

Pemantau Sinyal Vital untuk Identifikasi Kondisi Tubuh Pasien Covid-19 Menggunakan Sistem Telemedika Berbasis IoT

Fina Mushoffa¹, Heni Sumarti², Edi Daenuri Anwar³

^{1,2,3}Program Studi Fisika, UIN Walisongo Semarang,
Jl. Walisongo No.3-5, Tambakaji, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang

Email: finamushoffa@gmail.com

Abstract: Covid-19 is a disease that is still a source of concern today. Because of the ease with which Covid-19 is spreading, people must conduct examinations and monitoring of their body conditions. The goal of this study is to make it easier for the general public to monitor temperature, heart rate, and oxygen saturation, which are basic symptom parameters used to determine whether a person is Covid-19 or not. Measuring body temperature determines whether the body has a normal temperature or a fever, measuring heart rate determines whether the heart is beating regularly or not, and measuring oxygen saturation determines whether the body is tired or fit. The accuracy of the temperature measuring device is 99,06%, the accuracy of the heart rate measuring device is 99,6%, and the accuracy of the oxygen saturation measurement device is 99,39%, according to the findings of this study.

Keywords: Covid-19, body temperature, heart rate, oxygen saturation, Blynk

Abstrak: Covid-19 merupakan suatu jenis penyakit yang masih menjadi kekhawatiran hingga saat ini. Mudah-mudahan penyebaran Covid-19 membuat masyarakat perlu melakukan pemeriksaan hingga pemantauan terkait kondisi tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah masyarakat dalam memantau suhu, detak jantung, serta saturasi oksigen yang merupakan parameter gejala dasar untuk mengetahui apakah seseorang teridentifikasi Covid-19 atau tidak. Mengukur suhu tubuh membantu mengetahui suhu normal atau demam pada tubuh, mengukur detak jantung dapat mengetahui kondisi jantung berdetak teratur atau tidak, dan mengukur saturasi oksigen dapat membantu untuk mengetahui apakah kondisi tubuh lelah atau bugar. Hasil penelitian ini menunjukkan akurasi alat pengukur suhu sebesar 99,06%, akurasi alat pengukur detak jantung sebesar 99,6% dan akurasi pengukur saturasi oksigen sebesar 99,39%.

Kata kunci: Covid-19, suhu tubuh, detak jantung, saturasi oksigen, Blynk

1. PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 telah melanda hampir seluruh dunia termasuk Indonesia (Nasution et al., 2021). Kasus penyebaran Covid di Indonesia terus menunjukkan peningkatan (Achlisson, 2020). Peningkatan virus korona diakibatkan banyaknya yang tertular karena kondisi kesehatan yang menurun. Dalam segala aktivitas manusia, kesehatan menjadi elemen vital yang sangat penting. Untuk itulah monitoring kesehatan perlu dilakukan secara rutin, agar pada saat timbul gejala kondisi tubuh menurun dapat segera diambil tindakan (Suyanto Moh Fajar Rajasa, 2013).

Para dokter dan tenaga medis di seluruh dunia juga kewalahan menghadapi pasien Covid-19 ini, karena setiap hari begitu banyak peningkatan. Tindakan pencegahan terus berlanjut diimplementasikan, seperti langkah-langkah *social* dan *physical distancing* yang bertujuan untuk memperlambat penyebaran penyakit dengan mencegah mata rantai penularan Penyakit virus corona. WHO dan ECDC merekomendasikan untuk menghindari tempat umum dan kontak dekat dengan orang maupun hewan peliharaan yang terinfeksi (Gao et al., 2020). Untuk itu, dibutuhkan langkah pencegahan yang dapat mengidentifikasi kondisi tubuh. Beberapa cara

untuk mencegah penularan Covid adalah dengan dilakukan pemeriksaan nadi, saturasi oksigen, dan suhu tubuh (Achlisson, 2020).

Adanya pandemi Covid-19 mengharuskan setiap orang termasuk tim medis untuk menerapkan secara ketat protokol kesehatan. Dalam pemeriksaan, aktifitas tim medis yang melakukan kontak langsung dengan pasien harus dikurangi. Suatu inovasi dibutuhkan dalam dunia medis untuk menangani pasien menggantikan para tenaga medis. Alat kontrol jarak jauh menjadi alternatif dalam pemeriksaan maupun pemantauan kondisi pasien untuk meminimalisir penyebaran virus (Agustian, 2019).

Kasus Covid-19 dapat dibagi menjadi empat keadaan, yaitu keadaan orang Dalam pengawasan (ODP), pasien dalam pengawasan (PDP), dan orang tanpa gejala (OTG), dan terkonfirmasi positif. Sementara di Penelitian ini secara khusus menargetkan pasien rawat inap Covid-19 yang dirawat di rumah sakit darurat atau rumah sakit rujukan. Salah satu gejala Covid-19 adalah sesak napas dan detak jantung tidak beraturan. Biasanya disertai batuk, sakit tenggorokan dan/atau demam (suhu tubuh 38°C) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020). Beberapa pasien Covid-19 juga memiliki saturasi oksigen yang rendah ($\text{SpO}_2 < 90\%$ udara dalam ruangan) atau biasa disebut *silent hypoxia*. Dalam hal ini, tubuh pasien tiba-tiba kekurangan oksigen, tetapi masih terasa nyaman dan tidak menunjukkan gejala. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami detak jantung, suhu tubuh dan saturasi oksigen (SpO_2) pasien Covid-19 (Zuhroh et al., 2020).

Alat pemantau kondisi pasien ini dirancang dengan sistem telemedika berbasis IoT dengan data yang ditampilkan melalui sebuah aplikasi pada *smartphone*. Alat ini merupakan implementasi dari E-Health. E-Health sendiri merupakan suatu implementasi elektronik dalam dunia kesehatan untuk mengelola sumber daya medis dan pemeliharaan kesehatan (Resika Arthana et al., 2018). Alat ini menggunakan tiga sensor, yaitu sensor detak jantung, saturasi oksigen serta sensor suhu tubuh yang dilengkapi dengan tampilan oled sehingga pasien juga dapat mengetahui kondisi tubuhnya. Ketiga parameter tersebut merupakan parameter utama dalam pemeriksaan medis yang menjadi dasar untuk dilakukan pemeriksaan lanjutan (Nugroho, 2020).

Penelitian sebelumnya tentang pengukuran denyut jantung menggunakan sensor Grove Heart Rate Sensor, pengukuran saturasi oksigen menggunakan sensor MAX30100 dan untuk suhu tubuh menggunakan sensor MPU6050. Penelitian ini mendapatkan hasil pengukuran sensor detak jantung dengan error yang cukup besar, yaitu sebesar 4,12%, untuk saturasi oksigen memiliki nilai error sebesar 1,27% dan untuk suhu tubuh memiliki nilai error sebesar 0,35% (Zuhroh et al., 2020). Berbeda dari penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen, sedangkan untuk suhu tubuh menggunakan sensor lm35. Penelitian ini dirancang untuk membantu para tenaga medis dalam penanganan pasien Covid-19 non kontak sehingga dalam proses pemeriksaan maupun pemantauan kondisi tubuh pasien Covid-19 menjadi lebih mudah (Septiani, 2015).

2. METODE PENELITIAN

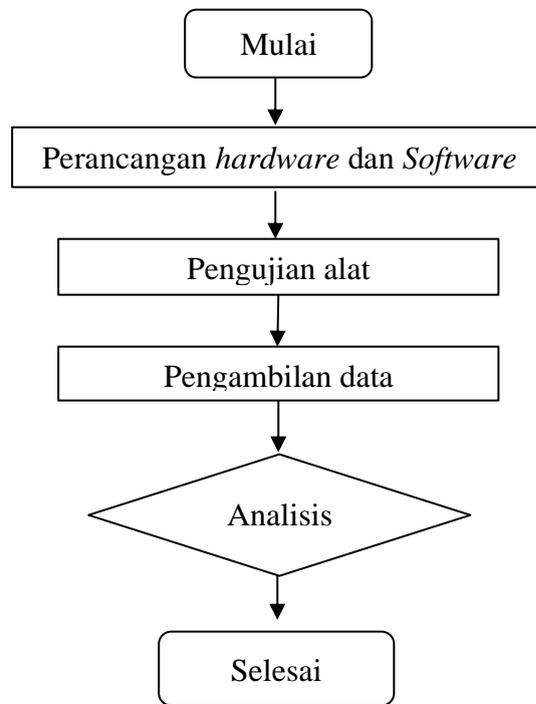
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang berbasis data. Dalam penelitian ini, dirancang alat identifikasi kondisi tubuh pasien Covid-19. Beberapa metode yang dilakukan yaitu, tahap persiapan, perancangan alat, pengambilan data, dan analisis data. Metode penelitian secara lengkap akan dijelaskan diagram alir pada Gambar 1.

2.1. Perancangan hardware dan software

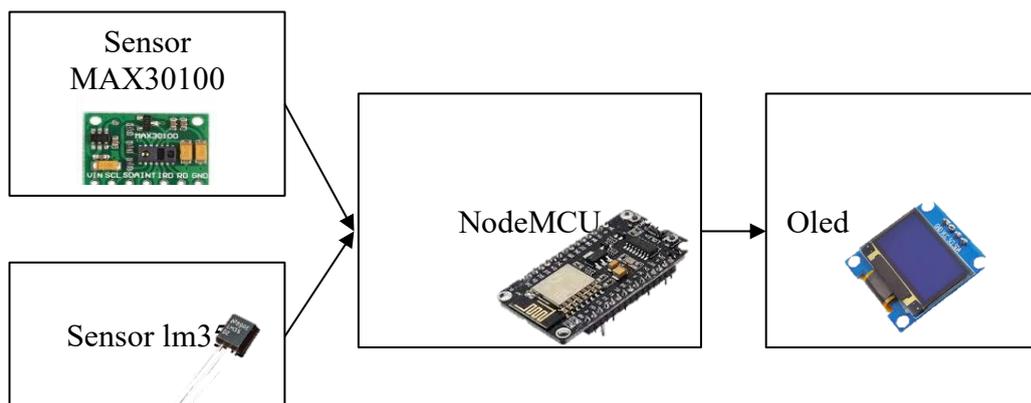
Alat dan Bahan:

1. Arduino IDE

2. Sensor MAX30100
3. sensor lm35
4. NodeMCU
5. Kabel USB
6. Power bank
7. Solder
8. Timah
9. Lem
10. Oled
11. Box hitam

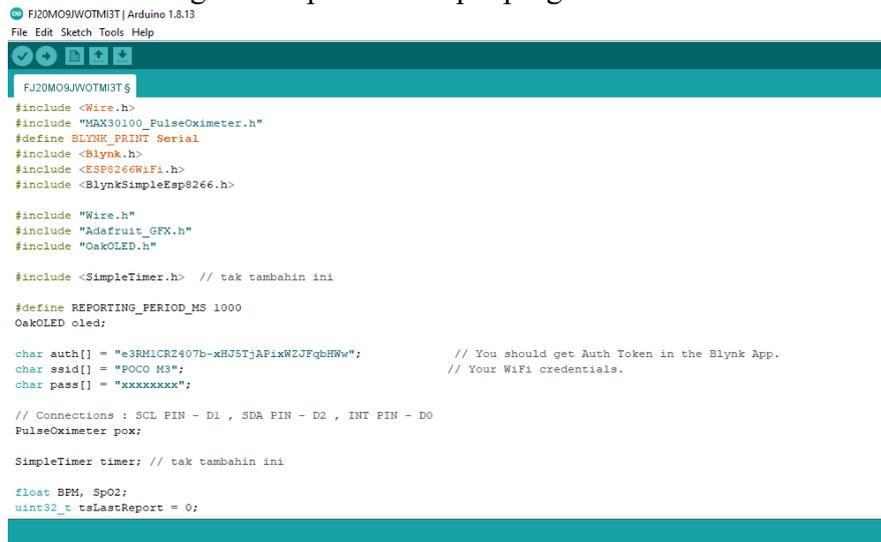


Gambar 1. Diagram penelitian



Gambar 2. Perancangan hardware

Pada perancangan hardware, sensor MAX30100 dan sensor lm35 dikoneksikan ke NodeMCU dan ditampilkan ke Oled melalui program pada Arduino IDE. Tahap Selanjutnya yaitu perancangan *software*. Pada perancangan *software*, alat yang telah terkoneksi ke NodeMCU di koneksikan ke aplikasi Blynk pada smartphone melalui program pada arduino IDE. Saat program dijalankan, agar terkoneksi ke smartpone, maka perlu dimasukkan kode autentifikasi pada program “*char auth*” serta memasukkan kode hp pada program “*char ssid*” dan sandi hotspot wifi pada program “*char pass*”. Pastikan coding terverifikasi sebelum program dijalankan untuk mengetahui apakah terdapat program error atau tidak.



```

FJ20M09JWOTM3T|Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

FJ20M09JWOTM3T$
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <Blynk.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

#include "Wire.h"
#include "Adafruit_GFX.h"
#include "OakOLED.h"

#include <SimpleTimer.h> // tak tambahin ini

#define REPORTING_PERIOD_MS 1000
OakOLED oled;

char auth[] = "e3RM1cR2407b-xHj5TjAFlxW2JFqbHwW"; // You should get Auth Token in the Blynk App.
char ssid[] = "FOOO M3"; // Your WiFi credentials.
char pass[] = "xxxxxxxx";

// Connections : SCL PIN - D1 , SDA PIN - D2 , INT PIN - D0
PulseOximeter pox;

SimpleTimer timer; // tak tambahin ini

float BPM, SpO2;
uint32_t tsLastReport = 0;

```

Gambar 3. Arduino IDE

2.2. Pengujian Alat

Pada tahap pengujian alat, alat yang telah dirancang dibandingkan dengan alat medis yang sudah ada. Untuk sensor detak jantung dan saturasi oksigen dibandingkan dengan alat *pulse oximeter*. Sedangkan untuk sensor suhu dibandingkan dengan termometer.

2.3. Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data, alat yang telah diuji digunakan untuk mengukur sampel sebanyak 15 sampel. Selanjutnya, dicatat data dari alat rancang dan juga data dari alat medis dengan parameter detak jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh. Pada pengambilan data, jari telunjuk di tempel ke sensor selama 10 detik dan digunakan sebagai faktor identifikasi nilai parameter kondisi tubuh.

2.4. Analisis Data

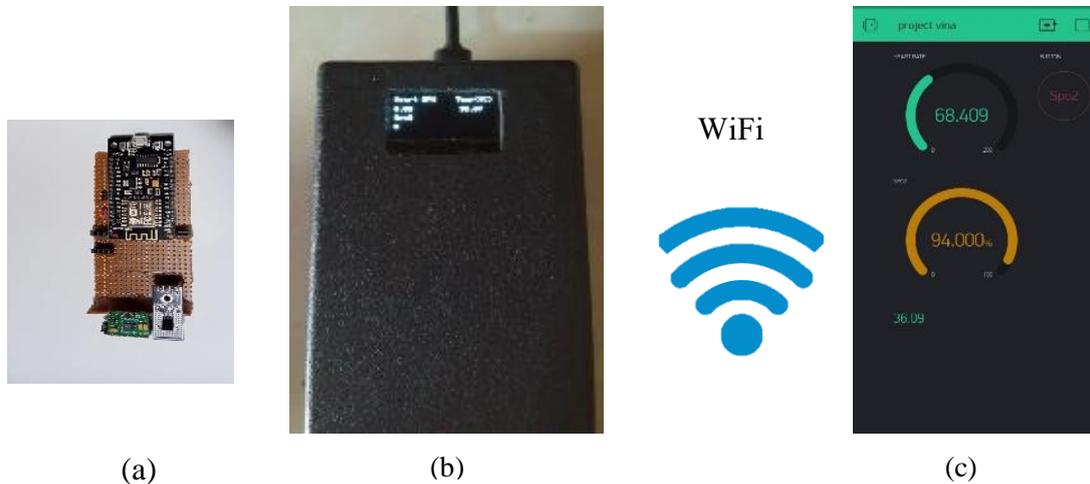
Setelah dilakukan pengambilan data, maka selanjutnya dilakukan analisis data untuk mengukur nilai keberhasilan alat. Jika terjadi error maka perlu melakukan analisis lanjutan terkait alat yang dirancang.

$$\%akurasi = 100\% - \left(\frac{\text{hasil alat konvensional} - \text{hasil alat rancangan}}{\text{hasil alat konvensional}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat pemantau sinyal vital kondisi tubuh pasien Covid-19 sistem telemedika berbasis IoT memiliki tiga parameter dengan dua sensor yaitu sensor detak jantung dan saturasi oksigen (sensor MAX30100) serta sensor suhu tubuh (sensor lm35). Skema alat tersebut ditunjukkan

pada Gambar 4. Data yang tampil di layar oled berhasil ditampilkan pula pada layar aplikasi Blynk.



Gambar 4. Skema alat ukur detak jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh berbasis IoT dengan (a) rangkaian mikrokontroler dan sensor, (b) *hardware*, dan (c) aplikasi Blynk

Hasil pengambilan data yang telah dilakukan ditunjukkan dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Tabel 1 merupakan hasil pengukuran detak jantung, Tabel 2 hasil pengukuran saturasi oksigen, sedangkan Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran suhu. Berdasarkan data hasil pengukuran, sensor detak jantung memiliki nilai akurasi sebesar 99,6%, sensor saturasi oksigen memiliki nilai akurasi 99,39%, dan sensor suhu tubuh memiliki nilai akurasi sebesar 99,06%. Pada penelitian yang telah dilakukan, nilai akurasi berada pada nilai di atas 95%. Untuk itu, penelitian ini dapat dikatakan berhasil dan alat dapat digunakan untuk pemantauan kondisi kesehatan tubuh (Sulehu & Senrimang, 2018).

Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk melakukan pengukuran laju detak jantung terdapat beberapa metode diantaranya, PCG, ECG dan Auskultasi. Akan tetapi metode tersebut tergolong bersifat klinis, hanya dapat dilakukan para ahli dan tentunya membutuhkan biaya yang mahal (Anugrah et al., 2016). Sensor denyut jantung dan saturasi oksigen yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor MAX30100. Mode pada sensor ini adalah *mode reflectance* dimana LED inframerah, fotodiode dan LED merah terletak pada satu baris.

Tabel 1. Hasil Pembacaan Sensor Detak Jantung

Sensor MAX30100 (Detak Jantung) (BPM)	Pulse Oximeter (Detak Jantung) (BPM)	Akurasi (%)
86	86,2	99,77
85	85,28	99,67
86	86,37	99,57
86	85,59	99,52
87	87,04	99,95
85	85,23	99,73
85	84,76	99,72
85	85,12	99,86
85	84,32	99,2
85	85,68	99,2
85	85,68	99,2
86	86,23	99,73
86	86,28	99,67
86	86,34	99,60
87	87,24	99,72

Tabel 2. Hasil Pembacaan Sensor Saturasi Oksigen

Sensor MAX30100 (Saturasi Oksigen) (%)	Pulse Oximeter (Saturasi Oksigen) (%)	Akurasi (%)
96	96,34	99,65
97	96,72	99,71
95	95,48	99,49
95	95,24	99,75
95	96,24	98,69
95	94,56	99,54
95	95,58	99,39
96	96,54	99,44
96	96,28	99,71
96	96,73	99,24
96	95,68	99,67
95	95,42	99,56
95	95,98	98,97
97	96,42	99,4
96	97,24	98,71

Penelitian ini menggunakan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen. Sensor MAX30100 memiliki nilai akurasi yang lebih besar dibandingkan sensor MAX30102 karena nilai *noise* atau gangguan yang lebih kecil dan tidak terpengaruh lingkungan sekitar. Untuk *packingnya* dibuat warna gelap agar tidak terlalu menyerap cahaya yang dapat mengakibatkan gelombang cahaya yang dipancarkan *red* LED dapat bercampur dengan gelombang cahaya lain (Savitri, 2020).

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor Suhu Tubuh

Sensor lm35 (Suhu Tubuh) (°C)	Termometer (Suhu Tubuh) (°C)	Akurasi (%)
36,1	36,42	99,11
36,1	36,43	99,09
36,1	36,47	98,98
36,1	36,23	99,64
35,3	35,53	99,35
35,5	35,46	99,89
35,3	35,48	99,49
35,3	35,68	98,92
35,3	36,23	97,37
35,5	36,13	98,22
35,5	35,67	99,52
36,1	36,68	98,39
36,1	36,21	99,69
36,1	36,48	98,95
36,1	36,32	99,39

Prinsip kerja sensor MAX30100 saat pengambilan data adalah jika jari diletakkan di atas sensor, kemudian cahaya yang dipancarkan oleh LED merah dan LED inframerah dipancarkan, selanjutnya gelombang cahaya yang dipancarkan oleh LED inframerah diserap oleh darah dengan faktor terdapat sejumlah besar oksigen. Jika oksigen berkurang dalam darah, gelombang cahaya LED merah akan menyerap lebih banyak cahaya inframerah daripada LED. Gelombang cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan kembali dan dideteksi oleh fotodiode (Qahar, 2018).

Kondisi jantung dan saturasi oksigen seseorang dapat dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan serta kondisi pikiran seseorang (kecemasan). Karena jika hal tersebut terjadi, tubuh akan merespon dengan perubahan tanda-tanda vital diantaranya detak jantung meningkat sehingga kebutuhan oksigen juga meningkat. Oleh karena itu, pengukuran dilakukan saat sampel atau objek dalam kondisi bugar (Arini et al., 2017).

Pada beberapa penelitian yang dikembangkan pengukuran suhu banyak yang memanfaatkan sinar inframerah (Tanasawa, 2016). Sensor suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor lm35. Sensor lm35 merupakan sensor dalam besaran elektrik untuk mengukur temperatur. Prinsip kerja alat pengukur suhu ini adalah dengan menggunakan sensor suhu yang mengubah suhu menjadi tegangan, dengan kata lain, panas yang ditangkap ini diubah menjadi tegangan oleh lm35 sebagai sensor suhu. Proses panas diubah menjadi tegangan ini dikarenakan pada lm35 ini terdapat Jenis termistor PTC (Koefisien Suhu Positif), di mana termistor ini adalah alasan untuk sensor dapat menangkap perubahan panas (Arfiansah, 2018).

Pada alat rancangan, suhu awal menunjukkan nilai yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan. Suhu tubuh manusia dapat terpengaruh oleh aktivitas yang dilakukan, cuaca, dan kondisi lingkungan sekitar. Oleh karena itu, pada saat pengukuran dilakukan sampel dipastikan berada dalam kondisi baik dan tidak demam (Stevania, 2019).

Penelitian ini berbasis IoT dengan konsep jangka panjang dengan pemanfaatan konektifitas internet yang memanfaatkan aplikasi blynk. Aplikasi blynk merupakan aplikasi yang dirancang untuk IoT berbasis Android maupun IOS yang menyediakan tiga platform layanan, yaitu Blynk App, blynk server dan blynk libraries (Saputro, 2020). Aplikasi blynk banyak digunakan untuk memantau kondisi suatu objek karena memiliki *user interface* yang simpel sehingga mudah

digunakan (Harir et al., 2019). Sistem telemedika telah berhasil dibuat dengan indikator data yang muncul pada layar oled berhasil tampil dalam layar aplikasi Blynk.

4. KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat alat pemantau sinyal vital dengan parameter detak jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh sistem telemedika berbasis IoT. Hasil ukur menunjukkan sensor detak jantung memiliki nilai akurasi sebesar 99,6%, sensor saturasi oksigen memiliki nilai akurasi 99,39%, dan sensor suhu tubuh memiliki nilai akurasi sebesar 99,06%.

DAFTAR PUSTAKA

- Achlison, U. (2020). Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi Covid-19 di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, 13(2), 102–106. <https://journal.stekom.ac.id/index.php/pixel/article/view/318>
- Agustian, I. (2019). Rancang Bangun Pemantau Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel Dengan Sistem IoT. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 9(2), 19–23.
- Anugrah, D., Pantjawati, A. B., & Somantri, Y. (2016). Rancang Bangun Pengukur Laju Detak Jantung Berbasis PLC Mikro. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 1(3), 163–170. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v1i3.10857>
- Arfiansah, I. (2018). Alat Ukur Suhu Tubuh Manusia secara Digital Menggunakan Sensor LM 35 Mikrokontroler Arduino. *Skripsi*.
- Arini, F. N., Adriatmoko, W., Novita, M., Mulut, B., Gigi, F. K., Jember, U., Forensik, O., Gigi, F. K., & Jember, U. (2017). Perubahan Tanda Vital sebagai Gejala Rasa Cemas sebelum Melakukan Tindakan Pencabutan Gigi pada Mahasiswa Profesi Klinik Bedah Mulut RSGM Universitas Jember. *E-Jurnal Pusat Kesehatan*, 5(2), 323–330.
- Gao, J., Tian, Z., & Yang, X. (2020). Breakthrough: Chloroquine phosphate has shown apparent efficacy in treatment of COVID-19 associated pneumonia in clinical studies. *BioScience Trends*, 14(1), 72–73. <https://doi.org/10.5582/BST.2020.01047>
- Harir, R., Novianta, M. A., & Kristiyana, D. S. (2019). Perancangan Aplikasi Blynk untuk Monitoring dan Kendali Penyiraman Tanaman. *Jurnal Elektrikal*, 6, 1–10. <https://www.99.co/blog/indonesia/harga-pompa-air-mini/>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Coronavirus Disease (COVID-19). In *Germas*. https://infeksiemerging.kemkes.go.id/download/REV-04_Pedoman_P2_COVID-19_27_Maret2020_TTD1.pdf [Diakses 11 Juni 2021].
- Nasution, N. H., Hidayah, A., Sari, K. M., Cahyati, W., Khoiriyah, M., Hasibuan, R. P., Lubis, A. A., & Siregar, A. Y. (2021). Gambaran Pengetahuan Masyarakat Tentang Pencegahan Covid-19 Kecamatan Padangsidempuan Batunadua, Kota Padangsidempuan. *Jurnal Biomedika Dan Kesehatan*, 4(2), 47–49.
- Nugroho, A. V. (2020). Sistem Monitoring Pasien Robot Covid dengan Parameter Suhu , Detak Jantung , Dan Saturasi Oksigen Berbasis Website. *Skripsi*.
- Qahar, A. N. (2018). Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada Anak Menggunakan Satu Sensor. *Skripsi*, vi.
- Resika Arthana, I. K., Pradnyana, I. M. A., & Kurniati, D. P. Y. (2018). Sistem Monitoring

- Detak Jantung dan Lokasi Pasien. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(1), 124–133. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i1.13115>
- Saputro, A. D. (2020). Rancang Bangun Robot Pendeteksi Kadar Gas Sulfur Dioksida(SO₂) Dan Gas Karbon Monoksida(CO) Untuk Ekplorasi Kawah Ijo Objek Wisata Candi Gedong Songo Berbasis *Internet Of Things*. In *Skripsi*.
- Savitri, D. E. (2020). Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT). *Skripsi*, 1–87.
- Septiani, A. D. (2015). Perancangan Alat Pemantau Kondisi Kesehatan Manusia. In *Edu Elektrika Journal* (Vol. 4, Issue 2).
- Stevania, A. S. (2019). Alat pengukur dan pencatat suhu tubuh manusia berbasis arduino mega 2560 dengan sms gateway. *Alat Pengukur Dan Pencatat Suhu Tubuh Manusia Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Sms Gateway*, 1–68.
- Sulehu, M., & Senrimang, A. H. (2018). Program Aplikasi Alat Pengukur Kadar Glukosa Dalam Darah Non Invasive Bebas Desktop. *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1), 16–24. <https://doi.org/10.35585/inspir.v8i2.2454>
- Suyanto Moh Fajar Rajasa, S. F. (2013). Rancang Bangun Prototipe Monitoring Suhu Tubuh Manusia Berbasis O.S Android Menggunakan Koneksi Bluetooth. *Jurnal Teknik ITS*, 2(Vol 2, No 1 (2013)), A213–A216. <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/3275>
- Tanasawa, I. (2016). Introduction to temperature measurement. *Netsu Bussei*, 3(1), 40–46. <https://doi.org/10.2963/jjtp.3.40>
- Zuhroh, S., Imanda, A. R., & Tholib, M. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Denyut Jantung SpO₂ dan Suhu Tubuh Penderita COVID-19 Berbasis IoT. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 6(2), 120. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v6i2.7952>