Rancang Bangun Pulse Oximeter Menggunakan Aplikasi Blynk

Bekti Yulianti [(1)], Ilham Prakoso [(2)]
[1,2] Program Studi Teknik Elektro, UniversitasDirgantara Marsekal Suryadarma
email : yuliantibekti@gmail.com

ABSTRAK

Oximeter adalah alat yang digunakan untuk memonitor keadaan jumlah oksigen dalam darah tanpa harus melalui tes darah (non-invasive). Alat oximeter atau disebut juga pulse oximeter pada saat ini menjadi alat yang sangat diperlukan dimasa pandemi Covid-19 khususnya mereka yang menjalani isolasi mandiri. Dengan memperhatikan permasalahan keamanan bagi orang-orang yang merawat para pasien Covid-19 yang menjalani isolasi mandiri, maka dirancang pulse oximeter dengan metode PPG Reflectance menggunakan aplikasi Blynk yang berfungsi sebagai interface untuk menampilkan hasil pengukuran SpO_2 dan BPM secara realtime. Akurasi pengukuran 99,5% untuk pengukuran SpO_2 dengan nilai R_0 0,495 dan 98,3% untuk pengukuran BPM.

***Kata kunci** : Oximeter, Metode PPG Reflectance, Aplikasi Blynk, SPO_2, BPM*

1. PENDAHULUAN

Oximeter adalah alat yang digunakan untuk memonitor keadaan jumlah oksigen dalam darah tanpa harus melalui tes darah (non-invasive)(Nugroho et al., 2020). Alat oximeter atau disebut juga pulse oximeter pada saat ini menjadi alat yang sangat diperlukan dimasa pandemi Covid-19 terutama bagi pasien Covid-19 yang bergejala maupun yang tidak bergejala, khususnya mereka yang menjalani isolasi mandiri. Salah satu kondisi yang harus selalu dipantau pada pasien Covid-19 adalah tingkat saturasi oksigen dalam darah (SPO2) dan heart rate (HR). SPO2 dan HR digunakan untuk mencegah silent hypoxia, yang mengakibatkan menurunkan kadar oksigen dalam darah tanpa gejala, menyebabkan kerusakan jaringan dalam tubuh, dan dapat mengakibatkan komplikasi seperti gagal napas atau kematian mendadak jika tidak diobati (Suhartina & Abuzairi, 2021).

Penyebaran virus Covid-19 dari manusia ke manusia dapat terjadi karena kontak dekat dengan orang yang terinfeksi, terkena dari batuk, bersin, tetesan pernafasan atau aerosol. Aerosol ini dapat menembus tubuh manusia (paru-paru) melalui inhala melalui hidung atau mulut (Djanah, 2020). Resiko terinfeksi virus ini menjadi sangat besar pada orang-orang yang ada disekitar pasien Covid-19 yang menjalani isolasi mandiri ketika membantu proses perawatan tersebut.

Pulse oximeter yang beredar di pasaran, hasil pengukuran saturasi oksigen SpO_2 dan BPM (*Beats Per Minute*) harus dilihat secara langsung pada alatnya atau melakukan kontak langsung dengan pasien Covid-19 untuk dapat memantau kondisi pasien Covid-19. Dengan memperhatikan permasalahan keamanan bagi orang-orang yang merawat para pasien Covid-19 yang menjalani isolasi mandiri, maka dirancang *pulse oximeter* menggunakan aplikasi Blynk yang berfungsi sebagai *interface* untuk menampilkan hasil pengukuran SpO_2 dan BPM secara *realtime*. Metode pengukuran yang digunakan pada rancangan pulse oximeter adalah metode PPG *Reflectance* karena hasil pengukuran saturasi oksigen menggunakan metode PPG *Reflectance* lebih stabil

dibandingnkan dengan metode PPG *Transimittance* **(Nugroho et al., 2020).**

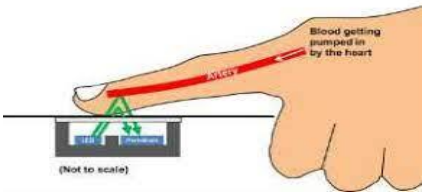
2. METODE PENELITIAN

2.1 Pulse Oximeter

Pulse Oximeter memiliki sensor pendeteksi cahaya untuk mengukur saturasi oksigen dan HR dengan menggabungkan dua teknologi, yaitu *spektrofotometri* dan *plethysmography* (PPG) (Suhartina & Abuzairi, 2021). Metode PPG memanfaatkan perubahan gelombang cahaya untuk mendeteksi perubahan volume darah dengan cara menggunakan sebuah LED berwarna merah dan inframerah serta fotodiode. Pengukuran ini mempunyai dua metode **(Fernandez et al., 2007).**

a. Metode Reflectance

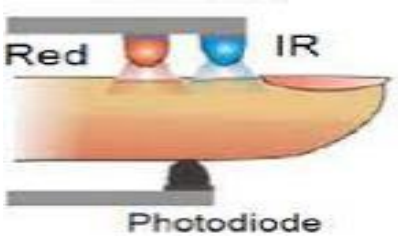
Gambar 1 merupakan metode reflectance yang dilakukan dengan cara meletakkan jari di atas sumber cahaya dan fotodiode dengan posisi sejajar. Sumber cahaya akan melalui pembuluh darah dan dipantulkan dari jaringan, tulang dan pembuluh darah menuju fotodiode **(Lee et al., 2016).**



Gambar 1. Metode PPG Reflectance

b. Metode Transmittance

Metode transmittance dilakukan yaitu dengan cara meletakkan jari diantara LED dan fotodiode. Pada metode ini, sumber cahaya akan melewati/menembus pembuluh darah untuk mengukur perubahan volume darah sebelum cahaya diterima oleh fotodiode. Kelemahan pada metode ini yaitu terbatasnya area yang dapat diukur, hanya pada bagian jari tangan, jari kaki, hidung, pipi, lidah dan daun telinga saja yang dapat diukur **(Nugroho et al., 2020)**.



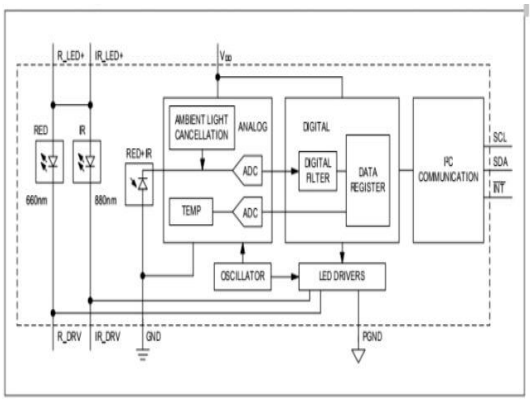
Gambar 2. Metode PPG Transmittance

Pulse oximetry mengukur 2 komponen absorbansi yakni *direct current* (DC) dan *alternating current* (AC). DC merepresentasikan cahaya yang melewati jaringan, vena, dan kapiler, yang cenderung statis dan tidak dipengaruhi oleh faktor lain. Sedangkan AC merepresentasikan cahaya yang melewati arteri dan berfluktuasi sesuai dengan siklus kardiak. Perubahan siklus kardiak memiliki pengaruh terhadap jumlah volume darah arteri, sehingga proporsi absorbansi cahaya R dan IR pun berubah-ubah **(Chan et al., 2013).**

2.2 Sensor MAX30100

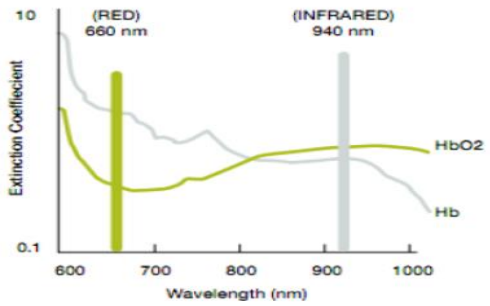
Gambar 3 merupakan diagram sistem sensor MAX30100 yang merupakan sensor optik yang menggunakan dua LED yaitu LED *red* dan LED *Infrared* yang berfungsi sebagai *transmiter* dan *photodioda* yang berfungsi sebagai *photodetector*. Pada sensor MAX30100 digunakan LED *red* dan LED *Infrared* karena *oxyhemoglobin* (HBO_2) yaitu hemoglobin yang mengikat oksigen (O_2), menyerap lebih banyak cahaya infra merah dan melewatkan lebih banyak cahaya merah, sedangkan

d*eoxyhemoglobin* (RHb) yaitu hemoglobin yang mengikat karbon dioksida (CO_2) dan melepas O_2, akan menyerap lebih banyak cahaya merah dan melewatkan lebih banyak cahaya infra merah. Cahaya merah mempunyai panjang gelombang 660 nm, sedangkan cahaya infra merah mempunyai panjang gelombang 940 nm. LED infrared pada MAX30100 juga berfungsi mengukur pulsa detak jantung (Rochmad, n.d.).



Gambar 3. Diagram Sistem MAX30100

Gambar 4 memperlihatkan grafik absorpsi (penyerapan) cahaya merah dan cahaya inframerah oleh *oxyhemoglobin* (HbO_2) dan *deoxyhemoglobin* (Hb) yang ada dalam darah, dimana *oxyhemoglobin* (HbO_2) menyerap lebih banyak cahaya infra merah dibandingkan cahaya merah, sedangkan *deoxyhemoglobin* (Hb) menyerap lebih banyak cahaya merah (Lopez & Americas, 2012).



Gambar 4. Grafik Penyerapan Cahaya Hemoglobin

SpO_2 mewakili rasio konsentrasi HbO_2 dengan jumlah total Hemoglobin dalam darah (HbO_2+Hb) **(Miron-alexe, 2020).**

$$SpO_2 = \frac{HbO2}{(HbO2+Hb)} \text{ x } 100\% \qquad (1)$$

Nilai kadar oksigen dalam darah (SpO_2) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$SpO_2 = 110 - 25R_0 \qquad (2)$$

Persamaan (2) yang digunakan untuk mengkoreksi kesalahan pada nilai terukur. Kesalahan ini ádalah akibat pengambilan asumsi bahwa hanya dua zat saja yang berinteraksi dengan cahaya R (Red) dan IR (Infrared) yaitu HbO2 dan Hb (Salamah, 2016). Pada kondisi dimana saturasi oksigen rendah, kadar Hb meningkat dan terdapat peningkatan absorbansi cahaya R sehingga menghasilkan *R value* yang tinggi. Sedangkan ketika saturasi oksigen tinggi, kadar HBO_2 meningkat, menyebabkan peningkatan absorbansi cahaya IR dan menurunkan *R value* **(Chan et al., 2013)**.

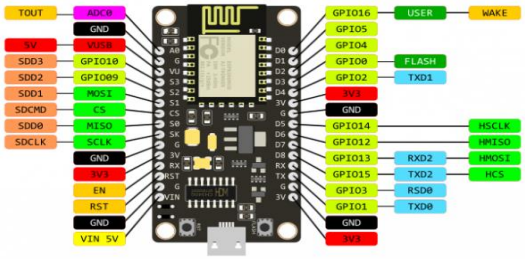
Sensor MAX30100 menggunakan serial komunikasi I2C yang merupakan serial komunikasi open drain, dimana saat sinyal low maka menghasilkan nol volt dan saat sinyal high maka sinyal akan floating. Hasil output dari sensor dapat terbaca, jika menggunakan resistor sebagai pull-up pada pin SDA dan SCL. Resistor yang digunakan yaitu sebesar 4,7 kΩ. Karakterisasi juga dilakukan dengan menghitung intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED menggunakan luxmeter **(Rahmawarni & Harmadi, 2021).**

2.3 NodeMCU V3

Gambar 5 menunjukkan hardware NodeMCU V3 dan fungsi dari masing-masing port. NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource dan terdiri dari perangkat keras berupa *System on Chip* (SoC) ESP8266. Firmware NodeMCU menggunakan bahasa

pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara umum sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan dari perangkat keras development kit. (Rachman et al., 2020).

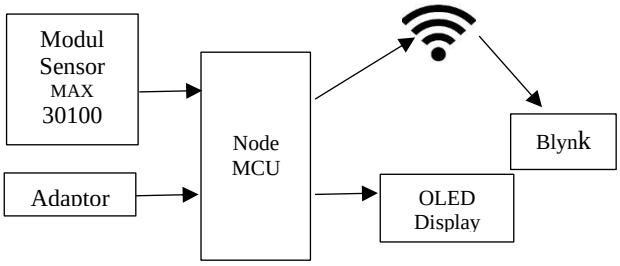
Selain Bahasa Lua NodeMCU support dengan software Arduino IDE dengan melakukan sedikit pengubahan pada board manager pada Arduino IDE. Sebelum digunakan board ini harus diflash terlebih dahulu agar support terhadap tool yang digunakan. Jika menggunakan Arduino IDE menggunakan firmware yang cocok yaitu firmware keluaran dari Ai-thinker yang support AT Command. Untuk penggunaan tool Lua loader frimware yang digunakan adalah frimware NodeMCU (Aluh & Lidyawati, 2018).



Gambar 5. Hardware NodeMCU V3 (Rostini & Junfithrana, 2020)

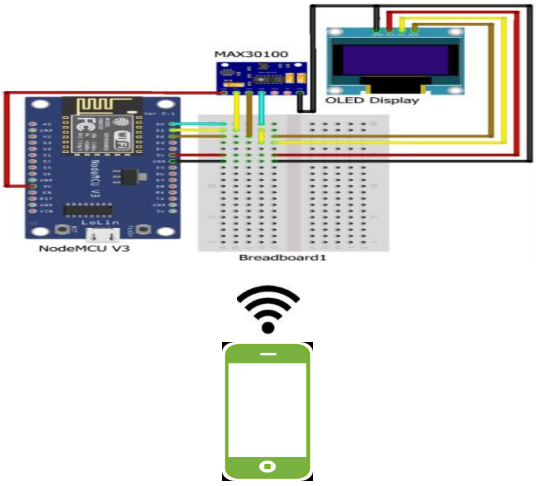
2.4 Perancangan Sistem

Pada gambar 6, adaptor akan memberikan supply arus listrik pada NodeMCU sehingga semua komponen dapat aktif, NodeMCU akan melakukan konektifitas dengan WiFi sehingga bisa mengakses ke internet. Modul Sensor MAX30100 akan mendeteksi serta mengukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah, kemudian data tersebut akan menjadi sinyal masukan pada NodeMCU sebagai pengendali utama. Data yang dihasilkan akan ditampilkan secara langsung melalui OLED Display dan juga secara tak langsung menggunakan Aplikasi Blynk.



Gambar 6. Blok Diagram Rancangan Alat

Gambar 7 menunjukan skema rangkaian alat yang dapat dibagi mejadi 3 fungsi yaitu bagian masukan (input) yaitu sensor MAX3010 untuk mendeteksi serta mengukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah, bagian proses yaitu NodeMCU dan keluaran (output) berupa OLED.



Gambar 7. Skema Rangkaian Alat

Gambar 8 merupakan gambar rancangan *pulse oximeter* menggunakan metode PPG *Reflectance* yang dimodifikasi dengan aplikasi blynk yang terdapat pada *smartphone* untuk memberikan informasi hasil pengukuran secara *realtime*.

Gambar 8. Skema Rangkaian Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil rancangan pulse oximeter tersebut diatas, maka dilakukan pengujian terhadap kerja alat. Jika pembacaan kadar oksigen arteri dengan oksimeter berada di bawah 90 persen maka mengindikasikan bahwa kadar oksigen dalam darah rendah sehingga darah membutuhkan suplemen oksigen. Sementara jika pembacaan persentase kadar saturasi oksigen dikatakan normal pada manusia jika berkisar antara 95% sampai 100% (Rochmad, n.d.).

Untuk pembacaan laju denyut jantung (heart rate) orang dewasa yang normal berkisar antara 60 sampai 100 bpm, kelainan denyut jantung dapat terjadi ketika lajunya kurang dari 60 bpm yang dikenal sebagai bradikardia. Selain itu, kelainan denyut jantung juga dapat terjadi ketika lajunya melebihi 100 bpm yang dikenal sebagai takikardia (Sofiani et al., 2021).

3.1 Pengujian Prosentase Kadar Saturasi Oksigen (SPO_2)

Pengukuran prosentase kadar saturasi oksigen (SPO2) dilakukan melalui tangan kanan dan kiri, untuk mengetahui apakah ada perbedaan kedua tangan tersebut.Tabel 1. Pengujian Kadar SpO2 Melalui Tangan Kanan.

Tabel 1. Pengujian Kadar SpO2 Melalui Tangan Kanan

Pengujian	Rancangan Alat	Aplikasi Pulse Monitor	Simpangan (%)	Akurasi (%)
Jari Jempol	97,8	97,8	0	100
Jari Telunjuk	97,2	98,2	1,018	98,98
Jari Tengah	97,2	97,6	0,41	99,59
Jari Manis	97,6	97,8	0,20	99,8
Jari Kelingking	97	97,2	0,20	99,8
Rata-rata Akurasi Alat				99,63

Tabel 1 merupakan hasil pengukuran menggunakan tangan kanan pada rancangan *pulse oximeter* yang dibandingkan dengan aplikasi *pulse monitor* untuk membandingkan hasil pengukurannya. Hasil pengukuran tersebut merupakan hasil rata-rata pengukuran dari masing-masing jari pada tangan kanan dan didapatkan bahwa akurasi pengukuran 99,63%.

Tabel 2. Pengujian Kadar SpO2 Melalui Tangan Kiri

Pengujian	Rancangan Alat	Aplikasi Pulse Monitor	Simpangan (%)	Akurasi (%)
Jari Jempol	98,2	98,2	0	100
Jari Telunjuk	97,6	98,6	1,014	98,98
Jari Tengah	98,4	98,6	0,20	99,8
Jari Manis	97,6	98,4	0,813	99,18
Jari Kelingking	97,8	98,8	0,012	98,98
Rata-rata Akurasi Alat				99,4

Tabel 2 merupakan hasil pengukuran menggunakan tangan kiri pada rancangan *pulse oximeter* yang dibandingkan dengan aplikasi *pulse monitor* untuk membandingkan hasil pengukurannya. Hasil pengukuran tersebut merupakan hasil rata-rata pengukuran dari masing-masing jari pada tangan kiri dan didapatkan bahwa akurasi pengukuran 99,4%.

Berdasarkan hasil pengkuran menggunakan tangan kanan dan kiri didapat bahwa rata-rata pembacaan kadar SPO_2 yaitu 97,5 dengan akurasi 99,5%.

3.2. Pengujian Prosentase BPM

Pengukuran BPM dilakukan melalui tangan kanan dan kiri, untuk mengetahui apakah ada perbedaan kedua tangan tersebut.

Tabel 3. Pengujian BPM Melalui Tangan Kanan

Pengujian	Rancangan Alat	Aplikasi Pulse Monitor	Simpangan (%)	Akurasi (%)
Jari Jempol	95,2	98,4	3,25	96,75
Jari Telunjuk	94,8	93	1,93	98,07
Jari Tengah	93,4	95	1,68	98,32
Jari Manis	93,4	94	0,64	99,36
Jari Kelingking	94,6	95	0,42	99,58
Rata-rata Akurasi Alat				98,42

Tabel 3 merupakan hasil pengukuran BPM menggunakan tangan kanan pada rancangan *pulse oximeter* yang dibandingkan dengan aplikasi *pulse monitor* untuk membandingkan hasil pengukurannya. Hasil pengukuran tersebut merupakan hasil rata-rata pengukuran dari masing-masing jari pada tangan kanan dan didapatkan bahwa akurasi pengukuran 98,42%.

Tabel 4. Pengujian BPM Melalui Tangan Kiri

Pengujian	Rancangan Alat	Aplikasi Pulse Monitor	Simpangan (%)	Akurasi (%)
Jari Jempol	94	95,8	1,88	98,12
Jari Telunjuk	93,8	96,6	2,9	97,1
Jari Tengah	92,4	94,6	2,32	97,68
Jari Manis	95,2	95,4	0,2	99,8
Jari Kelingking	94,6	96	1,46	98,54
Rata-rata Akurasi Alat				98,25

Berdasarkan hasil pengkuran menggunakan tangan kanan dan kiri didapat bahwa rata-rata pembacaan BPM yaitu 94 dengan akurasi 98,3%.

3.3. Perhitungan Nilai R_0 Pada pengukuran SPO_2

Tabel 5 berdasarkan perhitungan maka setiap kenaikan SPO_2 sebesar 1% maka akan mengalami kenaikan nilai R_0 sebesar 0,04.

Tabel 5. Perhitungan Nilai R_0 Berdasarkan nilai SPO_2

Pengujian	Nilai SPO_2	Nilai R0
1	100	0,4
2	99	0,44
3	98	0,48
4	97	0,52
5	96	0,56
6	95	0,6
7	94	0,64

Pada tabel 6 berdasarkan perhitungan nilai R_0 berdasarkan hasil pengukuran SPO_2 didapat nilai untuk rata-rata R_0 0,495 yaitu diantara 97 dan 98.

Tabel 6. Nilai R_0 Pada Pengukuran SPO_2

Pengujian	Rata-rata SPO_2	Nilai R0
Tangan Kanan	97,36	0,51
Tangan Kiri	97,92	0,48

Tabel 7 merupakan hasil pengukuran konektifitas jaringan wifi pada smartphone dengan jarak dan dinding pembatas.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Konektivitas Jaringan Wifi

Jarak (meter)	Koneksi Tanpa Dinding Pembatas	Koneksi Dengan Dinding Pembatas
1	Stabil	Stabil
2	Stabil	Stabil
3	Stabil	Stabil
4	Stabil	Stabil
5	Stabil	Stabil
6	Stabil	Stabil
7	Stabil	Stabil
8	Stabil	Stabil
9	Stabil	Tidak Stabil
10	Tidak Stabil	Terputus
11	Tidak Stabil	Terputus

4. KESIMPULAN

Pada rancangan pulse oximeter, digunakan aplikasi blynk sebagai output tambahan untuk melihat hasil pengukuran secara realtime melalui smartphone yang terhubung dengan jaringan internet wifi. Berdasarkan percobaan terhadap penggunaan rancangan pulse oximeter, didapatkan bahwa akurasi rata-rata pengukuran kadar saturasi oksigen (SPO_2) sebesar 99,5% dengan nilai R0 0,495, dan akurasi terhadap rata-rata pengukuran BPM (Beats Per Minutes) sebesar 98,3%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aluh, M., & Lidyawati, L. (2018). IoT Berbasis Sistem Smart Home Menggunakan Nodemcu V3. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, *3*(2), 138–149.
2. Chan, E. D., Chan, M. M., & Chan, M. M. (2013). Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. *Respiratory Medicine*, *107*(6), 789–799.
3. Djanah, S. N. (2020). Studi Tinjauan Pustaka: Penularan Dan Pencegahan Penyebaran Covid-19. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, *7*(2), 70–76.
4. Fernandez, M., Burns, K., Calhoun, B., George, S., Martin, B., & Weaver, C. (2007). Evaluation of a new pulse oximeter sensor. *American Journal of Critical Care*, *16*(2), 146–152.
5. Lee, H., Ko, H., & Lee, J. (2016). Reflectance pulse oximetry: Practical issues and limitations. *Ict Express*, *2*(4), 195–198.
6. Lopez, S., & Americas, R. (2012). Pulse oximeter fundamentals and design. *Free Scale Semiconductor*, 23.
7. Miron-alexe, V. (2020). IoT PULSE OXIMETRY STATUS MONITORING FOR HOME QUARANTINED COVID-19 PATIENTS. *Journal of Science and Arts*, *20*(4), 1029–1036.
8. Nugroho, C. R., Yuniarti, E., & Hartono, A. (2020). Alat Pengukur Saturasi Oksigen Dalam Darah Menggunakan Metode Photoplethysmograph Reflectance. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, *3*(2), 84–93.
9. Rachman, A., Arifin, Z., & Maharani, S. (2020). Sistem Pengendali Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Air Conditioner (AC) Dan NodeMCU V3 ESP8266. *Prosiding SAKTI (Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi)*, *5*(1).
10. Rahmawarni, D., & Harmadi, H. (2021). Sistem Monitoring Saturasi Oksigen dan Denyut Nadi dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30100 Via Telegram Berbasis IoT. *Jurnal Fisika UNAND*, *10*(3), 377–383.
11. Rochmad, M. (n.d.). DETEKSI KADAR SATURASI OKSIGEN DARAH (SpO2) DAN DETAK JANTUNG SECARA NON-INVASIF DENGAN SENSOR CHIP MAX30100. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, *4*(1).
12. Rostini, A. N., & Junfithrana, A. P. (2020). Aplikasi Smart Home Node MCU IoT Untuk BLYNK. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, *7*(1), 1–7.
13. Salamah, U. (2016). Rancang Bangun Pulse Oximetry Menggunakan Arduino Sebagai Deteksi Kejenuhan Oksigen Dalam Darah. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, *6*(2), 77–82.
14. Sofiani, I. R., Kharisma, R., & Syafa'ah, L. (2021). Sistem Monitoring Heart Rate dan Oksigen Dalam Darah Berbasis LoRa. *Medika Teknika: Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, *2*(2), 53–61.
15. Suhartina, R., & Abuzairi, T. (2021). Pulse oximeter monitoring bracelet for COVID-19 patient using seeeduino. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer Dan Informatika (JITEKI)*, 81–87.