

Rancang Bangun Sistem Pemantauan Jarak Jauh Denyut Nadi, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh pada Orang Sakit di Rumah

Abraham Christopher¹, Yuwono M. Dinata²

Abstrak - Denyut nadi adalah gelombang yang dirasakan pada arteri yang diakibatkan karena pemompaan darah oleh jantung menuju pembuluh darah. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan denyut nadi berubah seperti perubahan tekanan darah, perubahan saturasi oksigen, dan perubahan suhu tubuh. Denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh memiliki alat pengukurnya sendiri dan tidak dapat membaca yang lainnya. Tidak semua orang memiliki alat untuk mengukur komponen-komponen vital kecuali untuk menemui dokter atau melakukan checkup di rumah sakit. Di tengah pandemi ini, banyak orang yang terjangkit virus Corona sehingga banyak rumah sakit kehabisan tempat tidur untuk pasiennya. Oleh sebab itu, berdasarkan rekomendasi dokter melalui Kementerian Kesehatan membuat panduan dan peraturan untuk isolasi mandiri (*isoman*). Karena pasien isoman tidak dijaga oleh dokter ataupun petugas kecuali pasien bersama keluarga atau memiliki gejala yang tergolong berat, maka diperlukan alat pemantauan kesehatan jarak jauh agar dokter dapat memeriksa pasien yang sedang isoman tanpa harus mengunjungi secara fisik. Alat didesain dengan menggunakan microcontroller NodeMCU ESP 8266, sensor pulse MAX30100, sensor suhu LM35, dan modul display SSD1306. Alat tersebut dibuat dalam bentuk seperti jam tangan agar pengguna dapat mudah melihat ke tangannya untuk melihat ke *smartphone*. Alat tersebut terhubung ke Firebase Cloud untuk melakukan pengiriman data ke *smartphone* agar pengguna dan keluarga dapat memonitor keadaan pengguna. Sebelum melakukan pengujian, dilakukan kalibrasi untuk mengurangi nilai *error* saat pengujian. Setelah dilakukan kalibrasi, didapatkan nilai sebesar enam belas poin untuk denyut nadi/ *beat per minute* (BPM) dan tiga point untuk saturasi oksigen (SPO). Hasil pengujian dari alat adalah rata-rata *error* untuk BPM sebesar 4.02% dan 0% untuk SPO sedangkan untuk sensor LM35 memiliki nilai *error* dengan rata-rata sebesar 11.74%. Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa telah dirancang alat untuk memonitoring denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh jarak jauh. Hasil pembacaan sensor untuk suhu masih belum akurat dan data dapat terkirim ke Firebase dan diterima oleh *smartphone* dengan berhasil.

Kata kunci: Denyut nadi, saturasi oksigen, suhu tubuh, mikrokontroler

are several factors that cause the pulse rates to change such as change in blood pressure, change in oxygen saturation, and change in body temperature. The pulse, oxygen saturation, and body temperature each have its own measuring tool and cannot measure the other. Not everyone has measurement tools to measure vital components except to meet the doctor or do a checkup at hospital. During the pandemic, many people have contracted the Corona virus that many hospitals running out of beds for the patients. Because of this, the based-on doctor's recommendation through the health ministry makes the guide and rules for self-isolation or often called as isoman. Because self-isolation patients are not guarded by doctor or any health worker beside family or when the patients have a severe symptom, so the needs of device capable of remote monitoring will be need so the doctor can diagnose the patient which is being self-isolation without visit the patients. The device is designed with NodeMCU ESP 8266 microcontroller, MAX30100 sensor pulse, LM35 temperature sensor, and SSD1306 OLED Display for monitoring. Not only is this device made to be wearable like a watch, but also connected to the Firebase to send the data to the smartphone of the user. Before doing any testing, the device needs to be calibrated to reduce the error value. After the calibration, the device managed to get sixteen points as the value for the pulse or Beat Per Minute (BPM), and three points for the oxygen saturation (SPO). The testing result from the device has an average of error for 4.02% BPM and 0% for the SPO. Meanwhile for the LM35 sensor has an average error rate of 11.74%. From the testing, it can be concluded that the device has been built for monitoring heart pulse, oxygen saturation and body temperature from remote. On the other hand, the reading from the temperature sensor still not accurate and the data has been send to the Firebase and retrieve through smartphone successfully.

Keywords: Pulse rate, oxygen saturation, body temperature, microcontroller

I. PENDAHULUAN

Denyut nadi adalah gelombang yang dirasakan pada arteri yang diakibatkan karena pemompaan darah oleh jantung menuju pembuluh darah. Beberapa faktor yang menyebarkan denyut nadi berubah, diantaranya adalah syok, perubahan tekanan darah, perubahan saturasi oksigen, aktivitas fisik, perubahan suhu tubuh, dan tekanan intrakranial [1]–[3]

Syok diakibatkan oleh penurunan kadar oksigen dan dapat menyebabkan penurunan tekanan darah. Tekanan darah merupakan pergerakan yang diakibatkan oleh aktivitas jantung ketika memompa lalu beristirahat. Ketika tekanan darah berkurang maka denyut nadi akan meningkat, hal ini disebabkan karena jantung diharuskan

¹ Mahasiswa Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Ciputra Surabaya, CitraLand CBD Boulevard, 60219, Indonesia (telp: 6231-7451699; fax: 6231-7451698; e-mail: achristopher@student.ciputra.id)

² Dosen Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Ciputra Surabaya, CitraLand CBD Boulevard, 60219, Indonesia (telp: 6231-7451699; fax: 6231-7451698; e-mail: yuwono.dinata@student.ciputra.id)

Abstract - Pulse rates are a wave that felt at the arteries because of blood pumping from the heart toward the blood vessel. There

untuk menyalurkan darah ke seluruh tubuh untuk memenuhi kebutuhan sel, jaringan, dan organ. Begitu pula ketika kita kekurangan saturasi oksigen, karena di dalam darah terdapat hemoglobin yang mengikat oksigen dan karbon dioksida dalam tubuh [2], [4]–[6]

Seperti pada halnya saat kita melakukan aktivitas fisik, denyut nadi kita akan bertambah cepat karena pada tubuh terjadi penumpukan karbon dioksida (CO₂) sehingga kebutuhan darah yang mengandung oksigen meningkat, selain itu suhu tubuh juga meningkat. Oksigen sangat diperlukan ketika suhu tubuh semakin panas karena setiap kenaikan suhu tubuh 1 derajat akan membutuhkan metabolisme basal 10-15% dan oksigen 20%. Hal ini terjadi untuk mengubah oksigen menjadi energi [1], [3], [7]–[9].

Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa denyut nadi, dan suhu tubuh adalah komponen vital dalam menentukan tingkat kesehatan pada seseorang. Dengan kondisi saat ini yang kurangnya aktivitas fisik, pemakaian bahan-bahan kimia untuk percepatan pertumbuhan, bertebarannya cepat saji, dan kondisi udara yang tercemar menyebabkan hampir sebagian besar masyarakat perkotaan menderita penyakit seperti jantung, epilepsi, dan stroke. Oleh karena itu kita perlu memiliki alat untuk mewaspadai kegagalan organ tubuh dengan alat bantu.

Denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh memiliki alat pengukurnya masing-masing. Namun alat-alat tersebut hanya khusus untuk mengukur satu komponen saja tapi tidak dapat mengukur komponen yang lain. Seperti *pulse oximeter* yang hanya dapat mengukur denyut nadi dan kadar oksigen dan termometer hanya untuk mengukur suhu. Alat-alat tersebut hanya dapat digunakan pada saat sakit saja dan atau ketika melakukan pemeriksaan kondisi kesehatan kita. Alat yang dapat menyatukan sensor denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh sangat diperlukan untuk memantau orang-orang atau pasien yang memiliki penyakit yang harus dipantau seperti penyakit jantung atau asma, atau sebagai pemeriksaan awal karena komponen-komponen tersebut adalah komponen vital. Dengan adanya virus korona yang ada sekarang, maka sangat dibutuhkan alat yang dapat memantau keadaan pasien setiap tiga puluh menit hingga satu jam dikhawatirkan saturasi oksigen akan menurun. Jika saturasi oksigen akan menurun maka akan terjadi kegagalan organ karena kebutuhan oksigen tidak terpenuhi. SIRS adalah Systemic Inflammatory Response Syndrome atau yang dalam bahasa indonesianya adalah respon peradangan pada seluruh tubuh. SIRS sendiri dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti virus, bakteri, infeksi, infeksi virus, infeksi bakteri, dan lain sebagainya. Gejala SIRS sendiri memiliki empat kriteria yaitu, temperatur suhu badan lebih dari 38 derajat atau kurang dari 36 derajat Celsius, laju nadi atau denyut nadi lebih dari 90 kali/menit, laju nafas lebih dari 20 kali/ menit atau CO₂ arterial kurang dari 32 mmHg, dan sel darah putih lebih dari 12.000 sel/mikroliter (uL) atau kurang dari 4000 sel/uL. Untuk menentukan apakah seseorang mengalami gejala SIRS maka harus mengalami dua kriteria dari empat kriteria di atas. Seseorang atau

pasien yang mengalami SIRS akan mengalami kegagalan organ dan dapat berujung pada kematian.

Dengan teknologi di zaman sekarang, pemeriksaan pada denyut nadi, suhu, dan oksigen tentu saja bisa dilakukan dengan menggunakan sensor-sensor. Sensor-sensor tersebut dapat dipantau oleh satu device microcontroller dan datanya dapat dikirimkan ke cloud. Perkembangan microcontroller yang maju sangat pesat dapat menjadi alternatif untuk mengembangkan peralatan medis dan dapat membantu melakukan checkup setiap saat bagi orang-orang baik yang terjangkit virus Korona maupun pasien atau orang-orang yang diharuskan untuk dipantau keadaannya dengan menggunakan alat pemantau medis.

Maka dari itu telah dibuat alat untuk memantau keadaan orang yang sedang dirawat ditempat yang jauh. Parameter yang dipantu adalah denyut nadi, suhu tubuh, dan oksigen. Hal tersebut dikirimkan secara *real time* ke *smartphone*

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Denyut Nadi, Kadar Oksigen, Suhu Tubuh, dan Tekanan Darah*

Denyut nadi adalah gelombang yang dirasakan pada arteri yang diakibatkan karena pemompaan darah oleh jantung menuju pembuluh darah. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan denyut nadi berubah seperti perubahan tekanan darah, perubahan kadar oksigen, perubahan suhu tubuh, dan faktor luar lainnya seperti aktivitas fisik. Perubahan denyut nadi dapat diperhatikan dari beberapa faktor, seperti perubahan tekanan darah, perubahan kadar oksigen, perubahan suhu tubuh, dan faktor luar seperti aktivitas fisik [1]–[3].

Tekanan darah merupakan pergerakan yang diakibatkan oleh aktivitas jantung ketika memompa lalu beristirahat. Perubahan yang terjadi pada tekanan darah akan berbanding terbalik dengan perubahan denyut nadi, kadar oksigen, dan suhu tubuh. Hal tersebut akan berlaku ketika terjadi pendarahan pada tubuh. Kadar oksigen atau saturasi oksigen adalah tingkat oksigen yang ada pada darah normal. Apabila kadar oksigen berkurang maka tekanan darah dan denyut nadi akan meningkat. Hal ini juga dapat disebabkan oleh suhu tubuh karena setiap kenaikan satu derajat metabolisme tubuh akan meningkat 10-15% dan kebutuhan oksigen meningkat sebanyak 20%. Hal tersebut terjadi karena metabolisme mengubah oksigen menjadi energi. Jika kebutuhan oksigen meningkat, maka denyut nadi dan tekanan darah akan meningkat. Hal ini terjadi karena jantung harus memompa darah yang mengandung oksigen lebih banyak dari pada sebelumnya untuk memenuhi kebutuhan sel, jaringan, dan organ [1]–[8].

B. *Microcontroller*

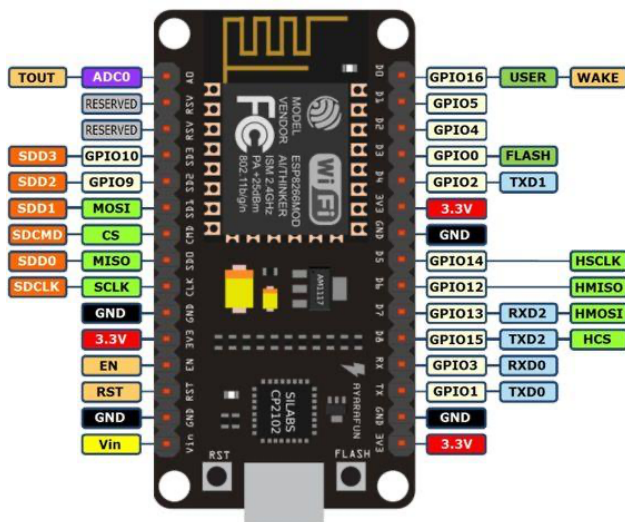
Microcontroller merupakan *platform* yang dapat mengontrol dan memproses alat-alat I/O yang terhubung ke

microcontroller [10].

1. *Nodemcu ESP 8266*

NodeMCU adalah platform IoT yang menggunakan bahasa pemrograman Lua dan dapat diprogram dengan menggunakan Arduino IDE. Input output yang dimiliki NodeMCU tidak berbeda jauh dari Arduino dan dapat diprogram dengan menggunakan Nodejs style. Spesifikasi dari NodeMCU dapat dilihat pada list dibawah dan gambar dari pinout NodeMCU dapat dilihat pada Gambar 1.

- Voltase:3.3V.
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP.
- Current consumption: 10uA~170mA.
- Flash memory attachable: 16MB max (512K normal).
- Integrated TCP/IP protocol stack.
- Processor: Tensilica L106 32-bit.
- Processor speed: 80~160MHz.
- RAM: 32K + 80K.
- GPIOs: 17 (multiplexed with other functions).
- Analog to Digital: 1 input with 1024 step resolution.
- +19.5dBm output power in 802.11b mode
- 802.11 support: b/g/n.
- Maximum concurrent TCP connections: 5 [10]–[12].



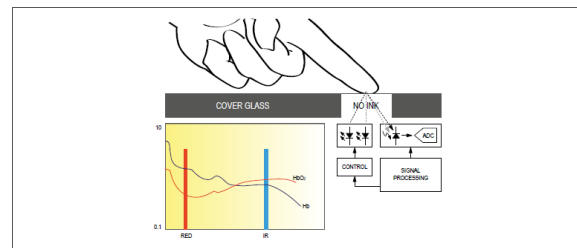
Gambar 1. Pinout Nodemcu

C. *Pulse Oximeter*

Pulse oximeter merupakan alat yang dapat mengukur gelombang denyut nadi dan volume oksigen yang ada di dalam darah. Pulse oximeter yang akan digunakan adalah sensor MAX30100. Sensor tersebut terdapat dua buah LED, photodetector, optimasi optic, dan pemrosesan sinyal analog dengan noise rendah untuk menteksi pulse oximetry dan detak jantung. MAX30100 dapat beroperasi dengan daya 1.8V dan 3.3V dan dapat dimatikan melalui perangkat lunak dengan arus siaga, yang memungkinkan dayanya tetap terhubung setiap saat. Spesifikasi dari MAX30100 dapat dilihat pada list dibawah:

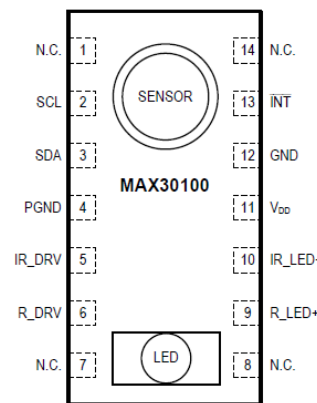
- Solusi lengkap desain sederhana sensor pulse oximeter dan denyut jantung
 - Terdiri dari LED, photo sensor, dan analog luar dengan kinerja tinggi
 - Tiny 5.6mm x 2.8mm x 1.2mm 14-Pin Optically Enhanced System-in-Package
- Operasi daya sangat rendah meningkatkan masa pakai baterai untuk wearable devices
 - Programmable Sample Rate dan arus LED untuk penghematan energi
 - Arus penutup sangat rendah (0.7 μ A, typ)
- Fungsionalitas canggih meningkatkan kinerja pengukuran
 - SNR tinggi menyediakan ketangguhan artefak gerak yang kokoh
 - Penggabungan ambient light cancellation
 - High sample rate capability
 - Fast data output capability [13].

Terdapat System Block Diagram yang dapat menjelaskan cara menggunakan sensor MAX30100. Gambar dapat dilihat pada Gambar 2 [13].



Gambar 2 System Block Diagram

Terdapat juga konfigurasi pin untuk dapat menyambungkan sensor ke nodemcu [13]. Pin konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Konfigurasi dan Deskripsi Pin MAX30100

Pin-pin tersebut memiliki deskripsi agar sensor dapat bekerja dengan baik [13]. Deskripsi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

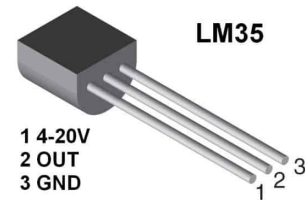
Tabel 1 Deskripsi Pinout MAX30100

No pin	Pin Name	Description
1, 7, 8, 14	N.C	No Connection. Connect to PCB Pad for Mechanical Stability
No pin	Pin Name	Description
2	SCI	I2C Clock Input
3	SDA	I2C Clock Data, Bidirectional (Open-Drain)
4	PGND	Power Ground of the LED Driver Blocks
5	IR_DRV	IR LED Cathode and LED Driver Connection Point. Leave floating in the circuit
6	R_DRV	Red LED Cathode and LED Driver Connection Point. Leave floating in the Circuit
9	R_LED+	Power Supply (anode Connection) for RED LED. Bypass to PGN for best performance. Connected to IR_LED+ internally
10	IR_LED+	Power Supply (Anode Connection) for IR LED Bypass to PGND for best performance. Connected to R_LED+ internally
11	VDD/VCC/VIN	Analog Power Supply Input. Bypass to GND for best performance
12	GND	Analog Ground
13	INT	Active-Low Interrupt (Open-Drain)

D. Sensor Suhu LM35

LM35 adalah sensor suhu yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. LM35 merupakan produk dari national semiconductor. Sensor LM35 mampu mencapai tegangan 30 volt tetapi daya yang diberikan ke sensor adalah 5 volt dengan ketentuan bahwa LM35 membutuhkan arus sebesar 60 μ A sehingga LM35 memiliki kemampuan untuk menghasilkan panas. Spesifikasi dari LM35 dapat dilihat dibawah, sedangkan komponen LM35 dapat dilihat pada Gambar 4.

- Calibrated Directly in Celsius (Centigrade)
- Linear + 10-mV/ $^{\circ}$ C Scale Factor
- 0.5 $^{\circ}$ C Ensured Accuracy (at 25 $^{\circ}$ C)
- Rated for Full -55 $^{\circ}$ C to 150 $^{\circ}$ C Range
- Suitable for Remote Applications
- Low-Cost Due to Wafer-Level Trimming
- Operates From 4 V to 30 V
- Less Than 60- μ A Current Drain
- Low Self-Heating, 0.08 $^{\circ}$ C in Still Air
- Non-Linearity Only $\pm 1/4^{\circ}$ C Typical
- Low-Impedance Output, 0.1 Ω for 1-mA Load [14], [15].



Gambar 4 Pinout LM35

E. Firebase

Firestore adalah database yang disimpan di cloud milik Google. Data yang tersimpan dalam bentuk JavaScript Object Notation (JSON). Kelebihan utama dari Firestore data yang ada telah tersinkronisasi dengan data yang ada di Firestore, data yang ada dapat diakses secara offline karena telah tersimpan di penyimpanan perangkat dan akan melakukan sinkronisasi ketika koneksi ke Firestore telah terhubung, dapat diakses secara langsung melalui perangkat yang dimiliki tanpa harus menggunakan aplikasi server, dan dapat menskalakan di beberapa database [16].

F. LCD OLED SSD1306

LCD Oled SSD1306 adalah single-chip CMOS OLED/PLED driver dengan pengontrol untuk pemancar cahaya organik/ polimer dengan system tampilan grafis diode dot-matrix. SSD1306 diembeds dengan pengontrol kontras, display RAM, dan osilator, yang mengurangi jumlah komponen luar dan konsumsi daya. SSD1306 memiliki 256-kontrol step brightness. Data/ perintah dikirim melalui perangkat keras yang dipilih seri compatible Parallel Interface 6800/8000, interface I2C atau Serial Peripheral Interface (SPI). SSD1306 memiliki resolusi 128x64 dot panel matrix Bentuk lcd dapat dilihat pada Gambar 5. Spesifikasi lcd SSD1306 dapat dilihat pada list di bawah.

- Resolusi: 128 x 64 dot matrix panel
- Power supply
 - VDD = 1.65V to 3.3V for IC logic
 - VCC = 7V to 15V for Panel driving
- Untuk display matrix
 - OLED driving output voltage, 15 maximum
 - Segment maximum source current: 100 μ A
 - Common maximum sink current: 15mA
 - 256 step contrast brightness current control
- Embedded 128 x 64-bit SRAM display buffer
- Pin selectable MCU Interface:
 - 8-bit 6800/8080-series parallel interface
 - 3/4 wire Serial Peripheral Interface
 - I2C Interface
- Screen saving continues scrolling function in both horizontal and vertical direction
- RAM write synchronization signal
- Programmable Frame Rate and Multiplexing Ration
- Row re-mapping and Column Re-mapping
- On-Chip Oscillator
- Chip Layout for COG & COF

- Wide range of operating temperature -40°C to 85°C [17].



Gambar 5 SSD1306

III. ANALISIS DAN DESAIN

A. Analisis

1. Analisis Permasalahan

Permasalahan didapatkan pada saat wawancara dokter koas Ardilon Raxel Faruwu, alat yang dapat menyatukan sensor denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh sangat diperlukan untuk memantau orang-orang atau pasien yang memiliki penyakit yang harus dipantau seperti penyakit jantung atau asma, atau sebagai pemeriksaan awal karena komponen-komponen tersebut adalah komponen vital. Dengan adanya virus korona yang ada sekarang, maka sangat dibutuhkan alat yang dapat memantau keadaan pasien setiap tiga puluh menit hingga satu jam dikawatirkan saturasi oksigen akan menurun. Jika saturasi oksigen akan menurun maka akan terjadi kegagalan organ karena kebutuhan oksigen tidak terpenuhi. SIRS adalah Systemic Inflammatory Response Syndrome atau yang dalam bahasa Indonesianya adalah respon peradangan pada seluruh tubuh. SIRS sendiri dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti virus, bakteri, infeksi, infeksi virus, infeksi bakteri, dan lain sebagainya. Gejala SIRS sendiri memiliki empat kriteria yaitu, temperatur suhu badan lebih dari 38 derajat atau kurang dari 36 derajat Celsius, laju nadi atau denyut nadi lebih dari 90 kali/menit, laju nafas lebih dari 20 kali/ menit atau CO_2 arterial kurang dari 32 mmHg, dan sel darah putih lebih dari 12.000 sel/mikroliter (uL) atau kurang dari 4000 sel/uL. Untuk menentukan apakah seseorang mengalami gejala SIRS maka harus mengalami dua kriteria dari empat kriteria di atas. Seseorang atau pasien yang mengalami SIRS akan mengalami kegagalan organ dan dapat berujung pada kematian.

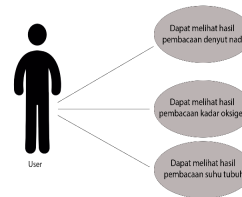
2. Analisis Kebutuhan

Meningkatnya jumlah pasien yang membutuhkan pemantauan tenaga medis baik di pedesaan maupun di kota besar, baik di Indonesia maupun di luar negeri yang saat ini sedang terjadi menyebabkan kebutuhan pemantauan secara real time oleh tenaga medis. Walaupun saat ini sudah tersedia seperti aplikasi HaloDoc, akan tetapi alat yang tersedia untuk pemantauan pasien di rumah tangga sangatlah minim. Oleh karena itu akan dibuat alat untuk memonitoring denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh. Perangkat yang akan digunakan untuk membangun alat tersebut adalah perangkat-perangkat keras seperti

microcontroller NodeMCU ESP 8266, sensor pulse oximeter MAX30100, dan sensor suhu LM35 yang diharapkan mampu melakukan pendeteksian awal untuk dapat memberi informasi pertama yang akan dikordinasikan dengan dokter pribadi maupun tenaga medis untuk mengambil tindakan berikutnya.

3. Use Case Diagram

Pada bagian ini akan menjelaskan mengenai use case diagram. Ketika user menggunakan alat, maka user dapat melihat hasil dari pembacaan denyut nadi, pembacaan kadar oksigen, dan pembacaan suhu tubuh. User dapat melihat data tersebut melalui smartphone atau display pada alat. Gambar 6, memberikan gambaran tentang use casenya.



Gambar 6 Use Case Diagram

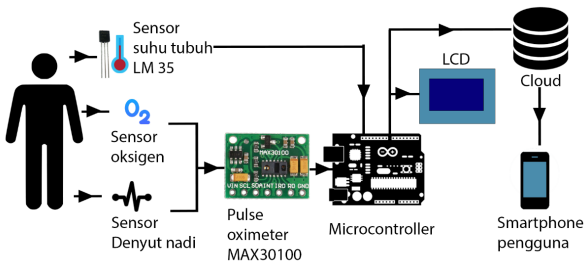
Ketika user menggunakan alat, maka alat akan mengukur denyut nadi, kadar oksigen, dan suhu tubuh. Denyut nadi adalah gelombang yang dirasakan pada arteri yang diakibatkan karena pemompaan darah oleh jantung menuju pembuluh darah. Jika denyut nadi meningkat, maka tekanan darah berkurang itu artinya jantung diharuskan bekerja lebih keras untuk menyalurkan darah ke seluruh tubuh untuk memenuhi kebutuhan sel, jaringan, dan organ. Data Kadar Oksigen juga sangat diperlukan karena ini menunjukkan indikasi kemampuan organ dan jaringan tubuh dalam menjalankan fungsinya terganggu atau tidak. Data Suhu tubuh juga menunjukkan indikasi adanya penyakit yang menyerang sehingga membutuhkan respon alami tubuh untuk melawan dengan imun tubuh. Hasil pemeriksaan yang telah dilakukan akan dikirimkan melalui cloud. User dapat melihat hasil pemeriksaan yang telah dilakukan melalui smartphone dan melalui alat itu sendiri karena terdapat lcd yang telah terpasang pada alat tersebut.

B. Desain

1. Arsitektur

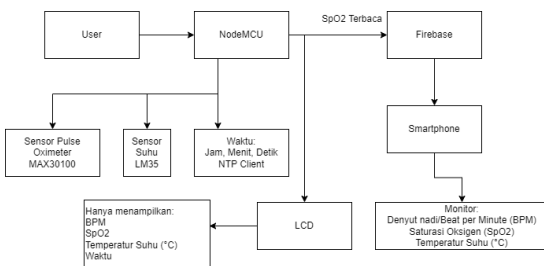
Pada Gambar 7 terdapat sensor-sensor yang terhubung pada microcontroller. Sensor-sensor tersebut adalah sensor denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh. sensor untuk nadi dan saturasi oksigen adalah sensor pulse oximeter MAX30100 dan sensor suhu tubuh adalah LM35. Alat tersebut akan dipasangkan di pergelangan tangan pengguna. Pertama microcontroller akan meminta sensor-

sensor tersebut untuk membaca kondisi pengguna dengan menggunakan tiga parameter yaitu denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh. Setelah sensor-sensor mendapatkan input dari ketiga parameter, maka input akan dikirimkan melalui cloud ke smartphone pengguna dan ditampilkan melalui LCD SSD 1306.



Gambar 7 Arsitektur Sistem

2. *Alur Kerja*

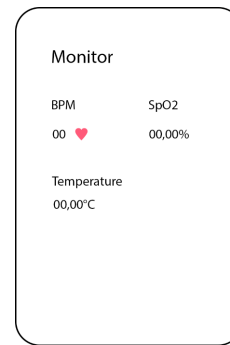


Gambar 8 Alur kerja

Ketika user menggunakan alat monitoring, alat yang berbasis nodemcu tersebut akan mendapatkan input dari sensor Pulse Oximeter MAX30100 dan sensor suhu LM35, serta waktu. Setelah itu, data akan ditampilkan melalui LCD yang terpasang pada alat, dan juga akan terkirim ke Firebase agar aplikasi di android dapat terupdate secara otomatis. Data yang tampil di LCD adalah nilai dari sensor MAX30100, nilai dari LM35, dan jam. Setelah data diupdate oleh smartphone, maka data akan ditampilkan pada halaman utama. Model aplikasi akan dapat di lihat pada bagian mockup. Alur kerja dapat dilihat pada Gambar 8.

3. *Mockup*

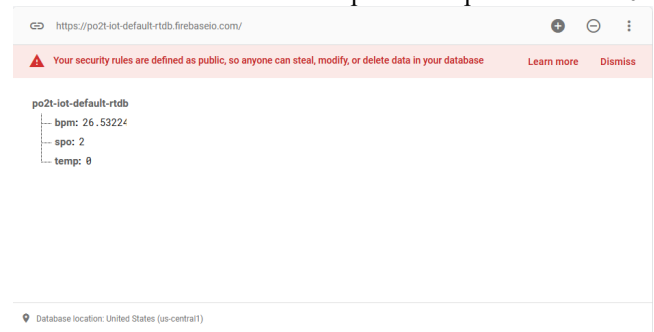
Pada bagian ini akan ditampilkan desain mockup android untuk menampilkan data yang diterima dari Nodemcu. Desain mockup dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9 Mockup

4. *Desain Database*

Pada bagian ini akan ditampilkan desain database pada Firebase untuk dapat menampilkan nilai pada android. Desain database dibuat dengan menggunakan Tree. Tipe data yang disimpan pada firebase untuk bpm adalah int, spo menggunakan tipe data float, dan temp menggunakan tipe data float. Tree dari Firebase dapat dilihat pada Gambar 10



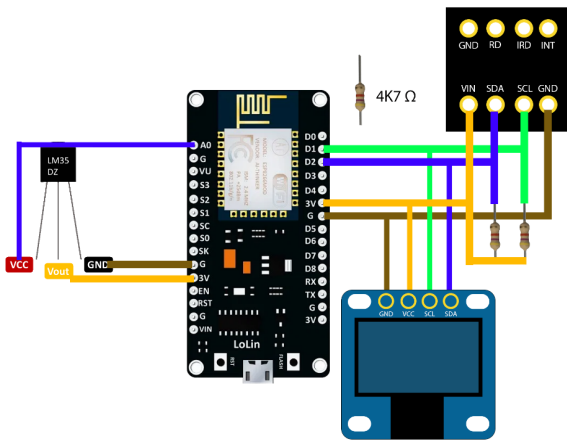
Gambar 10 Tree Firebase

5. *Desain Alur Perangkat Keras*

Pada bagian ini terdapat rangkaian yang dapat dilihat pada Gambar 11 dan akan dijelaskan mengenai rankaian sensor yang terpasang pada nodemcu ESP 8266. Pada MAX30100, terdapat empat pin yang akan digunakan dan terhubung pada microcontroller nodemcu ESP 8266. Pertama, pin SDA akan terhubung pada resistor 4K7 ohm dan pin D2. Kedua, pin SCL akan terhubung pada resistor 4K7 ohm dan pin D1. Ketiga, pin GND akan terhubung pada pin G. Keempat, pin VIN akan terhubung pada ujung resistor-resistor yang terhubung pada SDA dan SCL dan pin 3V.

Pada rangkaian LCD, terdapat empat pin yang akan digunakan. Pertama, pin SCL akan terhubung pada pin D1. Kedua, pin SDA akan terhubung pada pin D2. Ketiga, pin GND akan terhubung pada pin GND. Keempat, pin VCC akan terhubung pada pin 3V.

Pada rangkaian LM35, terdapat tiga pin yang akan digunakan. Pertama, pin VCC akan terhubung pada pin 3V. Kedua, pin Vout akan terhubung pada pin A0. Ketiga, pin GND akan terhubung pada pin GND.



Gambar 11 Skema Perangkat Keras

C. Kalibrasi Instrumen

Sebelum alat digunakan, alat terlebih dahulu dilakukan kalibrasi dengan cara membandingkan nilai alat yang diuji coba dengan alat pembanding. Untuk kalibrasi ini dilakukan dengan dilakukan tiga puluh kali percobaan sehingga nanti diharapkan mendapatkan nilai inisialisasi yang akurat.

1. Kalibrasi Sensor Pulse Oximeter MAX30100

Dalam melakukan Kalibrasi pada pulse oximeter MAX30100 dilakukan percobaan tiga puluh kali dengan alat pembanding LK88 dan dilakukan kalkulasi selisih. Setelah mendapatkan selisih maka dilakukan rata-rata selisih sehingga didapatkan nilai sebesar enam belas poin pada BPM dan tiga poin pada SpO2.

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

Sebelum pengujian sensor dilakukan maka terlebih dahulu dilakukan kalibrasi sensor. Kalibrasi ini dilakukan untuk sensor MAX30100. Untuk mengetahui seberapa akurat sensor pada alat yang telah dibuat, maka akan dilakukan uji coba pada alat dengan melakukan uji coba sebanyak tiga puluh kali menggunakan dua buah alat yang berbeda yaitu alat pulse oximeter, dan alat pengukur suhu, dan pengujian untuk pengiriman data ke Firebase dan pengambilan data ke smartphone.

1. Kalibrasi Sensor

Dalam melakukan pengujian terhadap sensor pulse oximeter MAX30100 akan digunakan pembanding fingertip pulse LK88. Hasil pengujian akan dimasukkan ke Tabel 2.

Tabel 2 Kalibrasi Sensor MAX30100

No	Percobaan		Pembanding		Selisih	
	Alat		Pulse Oximeter LK88			
	BPM	SPO	BPM	SPO	BPM	SPO
1	60	95	75	98	15.00	3.00
2	59	95	72	98	13.00	3.00
3	65	95	73	98	8.00	3.00
4	59	95	75	98	16.00	3.00
5	59	95	74	98	15.00	3.00
6	60	95	73	98	13.00	3.00
7	60	95	71	98	11.00	3.00
8	58	95	76	98	18.00	3.00
9	55	95	75	98	20.00	3.00
10	60	95	73	98	13.00	3.00
11	57	95	70	98	13.00	3.00
12	60	95	72	98	12.00	3.00
13	59	95	70	98	11.00	3.00
14	43	95	80	98	37.00	3.00
15	59	95	79	98	20.00	3.00
16	59	95	75	98	16.00	3.00
17	59	95	80	98	21.00	3.00
18	51	95	77	98	26.00	3.00
19	60	95	74	98	14.00	3.00
20	60	95	72	98	12.00	3.00
21	60	95	74	98	14.00	3.00
22	60	95	74	98	14.00	3.00
23	60	95	76	98	16.00	3.00
24	60	95	80	98	20.00	3.00
25	60	95	78	98	18.00	3.00
26	59	95	77	98	18.00	3.00
27	59	95	82	98	23.00	3.00
28	59	95	77	98	18.00	3.00
29	55	95	71	98	16.00	3.00
30	59	95	76	98	17.00	3.00
AVG	58.433	95	75.033	98	16.60	3.00

Dari selisih yang didapat dan dilakukan rata-rata, maka didapatkan nilai sebesar enam belas poin pada label BPM dan tiga poin pada label SPO. Nilai tersebut ditambahkan pada variabel BPM dan ditambahkan pada variabel SpO2.

2. Pengujian Sensor Pulse Oximeter MAX30100

Dalam melakukan pengujian terhadap sensor pulse oximeter MAX30100, maka akan digunakan pembandingan fingertip pulse LK88 dan akan dilakukan sebanyak tiga puluh kali. Hasil pengujian akan dimasukkan ke Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor MAX30100 dengan Pulse Oximeter LK88

No	Percobaan				Error(%)	
	BPM		SPO		BPM	SPO
	ALAT	LK88	ALAT	LK88		
1	74	68	98	98	8.82	0
2	73	67	98	98	8.96	0
3	75	68	98	98	10.29	0
4	75	66	98	98	13.64	0
5	75	69	98	98	8.70	0
6	74	79	98	98	6.33	0
7	75	78	98	98	3.85	0
8	74	75	98	98	1.33	0
9	75	75	98	98	0.00	0
10	75	72	98	98	4.17	0
11	74	74	98	98	0.00	0
12	75	75	98	98	0.00	0
13	75	74	98	98	1.35	0
14	72	73	98	98	1.37	0
15	74	76	98	98	2.63	0
16	75	74	98	98	1.35	0
17	76	72	98	98	5.56	0
18	73	71	98	98	2.82	0
19	70	70	98	98	0.00	0
20	74	71	98	98	4.23	0
21	75	70	98	98	7.14	0
22	74	70	98	98	5.71	0
23	72	69	98	98	4.35	0
24	74	71	98	98	4.23	0
25	73	72	98	98	1.39	0
26	75	71	98	98	5.63	0
27	76	74	98	98	2.70	0
28	74	73	98	98	1.37	0
29	75	75	98	98	0.00	0
30	72	74	98	98	2.70	0
AVG	74.33	72.6	98	98	4.76	0

Hasil percobaan dari pulse oximeter dengan rata-rata 4,02% dengan nilai tertinggi 13,64% yang hanya terjadi sebanyak satu kali dan nilai terendah sebesar 0.00% yang terjadi sebanyak lima kali.

3. Pengujian Sensor Suhu LM35

Pengujian yang dilakukan terhadap sensor suhu LM35 akan menggunakan pembandingan suhu infrared ear thermometer Thermo One. Hasil pengujian dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35 dengan Termometer ThermoOne

No	Percobaan	Pembandingan	Error(%)
	Alat	Termometer Thermo one	
	Suhu	suhu	
1	39.30	36.90	6.50
2	39.60	37.00	7.03
3	39.90	36.80	8.42
4	39.96	36.70	8.88
5	40.28	36.70	9.75
6	40.28	36.60	10.05
7	40.60	36.70	10.63
8	40.60	36.70	10.63
9	40.60	36.70	10.63
10	40.92	36.70	11.50
11	40.92	36.50	12.11
12	40.92	36.60	11.80
13	40.92	36.60	11.80
14	40.92	36.60	11.80
15	41.25	36.60	12.70
16	41.25	36.40	13.32
17	41.25	36.60	12.70
18	41.25	36.40	13.32
19	41.25	36.30	13.64
20	41.25	36.70	12.40
21	41.25	36.40	13.32
22	41.25	36.50	13.01
23	41.25	36.30	13.64
24	41.25	36.50	13.01
25	41.25	36.40	13.32
26	41.25	36.20	13.95
27	41.25	36.60	12.70
28	41.25	36.40	13.32
29	41.25	36.40	13.32
30	41.25	36.40	13.32

Hasil percobaan dari sensor suhu LM 35 dengan rata-rata 11.74% dengan nilai tertinggi 13,32% yang hanya

terjadi sebanyak satu kali dan nilai terendah sebesar 0.00% yang terjadi sebanyak tujuh kali.

B. Pengujian Pengiriman Data ke Firebase

Pengujian yang dilakukan untuk pengiriman data menuju Firebase dilakukan bersamaan dengan pengujian pada smartphone. Pengujian pengiriman data ke Firebase dapat dilihat di Tabel 5

Tabel 5 Hasil Pengujian Pengiriman Data ke Firebase.

No	Percobaan						Error(%)		
	Alat			Firebase					
	SP O	BP M	Suhu	SP O	BP M	Suhu	S p o	BP M	Su hu
1	94	60	34,16	94	60	34,16	0	0	0
2	94	56	34,16	94	56	34,16	0	0	0
3	94	62	34,16	94	62	34,16	0	0	0
4	94	60	34,16	94	60	34,16	0	0	0
5	94	56	34,16	94	56	34,16	0	0	0
6	94	63	34,16	94	63	34,16	0	0	0
7	94	60	34,16	94	60	34,16	0	0	0
8	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
9	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
10	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
11	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
12	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
13	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
14	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
15	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
16	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
17	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
18	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
19	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
20	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
21	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
22	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
23	95	66	34,8	95	66	34,8	0	0	0
24	95	42	34,8	95	42	34,8	0	0	0
25	95	51	34,8	95	51	34,8	0	0	0
26	95	56	34,8	95	56	34,8	0	0	0
27	95	56	35,12	95	56	35,12	0	0	0
28	95	59	35,12	95	59	35,12	0	0	0
29	95	60	35,12	95	60	35,12	0	0	0
30	95	59	35,12	95	59	35,12	0	0	0

Hasil percobaan dari pengiriman data ke Firebase dengan rata-rata 0% tanpa terjadi error atau selisih.

C. Pengujian Pengambilan Data ke Smartphone

Pengujian pada smartphone untuk melakukan pengambilan data dari firebase dapat dilihat di Tabel 6

Tabel 6 Pengujian Pengambilan Data dari Firebase ke Smartphone

No	Percobaan						Error(%)		
	Alat			Smartphone					
	SP O	BP M	Suhu	SP O	BP M	Suhu	S p o	BP M	Su hu
1	94	60	34,16	94	60	34,16	0	0	0
2	94	56	34,16	94	56	34,16	0	0	0
3	94	62	34,16	94	62	34,16	0	0	0
4	94	60	34,16	94	60	34,16	0	0	0
5	94	56	34,16	94	56	34,16	0	0	0
6	94	63	34,16	94	63	34,16	0	0	0
7	94	60	34,16	94	60	34,16	0	0	0
8	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
9	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
10	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
11	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
12	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
13	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
14	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
15	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
16	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
17	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
18	95	60	34,8	95	60	34,8	0	0	0
19	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
20	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
21	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
22	95	59	34,8	95	59	34,8	0	0	0
23	95	66	34,8	95	66	34,8	0	0	0
24	95	42	34,8	95	42	34,8	0	0	0
25	95	51	34,8	95	51	34,8	0	0	0
26	95	56	34,8	95	56	34,8	0	0	0
27	95	56	35,12	95	56	35,12	0	0	0
28	95	59	35,12	95	59	35,12	0	0	0
29	95	60	35,12	95	60	35,12	0	0	0
30	95	59	35,12	95	59	35,12	0	0	0

Hasil percobaan dari pengambilan data dari Firebase ke smartphone dengan rata-rata 0% tanpa terjadi error atau selisih.

D. Pembahasan

Pembahasan yang akan dilakukan adalah pembahasan terhadap hasil pengujian sensor.

1. Pembahasan Hasil Pengujian Sensor

Pengujian pada sensor MAX30100 didapatkan hasil dengan angka rata-rata sebesar 4,02% pada BPM dan 0.00% pada SPO. Hasil tersebut lebih baik dari pengujian sensor yang sama dilakukan Arief Wahyu Nugraha nilai BPM yang di dapat adalah 4% dan untuk SPO adalah 6.5% [18]. Maka dari pengujian yang telah dilakukan dapat dinyatakan berhasil karena nilai error yang telah dapatkan lebih kecil. Pada pengujian sensor LM35 didapatkan hasil dengan angka rata-rata sebesar 11.74%. Hasil tersebut kurang baik dari pengujian sensor yang sama dilakukan Philipson Valerius Ginting dengan nilai rata-rata yang didapatkan adalah 2.35% [19]. Maka dari pengujian yang telah dilakukan dapat dinyatakan kurang berhasil karena nilai error yang telah didapatkan lebih besar.

2. Pembahasan Hasil Pengujian Firebase

Saat melakukan pengujian pengiriman data ke Firebase, terjadi delay pada display yang ada pada alat namun, untuk persentase error yang terjadi pada Firebase adalah 0%.

3. Pembahasan Hasil Pengujian Smartphone

Persentase error yang terjadi saat melakukan pengujian penerimaan data pada smartphone adalah 0%. Pengujian dilakukan secara bersamaan dengan pengujian Firebase.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pengujian terhadap rancang bangun alat. Maka dapat disimpulkan bahwa:

- Telah dirancang suatu alat untuk memonitoring denyut nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh jarak jauh.
- Dengan hasil pembacaan untuk sensor suhu masih belum akurat dengan error rata-rata error 11.74%, untuk pembacaan sensor MAX 30100 dapat dikatakan berhasil dengan error 4.76% untuk nilai BPM dan 0% untuk nilai SPO.
- Data dapat terkirim ke Firebase dan diterima oleh smartphone dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. N. Sandi, "Effect of Physical Exercise on The Pulse Rate," *Sport Fit. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/>.
- [2] D. R. Sirait, "Diagnosis dan tatalaksana syok," *Continuing Medical Education FK UKI*, vol. 01, no. 01. UKI PRESS, pp. 1689–1699, 2017.
- [3] S. Sunardi, "Hubungan Temperatur/Suhu Tubuh, Tekanan Darah Terhadap Tekanan Intra Kranial (Tik) Pada Klien Stroke Hemoragik Di Rsu Kabupatentangerang," *J. Med. (Media Inf. Kesehatan)*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2017, doi: 10.36743/medikes.v4i1.65.
- [4] R. Chalik, "Anatomi Dan Fisiologi Manusia," 2016.
- [5] R. Dwi, "Studi komparasi tekanan darah dan denyut nadi pada orang lanjut usia yang mengikuti senam di posyandu jambu daerah bantul," *Stikes Aisyiyah*, 2011, [Online]. Available: digilib.unisayogya.ac.id/.../1/NASKAH_PUBLIKASI_RENY_DWI_A.pd.
- [6] P. Y. Mallo, S. R. U. A. Sompie, B. S. Narasiang, and Bahrun, "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin dan Oksigen Dalam Darah dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012, doi: 10.35793.
- [7] H. Hartanto, *Kamus Kedokteran Dorland Edisi.29*. 2002.
- [8] Z. Rasyid, D. K. Astuti, and C. V. G. Purba, "Determinan Kejadian Kejang Demam pada Balita di Rumah Sakit Ibu dan Anak Budhi Mulia Pekanbaru," *J. Epidemiol. Kesehat. Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.7454/epidkes.v3i1.2108.
- [9] I. N. Sandi, "Sumber dan Metabolisme Energi dalam Olahraga," *J. Pendidik. Kesehat. Rekreasi*, vol. 5, no. 2, pp. 64–73, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.ikipgribali.ac.id/index.php/jpkr/article/view/303>.
- [10] Y. Amri and M. A. Setiawan, "Improving Smart Home Concept with the Internet of Things Concept Using RaspberryPi and NodeMCU," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 325, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/325/1/012021.
- [11] Handsontec, "Datashet ESP8266 NodeMCU WiFi Devkit," *Hanson Technol.*, pp. 1–22, 2017, [Online]. Available: http://www.handsontec.com/pdf_learn/esp8266-V10.pdf.
- [12] "Nodemcu website." https://www.nodemcu.com/index_en.html.
- [13] Maxim integrated, "Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health," *Lect. Notes Energy*, vol. 38, pp. 1–29, 2014, [Online]. Available: www.maximintegrated.com.
- [14] I. Andriyanto *et al.*, "RANCANG BANGUN ALAT UKUR TEMPERATUR SUHU PERANGKAT SERVER MENGGUNAKAN SENSOR LM35 BEBASIS SMS GATEWAY," vol. 2, no. 1, 2015.
- [15] L. Datashet, "LM35 Precision centigrade temperature sensors," *Retrieved Sept. 13th*, no. November, pp. 1–13, 2017, [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>.
- [16] Google, "No Title." <https://firebase.google.com/docs/database/>.

- [17] SOLOMON SYSTECH, "Ssd1306," *Arboric. J.*, vol. 3, no. 7, pp. 568–568, 2012, [Online]. Available: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>.
- [18] A. W. Nugraha, I. Prasetyo, and Taryudi, "Alat Monitoring Detak Jantung , Kadar Oksigen Dalam Darah Dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things," *Alat Monit. Detak Jantung, Kadar Oksigen Dalam Darah Dan Suhu Tubuh Berbas. Internet Things*, vol. 7, no. 1, pp. 42–48, 2020.
- [19] P. V. Ginting and K. Amdani, "RANCANG BANGUN DETEKTOR SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN SENSOR LM35 DENGAN DFRDUINO UNO V3.0 BERBASIS LIQUID CRISTAL DISPLAY (LCD)," *Bioilmi Ed. Agustus*, vol. 1, no. 1, pp. 72–82, 2015, [Online]. Available: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0263034606000267%0Ahttp://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JAI/article/view/2452/2063%0Ahttps://jurnalfarmasimalahayati.sch.id/index.php/jfm/article/download/7/3/.