

Perangkat Non-Invasive Pengukuran PaO₂ Dan SpO₂ Untuk Triase Pasien COVID-19 Berbasis IoT

(A Non-Invasive Device For Measuring PaO₂ And SpO₂ For Triage Of COVID-19 Patients)

1st Alvico Britanza Alwie
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alvicobritanza@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Basuki Rahmat
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

achmadrizal@telkomuniversity.ac.id

3rd Istiqomah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

istiqomah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pandemi COVID-19 adalah peristiwa menyebarnya penyakit *Corona virus disease 2019*. Penyakit ini menyerang bagian infeksi saluran pernapasan atas (ISPA). Membuat alat ukur serta menampilkan kondisi PaO₂, SPO₂, rasio P/F pasien. Alat ini membutuhkan koneksi. Alat ukur ini menggunakan bahasa pemrograman Arduino, pasien diminta untuk meniupkan udara dari pernafasannya ke masker atau selang tubing. Sensor Luminox akan membaca tekanan udara pasien, sedangkan sensor MAX 30102 akan membaca saturasi oksigen pasien, ESP 8266 sebagai pengolahan data dan menghubungkan ke internet. Adapun hasil dari penelitian ini secara langsung tidak menggunakan sampel darah melainkan hasil pengukuran rasio respiratori P/F, PaO₂, serta SPO₂ pasien. Data pasien akan di tampilkan oleh Blynk.

Kata Kunci: *Respiratori, COVID-19, SpO₂, rasio P/F, PaO₂*

Abstract

The COVID-19 pandemic is the event of the spread of the Corona virus disease 2019. This disease attacks the upper respiratory tract infection (ARI). Make measuring instruments and display the conditions of the patient's PaO₂, SPO₂, P/F ratio. This tool requires an internet connection. This measuring device uses the Arduino programming language, the patient is asked to blow air form his breath into a mask or tubing tube. The Luminox sensor will read the patient's air pressure, while the MAX 30102 sensor will read the patient's oxygen saturation, ESP 8266 as data processing and connection to the internet. The results of this final project are direct non-invasive measurements of PaO₂ and SpO₂, not using a blood sample as in a conventional machine, but with oxygen gas (O₂) from the respiratory system. The gas will be detected by the gas sensor. The

results of reading data from the PaO₂ measurement are sent to the microcontroller for the COVID-19 identification process through PaO₂ levels. The data is sent to Blynk via the IoT cloud for display. The data displayed by Blynk is in the form of levels of PaO₂, P/F ratio, and COVID-19 identification in written form according to predetermined conditions.

Keywords: *Respiratory, COVID-19, SPO₂, P/F ratio, and PaO₂*

I. PENDAHULUAN

Corona virus pertama kali terdeteksi di kota wuhan, Tiongkok, pada bulan Desember 2019[1]. Wabah virus COVID-19 adalah penyakit yang menyerang pada bagian saluran pernapasan manusia, penyakit ini mudah menular dengan cepat. Infeksi COVID-19 dapat menyebabkan gejala ISPA ringan sampai ISPA berat[2].

Untuk saat ini, banyak cara telah dilakukan untuk mengatasi virus Corona, salah satu cara adalah terapi oksigen pada paru-paru, namun ad acara lain untuk menanggulangi wabah virus Corona, salah satunya membuat alat bantu pernafasan yaitu berupa ventilator untuk pasien Covid-19 yang mengalami kesulitan bernafas pada gejala ISPA berat.

Pada penelitian ini, dilakukan untuk merancang alat ukur PaO₂, SpO₂, rasio P/F menggunakan sensor Luminox dan sensor MAX 30102. Pekerjaan pembuatan perancangan alat ukur dalam Tugas Akhir ini merupakan pekerjaan individual. Sensor Luminox akan mendeteksi tekanan udara pada bagian masker oksigen pasien dan pipa tubing. Sedangkan untuk sensor MAX 30102 akan mengukur nilai satu rasi oksigen pasien.

Dari hasil perancangan alat ukur dan desain yang telah dibuat, dapat dilakukan percobaan dengan hasil yang baik, sehingga alat dapat mengukur PaO_2 , SpO_2 , rasio P/F sesuai dengan tujuan rancangan penulis.

II. KAJIAN TEORI

a. Kondisi Pasien Yang Mengalami Gejala Kasus COVID-19

COVID-19 dapat menimbulkan gejala ringan, sedang, atau berat. Gejala utama muncul yaitu demam (suhu $> 38^\circ C$), batuk, dan kesulitan bernapas. Selain itu gejala dapat disertai dengan sesak napas, memberat, fatigue, mialgia, gejala gastrointestinal seperti diare dan gejala saluran napas lain. Pasien yang mengalami gejala berat secara cepat akan mengalami ARDS, syok septik, asidosis, metabolic yang sulit dikoreksi dan pendaharan atau disfungsi sistem koagulasi dalam beberapa hari [2].

Berikut kondisi pasien yang mengalami gejala kasus COVID-19:

- **Pneumonia Ringan**

Gejala umum seperti demam, batuk, dan sesak napas. Namun tidak ada tanda gejala pneumonia berat. Pada anak-anak hanya ditandai dengan gejala batuk atau susah bernapas atau tampak sesak napas yang disertai napas cepat.

- **Pneumonia Berat**

Gejala awal pasien mengalami demam atau infeksi saluran napas. Untuk pasien dewasa akan mengalami takipnea (frekuensi napas : $> 30x$ /menit), distress pernapasan berat atau saturasi oksigen pasien $< 90\%$ udara luar [2].

2.2 PaO_2

PaO_2 adalah ukuran tekanan parsial yang dihasilkan oleh sejumlah oksigen yang terlarut dalam plasma. Nilai ini menunjukkan kemampuan paru-paru dalam menyediakan oksigen bagi darah [5]. Berikut

- Nilai normal (suhu kamar, tergantung umur) : 75-100 mmHg
- SI : 10-13,3 kPa

2.3 SpO_2

SpO_2 adalah presentase hemoglobin oksigen (hemoglobin yang mengandung oksigen) dibandingkan dengan jumlah hemoglobin dalam darah (oksigen dan hemoglobin non-oksigen). Hemoglobin adalah protein yang membawa oksigen dalam darah [5]. Berikut hasil presentasi saturasi oksigen (SpO_2) yang terikat pada hemoglobin.

- Nilai Normal : 95-99% O_2

2.4 Hubungan Antara PaO_2 dan SpO_2 dengan penyakit ISPA

ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) adalah penyakit infeksi di saluran pernapasan yang dapat menimbulkan gejala seperti batuk, pilek, disertai dengan demam, setelah gejala awal ISPA akan menimbulkan peradangan pada saluran pernapasan, mulai dari hidung hingga paru-paru [6]. PaO_2 dan SpO_2 merupakan parameter atau variabel untuk menentukan tingkat kesembuhan penyakit ISPA ringan atau ISPA berat

2.5 Optical Gas Sensor

Sensor oksigen optik merupakan rangkaian sensor oksigen yang dikalibrasi pabrik yang mengukur tingkat oksigen sekitar menggunakan prinsip pendinginan fluoresensi oleh oksigen [7]. Sensor oksigen optik juga berkomunikasi langsung dengan ke USART sehingga pelanggan tidak diperlukan sirkuit pengkondisian sinyal. Output 9 USART memungkinkan sensor untuk mengkomunikasikan nilai O_2 %, PPO_2 , tekanan barometric, suhu, internal dan status sensor [7].

2.6 Blynk

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, dan sejenisnya melalui internet, Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain [8]. Aplikasi Blynk terdapat tiga komponen pada platform ini ;

- Blynk App Hal ini memungkinkan anda untuk membuat interface untuk project anda dengan menggunakan berbagai widget yang disediakan
- Blynk Server Blynk Server bertanggung jawab untuk semua komunikasi antara smartphone dan perangkat keras. Anda dapat menggunakan Blynk Cloud atau menjalankan Blynk Personal Server anda secara lokal, karena opensource, Blynk dapat menangani ribuan perangkat dan bahkan dapat diluncurkan pada Raspberry Pi.
- Blynk Libraries Memungkinkan komunikasi, untuk semua platform perangkat keras yang populer, dengan server dan memproses semua perintah masuk dan keluar. Ketika seseorang menekan tombol di aplikasi Blynk yaitu data akan pindah ke Blynk Cloud, sehingga data akan menemukan jalannya ke perangkat keras yang telah terinstal

III. METODE

3.1.1 Target Sistem

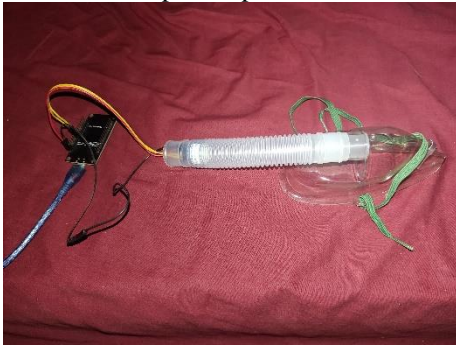
Target sistem yang akan dirancang pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sistem dapat memberikan informasi kadar oksigen PPO_2 , barometric pressure, dan temperature sensor melalui LCD pada Blynk dengan

tepat.

3.1.2 Desain Perangkat Keras

Berikut adalah komponen-komponen yang digunakan :

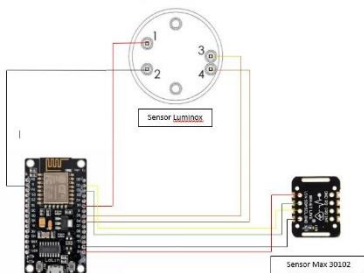
1. Sensor luminox, satu buah
2. Sensor MAX 30102, satu buah
3. Microcontroller ESP 8266, satu buah
4. Tubing serasi pernapasan, satu buah
5. Masker nebulizer, satu buah
6. Kabel Jumper, empat buah



Gambar 1 Desain Perangkat Keras

3.1.2. Perancangan Perangkat Keras

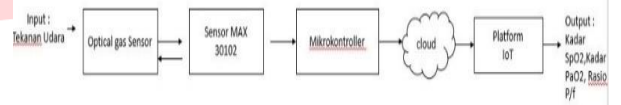
Perancangan umum sistem menjelaskan tentang perancangan alat pada penelitian tugas akhir ini, seperti perancangan hardware dan software. Pada tahap awal, pasien akan diminta untuk meniupkan udara dari pernafasannya ke masker atau selang sekali pakai. Udara dari nafas pasien akan dialirkan ke sensor. Adapun sensor yang digunakan untuk perangkat ini adalah optical gas sensor dari Luminox, yang dapat mempunyai kelebihan langsung mengukur PPO₂, barometric pressure dan temperature gas respiratori. Mikrokontroller akan membaca data dari sensor melalui interface UART. Selanjutnya hasil dari pembacaan data akan ditampilkan melalui interface Blynk. Penelitian Tugas Akhir ini menggunakan IoT ber-platform Blynk untuk melihat dan menampilkan hasil pembacaan kadar oksigen PPO₂, barometric pressure, temperature sensor dari optical gas sensor.



Gambar 2 Rancangan Keseluruhan Alat

3.1.3. Blok Diagram

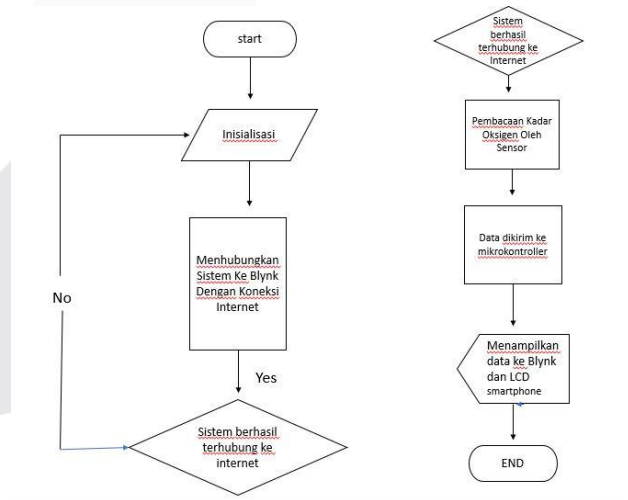
Pada tugas akhir ini, Perancangan sistem dalam penelitian ini akan di lakukan apabila seluruh kebutuhan yang di perlukan sudah memenuhi. Ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Blok Diagram

3.2 Flowchart

Untuk memperjelas kerangka kerja perancangan, berikut adalah bentuk diagram alir dari rancangan ini.



Gambar 4 Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.1 Pengujian Sensor

Kalibrasi bertujuan untuk mengecek dan mengukur akurasi sensor yang digunakan dengan

cara membandingkannya dengan sensor Pulse Oxymeter. Sensor yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah sensor Luminox dan sensor MAX 30102. Luminox digunakan untuk mengukur tekanan barometrik, tekanan parsial oksigen dengan mendeteksi kadar oksigen yang masuk kedalam tubuh. Sedangkan sensor MAX 30102 digunakan untuk mengukur saturasi oksigen dengan mendeteksi kadar oksigen dalam darah.

4.1.2. Kalibrasi Sensor Luminox Dengan Manometer
Tujuan kalibrasi sensor Luminox dibandingkan

Sensor Max 30102 (%)	Pulse oximeter (%)	Persentasi Error (%)
90	96	5,26
94	95	1,05
92	96	3,15
95	92	0
94	97	1,05
90	96	5,26
83 (kPa)	96(kPa)	12,63
80	95	15,78
86	98	12,63
86	96	10,52
11,7	4,91	0,17
11,7	5,75	0,17
11,75	5,46	0,175
11,71	4,91	0,171
11,73	5,49	0,173
11,75	4,85	0,175
11,72	4,72	0,172
11,85	4,28	0,185

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.1 yang didapat untuk rata-rata nilai error sensor yaitu sebesar 0,173% dan untuk akurasinya bernilai 99,82% sehingga sensor dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan nilai yang telah di tentukan oleh badan Kesehatan Desain Perangkat Keras

Tabel 1 Nilai rata-rata pengukuran PaO2 sensor Luminox

4.1.3. Kalibrasi Sensor MAX 30102 dengan Pulseoxymeter

Untuk mendapatkan nilai error dan akurasi dari sensor Max 30102, dilakukan uji coba dengan cara membandingkan sensor MAX 30102 dengan Pulseoxymeter.

Berikut adalah data nilai error dan akurasi hasil pengujian kalibrasi sensor MAX 30102 dengan Pulse Oxymeter yang diambil selama durasi 1 menit.

dengan alat ukur manometer untuk mengetahui nilai error dan nilai akurasi pembacaan nilai PaO2 melalui hasil dari Barometric Pressure pada sensor Luminox. Proses kalibrasi dilakukan dengan melakukan pengujian 10 kali selama 1 menit.

$$Error = \left(\frac{Nilai Pengujian - nilai Teoritis}{Nilai Teoritis} \right) \times 100$$

$$Akurasi = 100 - Error$$

$$Error = \left(\frac{Nilai Pengujian - Nilai Teoritis}{Nilai teoritis} \right) \times 100$$

$$Akurasi = 100 - Error$$

Tabel 2 Nilai rata-rata pengukuran SpO2 sensor MAX 30102

Dari hasil pengujian yang didapat untuk rata rata nilai error sensor yaitu sebesar 6,31% dan untuk akurasinya bernilai 93,7% tidak memenuhi standar BPFK yaitu akurasinya harus bernilai lebih dari 95% atau dengan error kurang dari 5%. Penyebab tidak tercapainya akurasi kemungkinan adanya gangguan faktor lain pada saat pengujian pembacaan sensor.

4.1.4 Pengujian Alat

Hasil percobaan ini bertujuan untuk mengetahui alat dari rancangan sesuai dengan tujuan yang telah di rencanakan. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari alat, dilakukan uji coba sebanyak 10 kali

Berikut adalah hasil dari pengujian alat dengan cara pasien diminta untuk meniupkan pernafasan pada selang masker, dengan catatan jika tidak terbaca maka dilakukan pengambilan pengulangan data.

Tabel 3 Pengujian Alat

PaO2 (mmHg)	PaO2 (kPa)	SPO2 (%)	P/F (mmHg)
87,43	11,73	90	416,3
87,27	11,71	94	415,57
87,11	11,7	92	414,80
87,11	11,7	95	414,80
87,59	11,75	94	417,09
87,27	11,71	90	415,57
87,43	11,73	83	416,3
87,6	11,75	80	417,4
87,32	11,72	86	415,8
88,31	11,85	86	420,5

Pada Tabel 4.3 adalah nilai keseluruhan yang didapatkan dari pengujian alat ini, dimana hasil nilai Barometric Pressure (BP) pada sensor Luminox dibagi sebesar 1,333, setelah di bagi nilai Barometric Pressure

(BP) dimasukkan kedalam nilai perhitungan yang telah ditentukan untuk mendapatkan nilai PaO₂, berikut perhitungan untuk menentukan nilai PaO₂;

$$PaO_2 = FiO_2(BP - 47) - \frac{1}{R}(PaCO_2) \quad (1)$$

Dimana tekanan parsial oksigen alveolar (PAO₂) di penghalang alveolikapiler dipermukaan laut dihitung berdasarkan fraksi oksigen inspirasi (FiO₂). Pada umumnya kadar fraksi oksigen (FiO₂) permukaan laut sekitar 21%, untuk nilai Barometric Pressure (BP) didapatkan melalui hasil pembacaan dari sensor Luminos lalu nilai Barometric Pressure (BP) dibagi dengan 1,333 terlebih dahulu. Untuk nilai R adalah rasio pertukaran pernapasan dan nilai ini sama dengan 0,8 sebagian besar waktu dan angka 47 merupakan tekanan uap air pada suhu tubuh normal (37°C). Penurunan tekanan oksigen dari saluran udara bagian atas ke alveolus hampir semuanya disebabkan oleh tekanan alveolar karbon dioksida (PACO₂), untuk nilai (PACO₂) dalam kisaran 40mmHg.

Untuk menentukan nilai rasio P/F hasil dari PaO₂ dibagi dengan nilai fraksi oksigen (FiO₂) yang telah ditentukan, berikut adalah rumus perhitungan rasio P/F dan keterangan rumus perhitungan tersebut;

Keterangan :

PaO₂: Tekanan Parsial Arteri

FiO₂: Fraksi Oksigen

$$\frac{PaO_2}{FiO_2}$$

Setelah dapat menentukan nilai rasio P/F maka dapat ditentukan kondisi rasio P/F pasien berdasarkan hasil perhitungan rasio P/F tersebut. Berikut adalah keterangan nilai angka rasio P/F sesuai kondisi yang telah ditentukan pada alat;

1. Jika output alat menunjukkan angka rasio P/F ≥ 300 mmHg, maka alat akan mengidentifikasi suatu kondisi dan menampilkan pada LCD Blynk berupa tulisan Tidak Ada ARDS.

2. Jika output alat menunjukkan angka rasio P/F ≥ 200 mmHg ≤ 300 mmHg, maka alat akan mengidentifikasi suatu kondisi dan menampilkan pada LCD Blynk berupa tulisan ARDS ringan.

3. Jika output alat menunjukkan angka rasio P/F ≥ 100 mmHg ≤ 200 , maka alat akan mengidentifikasi suatu kondisi dan akan menampilkan pada LCD Blynk berupa tulisan ARDS sedang. Keterangan : PaO₂ : Tekanan Parsial Arteri FiO₂ : Fraksi Oksigen 24

4. Jika output alat menunjukkan angka rasio P/F ≤ 100 mmHg, maka alat akan mengidentifikasi suatu kondisi dan akan menampilkan pada LCD Blynk berupa tulisan ARDS berat.

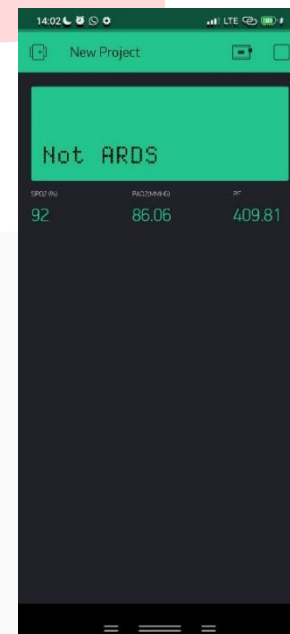
5. Jika output alat menunjukkan tulisan "Data Kosong", alat tidak dapat membaca data pernapasan maka

dilakukan percobaan ulang.

4.1.5 Pengujian Perangkat Lunak

Platform Blynk digunakan untuk menampilkan hasil data pembacaan kadar oksigen pada LCD Blynk sesuai dengan perintah yang telah di tentukan. LCD pada Blynk akan langsung menyesuaikan kondisi kadar oksigen pasien. Selain itu Blynk akan menampilkan kondisi rasio fraksi oksigen pada smartphone. Untuk menampilkan pada smartphone, Blynk akan mengambil sesuai data dari hasil pembacaan kadar oksigen yang tersimpan di cloud.

Pengujian dilakukan dengan membuka aplikasi pada smartphone dan membutuhkan koneksi internet. Hasil akan dilihat pada tampilan aplikasi Blynk, berikut tampilan aplikasi Blynk pada smarphone.



Gambar 5 Tampilan aplikasi Blynk

Hasil dari pembukaan aplikasi Blynk dengan koneksi internet menunjukkan bahwa aplikasi akan langsung dapat mengakses data yang diperoleh dari microcontroller dan dapat di tampilkan pada layer smartphone sesuai dengan perintah yang telah di tentukan

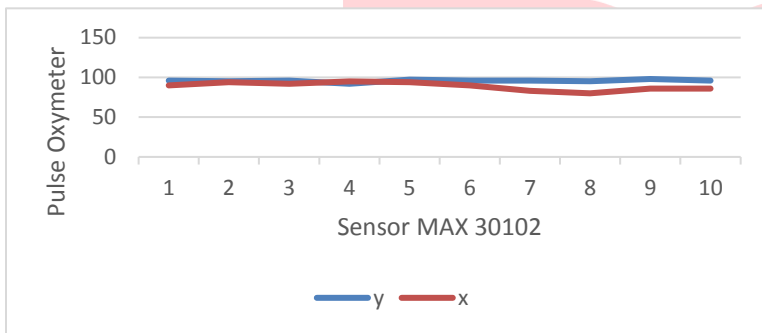
Hasil dari data pengujian alat sebanyak 10 kali pengambilan data ,100% 10 data dapat terkirim ke aplikasi Blynk dan dapat di tampilkan tanpa adanya gangguan.

4.2 Analisis

Kadar oksigen pernapasan yang masuk kedalam selang masker akan dideteksi oleh sensor Luminos, selanjutnya sensor Luminos akan mengolah data kadar oksigen pernapasan. Ketika nilai rasio kadar oksigen pernapasan pada alat menunjukkan angka diatas 300 mmHg, maka kondisi pasien pasien bisa dinyatakan

tidak ada mengalami gangguan pada pernapasannya. Jika nilai rasio kadar oksigen pernapasan pada alat menunjukkan angka diatas 200 mmHg sampai di bawah 300 mmHg, maka kondisi pernapasan pasien bisa dinyatakan memiliki gangguan pernapasan ringan. Jika nilai rasio kadar oksigen pernapasan pada alat menunjukkan angka diatas 100 mmHg sampai 200 mmH, maka kondisi pernapasan pasien bisa dinyatakan memiliki gangguan pernapasan sedang. Jika nilai rasio kadar oksigen pernapasan pada alat menunjukkan angkat dibawah 100 mmHg, maka kondisi pernapasan pasien bisa dinyatakan memiliki gangguan pernapasan berat

4.3 Analisis Sensor MAX dengan Pulseoxymeter



Gambar 6 Grafik total saturasi oksigen

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa Pulseoxymeter cenderung lebih stabil dalam mengukur kadar saturasi oksigen, sedangkan untuk sensor MAX 30102 cenderung tidak stabil dalam mengukur kadar saturasi oksigen. Untuk nilai kadar saturasi oksigen maksimum yang diperoleh Pulseoxymeter adalah sebesar 98, sedangkan untuk nilai kadar saturasi oksigen maksimum yang diperoleh sensor MAX 30102 adalah sebesar 95%.

4.4 Analisi Manometer dengan Sensor Luminox

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.4 nilai maksimum alat ukur Manometer dalam mengukur tekanan udara adalah sebesar 8,32 kPa, sedangkan untuk sensor Luminox nilai maksimum dalam mengukur tekanan udara adalah sebesar 11,85 kPa

Tabel 4 Pengukuran PaO2 pada sensor Luminox

Sensor Luminox PaO ₂ (kPa)	Manometer (kPa)
11,73	8,32
11,71	5,62
11,7	4,91

11,7	5,75
11,75	5,46
11,71	4,91
11,73	5,49
11,75	4,85
11,72	4,72
11,85	4,28

V. KESIMPULAN

5.1Kesimpulan

Dari hasil analisis rancangan alat, dapat disimpulkan bahwa :

- 1.Rancangan ini dapat mengukur hasil rasio fraksi oksigen pasien dan dapat di tampilkan pada aplikasi Blynk dan pada layar smartphone, sehingga dapat membantu tenaga medis dalam memonitoring kondisi oksigen pasien.
2. Rancangan ini dapat mengukur rasio fraksi oksigen pasien berdasarkan dari nilai tekanan udara disekitar ruangan.
3. Pada pengujian ini alat mendapatkan nilai akurasi PaO₂ sebesar 99,82 %, sedangkan untuk nilai akurasi SPO₂ sebesar 93,7%, maka alat berfungsi cukup baik.

REFRENSI

[1] S. Al-fatih and F. I. Aulia, “Tanggung Jawab Negara Dalam Kasus COVID-19 Sebagai (The State ’ s Responsibility in the Case of COVID-19 As a Realization of the Protection of Human Rights),” *J. HAM*, vol. 12, no. 3, pp. 349–366, 2021.

[2] Kemenkes RI, “Pedoman Tatalaksana Klinis Infeksi Saluran Pernapasan Akut Berat Suspek Middle East Respiratory Syndrome-Corona Virus (Mers-Cov),” *Who*, pp. 1–18, 2017, [Online]. Available: <http://p2ptm.kemkes.go.id/uploads/2016/10/Pedoman-Tatalaksana-Klinis-Infeksi-Saluran-Pernapasan-Akut-Berat-Suspek.pdf>.

[3] N. Lam, S. N. Muravez, and R. W. Boyce, *A comparison of the Indian Health Service counseling technique with traditional, lecture-style counseling*, vol. 55, no. 5. 2015.

[4] A. S. Utomo, E. H. P. Negoro, and M. Sofie, “Monitoring Heart Rate Dan Saturasi Oksigen Melalui Smartphone,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 319–324, 2019, doi: 10.24176/simet.v10i1.3024.

[5] P. Manokharan, “Analisis Gas Darah dan Aplikasinya di Klinik,” *J. Univ. Udayana*, no. 1302006291, pp. 1–11, 2017, [Online].

Available:

https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/ff76a052cc9d611d598a2b4380afb62c.pdf.

6] P. Dongky and K. Kadrianti, "Faktor Risiko Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Ispa Balita Di Kelurahan Takatidung Polewali Mandar," *Unnes J. Public Heal.*, vol. 5, no. 4, p. 324, 2016, doi: 10.15294/ujph.v5i4.13962.

[7] SST, "LuminOx O 2 Sensors Luminescence - based Optical Flow - Through Series," pp. 2-3.

[8] I. Kurniawan, "Sistem Pengendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk dan NodeMCU ESP8266," *Yogyakarta*, pp. 3-8, 2017, [Online]. Available: <http://eprints.akakom.ac.id/4894/>.

[9] Y. Perwej, M. K. Omer, O. E. Sheta, H. A. M. Harb, and M. S. Adrees, "The Future of Internet of Things (IoT) and Its Empowering Technology The Future of Internet of Things (IoT) and Its Empowering Technology," *Int. J. Eng. Sci. Comput.*, vol. 9, no. 3, pp. 1-13, 2019.