sub>2</sub>	Tercapai dengan deviasi kurang dari 2%
Sensor GPS UBlox Neo-6M	Akurasi Lokasi	Tercapai dengan deviasi kurang dari 3 meter

Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa sensor MAX30102 dan Sensor GPS UBlox Neo-6M mampu menghasilkan data dengan akurasi yang memadai sesuai dengan tujuan penelitian. Keakuratan pengukuran *HeartRate*, SPO<sub>2</sub>, dan lokasi menjadi faktor kunci dalam mendapatkan informasi kesehatan yang valid dan memberikan pendampingan yang efektif bagi lansia. Selain menguji kinerja dan keakuratan sensor dan integrasi perangkat keras, penelitian ini juga melakukan pengecekan error sistem jika perangkat digunakan pada ruangan tertutup dan pengujian ketahanan perangkat untuk dapat menyala selama satu hari.

- a. Pengecekan Error Sistem pada Penggunaan di Ruangan Tertutup: Pengujian ini mensimulasikan ruangan tertutup dengan berbagai kondisi, seperti cahaya yang redup dan sirkulasi udara yang terbatas, untuk mengidentifikasi masalah atau kesalahan yang mungkin terjadi saat perangkat digunakan dalam kondisi ruangan tertutup. Hasil pengujian akan dicatat untuk menentukan apakah kondisi tersebut mempengaruhi kinerja sensor dan kemampuan perangkat untuk berkomunikasi.
- b. Pengujian Ketahanan Perangkat untuk Menyala dalam Satu Hari dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat keras, khususnya *Raspberry Pi* sebagai *gateway*, dapat bekerja secara konsisten dan bertahan lama dalam jangka waktu yang cukup lama. Perangkat dipantau secara teratur untuk memastikan apakah ada penurunan kinerja atau masalah lain yang muncul selama pengujian.

Tabel 2 berikut menampilkan pengecekan error sistem jika perangkat digunakan pada ruangan tertutup dan pengujian ketahanan perangkat untuk dapat menyala dalam 1 hari.

Tabel 2. Hasil Pengecekan Error dan Pengujian Ketahanan

Jenis Pengujian	Deskripsi Pengujian	Hasil Pengujian
Pengecekan <i>Error</i> Sistem pada Penggunaan di Ruangan Tertutup	Pengujian dilakukan dalam lingkungan simulasi ruangan tertutup dengan kondisi cahaya redup dan sirkulasi udara terbatas.	Tidak ada <i>error</i> sistem yang signifikan dalam kondisi ruangan tertutup.
Pengujian Ketahanan Perangkat untuk Menyala dalam 1 Hari	<i>Raspberry Pi</i> sebagai <i>gateway</i> diuji untuk ketahanan dalam menyala selama 1 hari penuh (24 jam).	<i>Raspberry Pi</i> berfungsi dengan baik dan tetap menyala selama 1 hari.

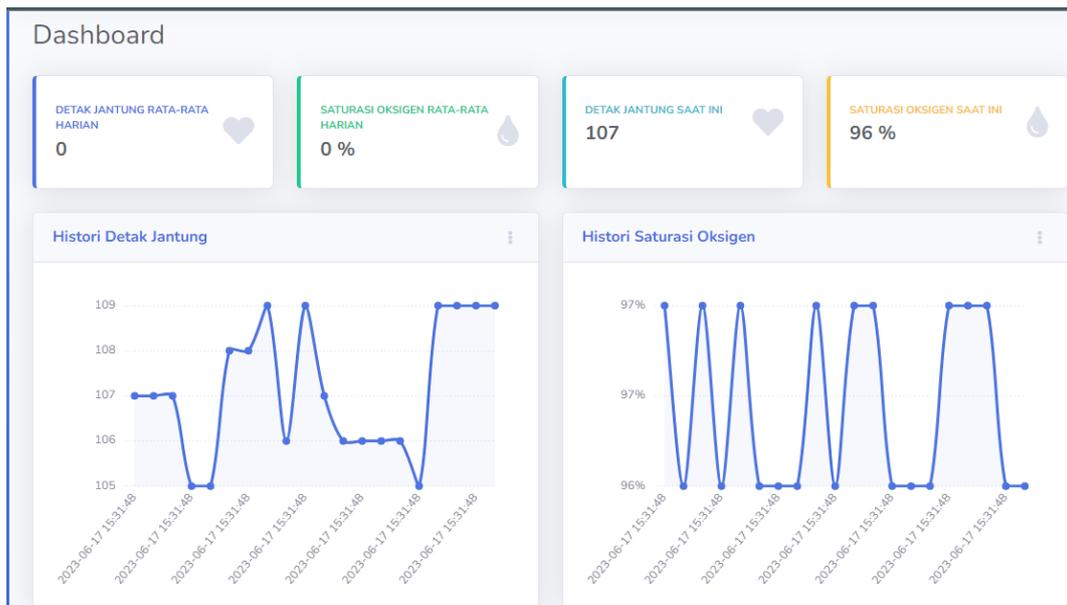
Pengujian-pengujian di atas akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja dan keandalan sistem monitoring *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> yang menggunakan *Raspberry Pi* sebagai *gateway*. Hasil-hasil ini sangat penting untuk memastikan bahwa perangkat dapat berfungsi secara optimal dan memberikan hasil yang akurat dan andal saat digunakan untuk membantu orang tua memantau kesehatan mereka.

### 3.2. Pengujian Sistem Monitoring

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian sistem yang terdiri dari *Raspberry Pi* sebagai *gateway*, sensor MAX30102, dan Sensor GPS UBlox Neo-6M. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan kinerja dan fungsionalitas sistem secara keseluruhan dalam melakukan monitoring *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> serta menampilkan informasi lokasi pengguna. Pengujian pertama dilakukan terhadap tampilan web yang memonitor *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub>. Pada gambar pengujian sistem, tampilan web menampilkan data *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> secara *real-time* dengan interval pengambilan data setiap 4 detik. Dalam pengujian ini, sistem diuji dengan melakukan pembacaan 20 data *HeartRate* dan SPO<sub>2</sub> secara berkelanjutan selama 4 detik. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem mampu mengambil dan menampilkan data kesehatan secara akurat dan konsisten seperti pada gambar 8.

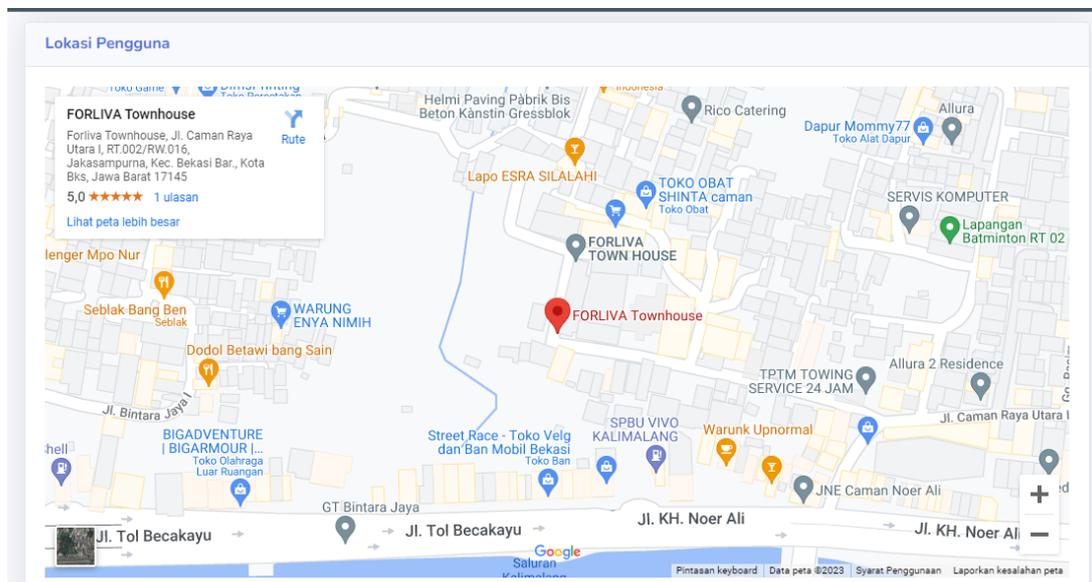
## Hadikusuma, Bijokangko, Matruty, Hutapea

Sistem Monitoring HeartRate dan SPO2 untuk Pendamping Lansia dengan Raspberry Pi sebagai Gateway



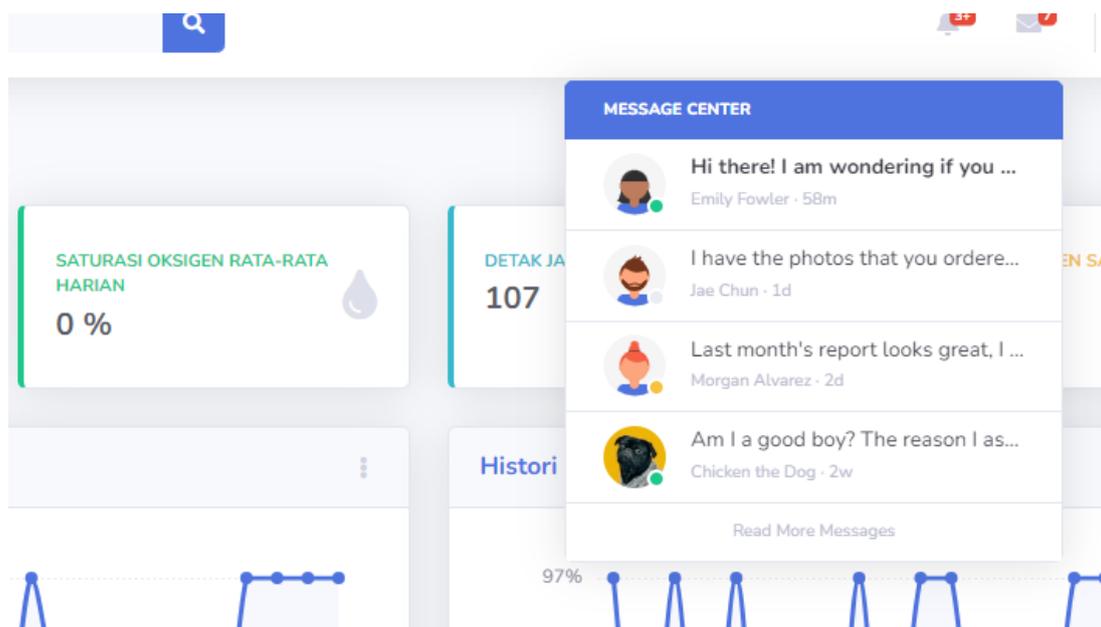
Gambar 8. Tampilan Website Monitoring *Heart Rate* dan SPO<sub>2</sub>

Selanjutnya pada gambar 9, pengujian dilakukan terhadap tampilan web yang menunjukkan lokasi pengguna. Pada gambar pengujian sistem, tampilan web menampilkan informasi lokasi pengguna yang diperoleh dari Sensor GPS UBlox Neo-6M. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat mengambil dan menampilkan data lokasi pengguna dengan akurasi yang memadai.



Gambar 9. Tampilan Website yang Menunjukkan Lokasi Pengguna

Pengujian terakhir dilakukan terhadap tampilan web yang memiliki fitur untuk menghubungi pihak keluarga atau pendamping melalui fitur chat. Pada gambar pengujian sistem, tampilan web menampilkan fitur chat yang memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dengan pihak keluarga atau pendamping. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan fungsionalitas fitur chat dapat digunakan dengan baik dan memberikan kemudahan bagi pengguna untuk berinteraksi dengan pihak terkait seperti yang ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Fitur Chat Pada Sistem Monitoring

Melalui pengujian sistem ini, diharapkan dapat terverifikasi bahwa sistem Monitoring *HeartRate* dan SPO2 untuk pendampingan lansia dengan *Raspberry Pi* sebagai *gateway* mampu bekerja dengan baik dan memberikan informasi kesehatan yang akurat, lokasi pengguna, serta kemampuan untuk berkomunikasi dengan pihak terkait melalui fitur chat.

#### 4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mengembangkan Sistem Monitoring *HeartRate* dan SPO2 berbasis *Raspberry Pi* sebagai *gateway* untuk pendampingan lansia. Sistem ini memberikan pendampingan kesehatan real-time, peringatan dini terhadap kondisi yang mengkhawatirkan, dan memungkinkan monitoring kesehatan lansia melalui tampilan web yang intuitif. Dengan menggunakan sensor MAX30102, Sensor GPS UBlox Neo-6M, *Arduino Uno*, dan *Raspberry Pi*, sistem ini dapat mengukur *HeartRate* dan SPO2 dengan akurasi tinggi serta melacak lokasi pengguna. Pengujian menunjukkan kinerja yang memadai, dengan data kesehatan dan lokasi yang akurat sesuai dengan parameter koordinat *google maps*. Dengan keunggulan-keunggulan tersebut, diharapkan sistem ini dapat memberikan pendampingan kesehatan yang efektif dan meningkatkan kualitas hidup lansia serta mempermudah pemantauan kesehatan mereka.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Q. Peng, "Health monitoring system for elderly people based on Raspberry Pi," in *Proceedings of the 2023 2nd Asia Conference on Algorithms, Computing and Machine Learning*, Shanghai China: ACM, Mar. 2023, pp. 305–308. doi: 10.1145/3590003.3590057.
- [2] C. Nwibor *et al.*, "Remote Health Monitoring System for the Estimation of Blood Pressure, Heart Rate, and Blood Oxygen Saturation Level," *IEEE Sensors Journal*, vol. 23, no. 5, pp. 5401–5411, Mar. 2023, doi: 10.1109/JSEN.2023.3235977.
- [3] I. R. Sofiani, R. Kharisma, and L. Syafa'ah, "Sistem Monitoring Heart Rate dan Oksigen Dalam Darah Berbasis LoRa," *mt*, vol. 2, no. 2, Apr. 2021, doi: 10.18196/mt.v2i2.11465.
- [4] N. I. Darul Zaman, S. N. Zainal Abiden, K. W. Soo, M. C. Leong, and Y. W. Hau, "Blood Oxygen Saturation and Heart Rate Monitor for Home-Based Continuous Monitoring," *HumEnTech*, vol. 2, no. 1, pp. 18–25, Feb. 2023, doi: 10.11113/humentech.v2n1.36.
- [5] A. N. Costrada, A. G. Arifah, I. D. Putri, I. K. A. Sara Sawita, H. Harmadi, and M. Djamal, "Design of Heart Rate, Oxygen Saturation, and Temperature Monitoring System for Covid-19 Patient Based on Internet of Things (IoT)," *JIF*, vol. 14, no. 1, pp. 54–63, Mar. 2022, doi: 10.25077/jif.14.1.54-63.2022.

- [6] R. Ahmad, H. M. Kaidi, M. N. Nordin, A. F. Ramli, M. A. Abu, and Y. Kadase, "Development of Blood Oxygen Level, Heart Rate And Temperature Monitoring System by Using ESP32," in *2022 4th International Conference on Smart Sensors and Application (ICSSA)*, Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE, Jul. 2022, pp. 167–172. doi: 10.1109/ICSSA54161.2022.9870943.
- [7] Y. Y. Richa Rachmawati, Y. P. Ayu Sanjaya, and S. Edilia, "Web-Based Temperature, Oxygen Saturation, and Heart Rate Monitoring System," *itsdi*, vol. 4, no. 1, pp. 38–45, Sep. 2022, doi: 10.34306/itsdi.v4i1.567.
- [8] B. Mohammed and D. Hasan, "Smart Healthcare Monitoring System Using IoT," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, vol. 17, pp. 141–152, Jan. 2023, doi: 10.3991/ijim.v17i01.34675.
- [9] K. Revathi, T. Tamilselvi, G. Gomathi, and R. Divya, "IoT Based Pulse Oximeter for Remote Health Assessment: Design, Challenges and Futuristic Scope," *IJEER*, vol. 10, no. 3, pp. 557–563, Sep. 2022, doi: 10.37391/ijeer.100325.
- [10] "Detection of Stress with Deep Learning and Health Parameters Monitoring Using Raspberry Pi | SpringerLink." [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-9488-2\\_25](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-9488-2_25) (accessed Jun. 18, 2023).
- [11] "Sensors | Free Full-Text | Deep Learning-Based IoT System for Remote Monitoring and Early Detection of Health Issues in Real-Time." <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/11/5204> (accessed Jun. 18, 2023).