

PENGUKUR KEJENUHAN OKSIGEN DALAM DARAH BERBASIS ANDROID

Elfirza Rosiana¹, Seflahir Dinata², Rivaldy Cahya Saputra³

^{1,2,3}Program Studi Teknik elektro, Universitas Pamulang
^{1,2,3}Jln. Puspiptek Raya No. 46 Buaran, Setu-Tangerang Selatan,, Banten, 15310

¹*dosen00689@unpam.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 20-11-2020
revisi : 11-12-2020
diterima : 12-05-2021
dipublish : 17-05-2021

ABSTRAK

Penyakit Coronavirus 2019 (COVID-19) adalah keadaan darurat kesehatan masyarakat. Beberapa pasien mungkin hadir dengan happy hipoksia, suatu kondisi dimana pasien memiliki saturasi oksigen rendah (SpO₂ <90%), tetapi tidak mengalami gangguan pernapasan yang signifikan dan seringkali tampak baik secara klinis. Ketersediaan alat pengukur kejenuhan oksigen dalam darah menjadi hal penting yang harus dimiliki masyarakat dan pusat kesehatan masyarakat. Hasil pengukuran yang dapat dikirim ke petugas kesehatan atau dokter secara langsung menjadi keharusan sebagai tindakan *preventif*. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pengukuran kejenuhan oksigen dalam darah (oksimeter) *non-invasive* dengan metode fotopletismografi berbasis android. Metodologi penelitian ini memanfaatkan sensor oximetry, data tegangan dari sensor dikirimkan ke arduino dan raspberry untuk diproses sehingga menghasilkan nilai SpO₂ dan detak jantung. Hasil analisa alat *pulse oximetry* yang telah dibuat menunjukkan hasil yang baik dengan perolehan akurasi sebesar 98.62% dan *error* rata-rata sebesar 1.378% untuk pengukuran SpO₂. Pengukuran detak jantung pada alat ini memiliki *error* rata-rata sebesar 2.34%. Hasil pengukuran dapat dikirimkan secara jarak jauh melalui android dengan memanfaatkan aplikasi Blynk.

Kata kunci : oximeter; detak jantung; non-invasive; SpO₂; Android

ABSTRACT

Saturated Oxygen Measurement In Blood With Android Based. *Coronavirus disease 2019 (COVID-19) is a public health emergency. Some patients may present with happy hypoxia, a condition in which the patient has low oxygen saturation (SpO₂ <90%), but does not experience significant respiratory distress and often looks good clinically. The availability of a measuring device for oxygen saturation in the blood is an important thing that people and community health centers must have. Measurement results that can be sent directly to health workers or doctors are imperative as a preventive measure. This study aims to develop a non-invasive measurement system for oxygen saturation in the blood (oximeter) using the Android-based photoplethysmography method. This research methodology utilizes sensor oximetry, the voltage data from the sensor is sent to Arduino and Raspberry to be processed to produce SpO₂ and heart rate. The analysis results of the pulse oximetry tool that have been made show good results with an accuracy of 98.62% and an average error of 98.62%. 1.378% for SpO₂ measurement. The measurement of the heart rate on this tool has an average error of 2.34%. Measurement results can be sent remotely via Android by using the Blynk application.*

Keywords : oximeter; heart rate; non-invasive; SpO₂; android

PENDAHULUAN

Penyakit Coronavirus 2019 (COVID-19) adalah keadaan darurat kesehatan masyarakat internasional, kekhawatiran dengan meningkatnya kasus secara global, termasuk di Indonesia. Manifestasi klinis COVID-19 mulai dari asimtomatik, penyakit pernafasan akut, gagal pernafasan yang memerlukan ventilasi mekanis dan dukungan diunit perawatan intensif (ICU). Beberapa pasien mungkin hadir dengan happy hipoksia, suatu kondisi dimana pasien memiliki saturasi oksigen rendah (SpO₂ <90%), tetapi tidak mengalami gangguan pernafasan yang signifikan dan seringkali tampak baik secara klinis (Widysanto et al., 2020).

Disosiasi yang luar biasa antara kegagalan pernafasan hipoksemik yang parah dan pasien yang secara klinis sering

terlihat baik-baik saja. Harus mendorong dokter dan petugas kesehatan tidak hanya bergantung pada kondisi pasien yang terlihat tetapi juga memantau laju pernafasan, tanda-tanda hiperventilasi, saturasi oksigen, dan pengukuran invasif. Hipoksemia pada interval waktu yang teratur (Dhont et al., 2020).

Masyarakat yang terjangkit COVID-19 tanpa gejala banyak yang memilih mengisolasi diri di rumah tanpa pengawasan dokter. Gejala happy hipoksia bisa saja muncul, dimana kadar oksigen dalam darah berkurang tanpa disadari oleh pasien. Jika tubuh manusia kekurangan oksigen, maka akan menimbulkan penyakit dan gangguan fungsi kerja tubuh yang lain dan akhirnya menimbulkan resiko kematian. Kadar oksigen yang terikat dalam darah menjadi sangat penting sebagai salah satu

pertimbangan klinis pada pasien (Salamah, 2016).

Pengukuran kadar oksigen dalam darah seharusnya dilakukan secara rutin, minimal sehari dua kali bagi pasien COVID-19 untuk mendeteksi happy hipoksia. Ketersediaan alat pengukur kejenuhan oksigen dalam darah menjadi hal penting yang harus dimiliki masyarakat dan pusat kesehatan masyarakat. Hasil pengukuran yang dapat dikirim ke petugas kesehatan atau dokter secara langsung menjadi keharusan sebagai tindakan *preventif*. Penelitian sebelumnya sudah berhasil membaca kadar kejenuhan oksigen dalam darah, tetapi datanya belum bisa dibaca dari jarak jauh.

Melihat pentingnya hal ini, permasalahan yang dapat diangkat adalah kebutuhan alat untuk mendeteksi kondisi pasien dengan cepat dan akurat sangat dibutuhkan yaitu suatu alat yang dapat mengukur saturasi oksigen dalam darah secara *non-invasive* menggunakan metode fotoplestismografi dan data dapat dikirim secara jarak jauh, Permasalahan lain yang timbul adalah peralatan yang cukup terstandar dan terjangkau serta tersedia di Pusat Kesehatan Masyarakat, dirumah atau diklinik mandiri masih relatif terbatas. Mempertimbangkan hal ini, maka tujuan penelitian ini adalah pengembangan sistem pengukuran kejenuhan oksigen dalam darah (oksimeter) dengan metode fotoplestismografi berbasis android.

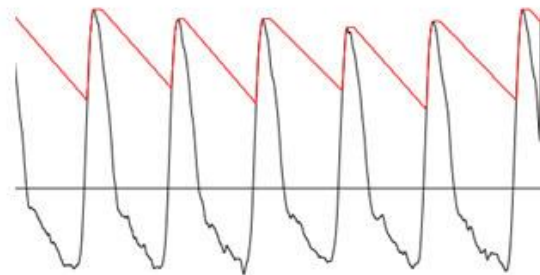
TEORI

Fotoplestismografi

Fotoplestismografi adalah salah satu instrument pengukuran yang digunakan di bidang medis untuk mengetahui aktivitas

pemompaan darah oleh jantung melalui metode penyerapan cahaya atau fotoelektrik (Hadiyoso et al., 2015). Fotoplestismografi dihasilkan dari perubahan volume darah yang terkandung dalam organ atau jaringan tubuh tertentu.

Teknik fotoplestismografi dikenal dua macam metode. Pertama metode transmisi, dalam metode ini, sumber cahaya dan sensor cahaya diposisikan saling berhadapan dengan jaringan tubuh yang tipis seperti ujung jari berada ditengahnya, sehingga sensor cahaya menerima cahaya yang melewati ujung jari. Metode kedua refleksi, sumber cahaya dan sensor ditempatkan sejajar dengan jaringan tubuh yang tipis seperti ujung jari berada diatas keduanya, sehingga sensor cahaya menerima cahaya yang terpantul oleh ujung jari (Hadiyoso et al., 2015). Gambar 1 menunjukkan Grafik fotoplestismografi.

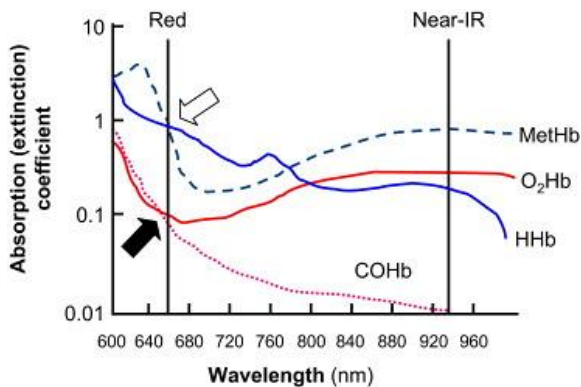


Gambar 1. Grafik Fotoplestismografi
(sumber : author)

Pulse Oximetry

Pulse Oximetry adalah sebuah metode *non-invasive* untuk memonitor oksigen saturasi dalam darah dan detak jantung. Saturasi adalah persentase dari jumlah hemoglobin yang mengikat oksigen dibanding dengan total hemoglobin keseluruhan. Saturasi oksigen dalam darah dinyatakan dalam persentase kejenuhan dari total hemoglobin atau SpO₂ (*Saturated*

Peripheral Oxygen) (Salamah, 2016). Operasi *Pulse Oximetry* didasarkan pada pengukuran penyerapan cahaya merah dan infra merah yang melewati jari atau daun telinga pasien dengan menggunakan sensor cahaya. Hemoglobin yang mengangkut oksigen (*oxy-hemoglobin*) menyerap panjang gelombang cahaya inframerah (800-940 nm) dan hemoglobin yang tidak mengangkut oksigen (*deoksi-hemoglobin*) menyerap panjang gelombang cahaya merah yang terlihat (600-700 nm) (Matviyenko, 2010). Cahaya merah dan inframerah yang ditangkap mengalami pengurangan intensitas cahaya yang berbeda. Pengurangan dan absorpsi intensitas cahaya tersebut dibandingkan dan diolah agar diperoleh nilai presentasi saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung.



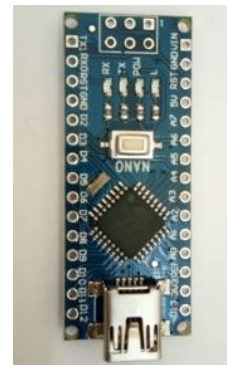
Gambar 2. Grafik absorpsi cahaya oleh Hemoglobin. (Chan et al., 2013)

Tabel 1. SpO2 dan kategori hipoksemia (Jahan et al., 2014)

SpO2 (%)	Keterangan
95-100	Normal
91-94	Hipoksemia Ringan
86-90	Hipoksemia Sedang
<85	Hipoksemia Berat

Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega328P. Arduino Nano memiliki 14 pin *input/output* (I/O) digital dengan keenam I/O-nya dapat berfungsi sebagai *Pulse Width Modulation* (PWM), 6 *analog input*, koneksi USB, ICSP *header* dan tombol *reset*. Arduino nano bekerja pada tegangan 5 Volt, jadi bisa langsung dihubungkan dengan komputer. *Modul hardware* Arduino diciptakan oleh Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David A. Mellis dan Nicholas Zambetti di Ivrea, Italia pada tahun 2005. (Jazi, 2014).

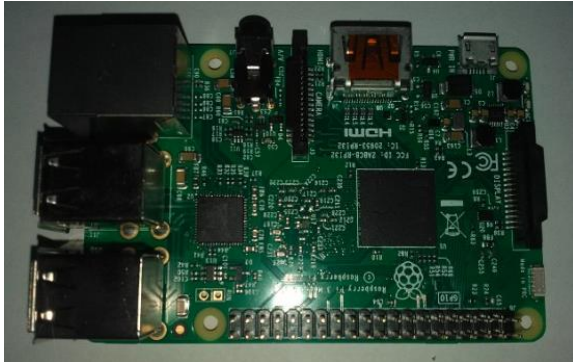


Gambar 3. Arduino Nano (sumber : author)

Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah sebuah komputer papan tunggal (*Single Board Computer*) yang berukuran kecil hampir menyamai ukuran kartu kredit. Raspberry pi dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, memutar audio dan video serta dapat berinteraksi dengan peralatan masukan dan keluaran melalui *port-port* GPIO (*General Purpose Input Output*). Raspberry Pi dibuat dan dikembangkan oleh sebuah yayasan nirlaba bernama *Raspberry Pi Foundation* dari

Universitas Cambridge, Inggris (Bakhri et al., 2020).



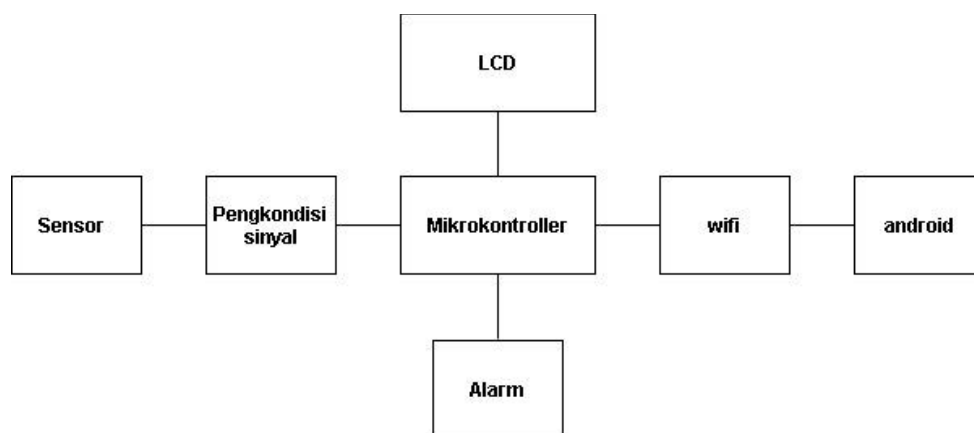
Gambar 4. Raspberry Pi 3
(sumber : author)

METODOLOGI

Alat *pulse oximetry* yang dibuat dalam penelitian ini dirancang dengan diagram blok yang ditunjukkan oleh gambar 5. Sensor *oximetry* IC MAX30100 diletakkan pada ujung jari. Cara kerja sensor yaitu memancarkan cahaya merah dan inframerah secara bergantian, lalu cahaya yang mengenai ujung jari sebagian diserap dan dipantulkan kembali. Cahaya yang terpantul ditangkap oleh fotodiode sehingga menimbulkan tegangan pada fotodiode dan tegangan tersebut diteruskan ke pengkondisi sinyal yang sudah terintegrasi

dalam IC MAX30100. Sinyal yang berasal dari modul sensor MAX30100 diteruskan ke Arduino Nano menggunakan protokol komunikasi serial I2C (*Inter integrated circuit*). Data yang diterima Arduino, dikirimkan ke Raspberry Pi melalui jalur komunikasi USB (*Universal Serial Bus*). Data yang dikirimkan oleh Arduino berupa nilai tegangan dari hasil penerimaan cahaya merah dan inframerah yang diterima oleh IC MAX30100. Data tegangan pada Raspberry dimasukkan ke rumus SpO₂ dan detak jantung, sehingga menghasilkan presentasi saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung. Nilai presentasi tersebut ditampilkan pada LCD beserta grafik penerimaan sinyal dari komponen cahaya merah dan inframerah. Diagram alir cara kerja alat dapat dilihat pada gambar 6.

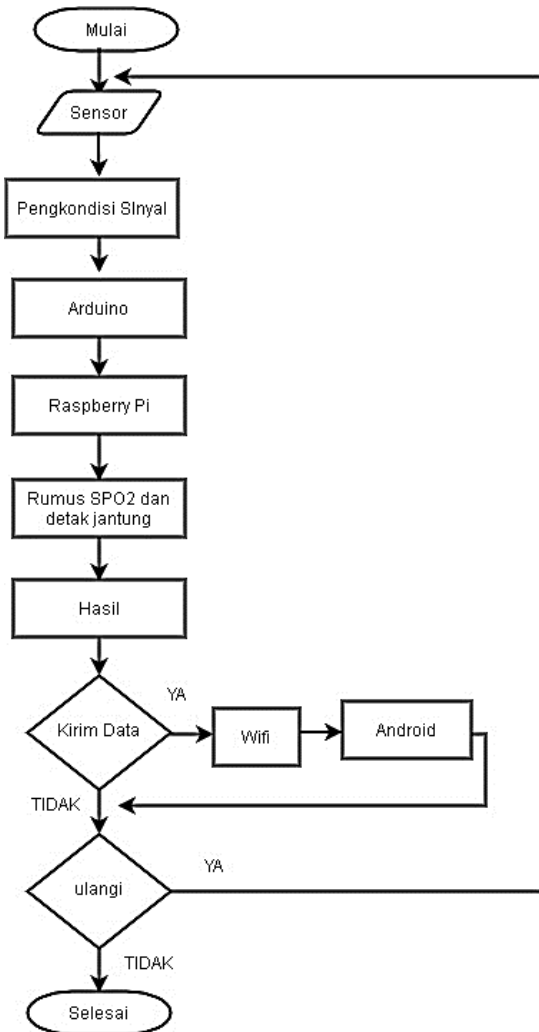
Hasil pembacaan *pulse oximetry* dapat dikirimkan ke *handphone* yang memiliki sistem operasi android selama alat tersambung ke dalam jaringan internet. aplikasi yang digunakan adalah blink. pada penelitian ini dilengkapi dengan alarm. Jika hasil pengukuran kadar oksigen dalam darah berada dibawah 95% maka alarm akan berbunyi.



Gambar 5. Diagram blok alat.

Alat *Pulse Oximetry* yang dibuat pada penelitian ini diuji dengan cara dibandingkan dengan alat *Pulse Oximetry* yang telah terstandar dan terkalibrasi sehingga meminimalisasi kesalahan pengukuran yang terjadi.

dibandingkan dengan alat ukur SpO2 yang standar dan terkalibrasi, sehingga bisa diperoleh persentase kesalahannya. Hasil pengukuran bisa di akses secara jarak jauh melalui android. Aplikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah Blynk.



Gambar 6. Diagram alir cara kerja alat.

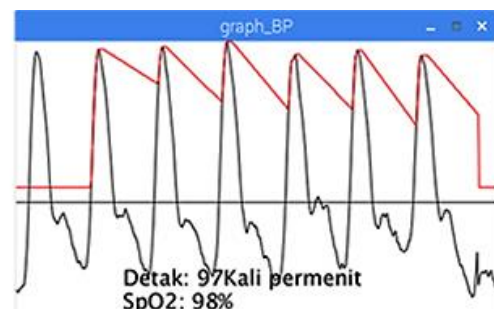
Metode pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara mengambil nilai persentase kejenuhan oksigen dalam darah (SpO2), detak jantung dan menampilkan grafik hasil tegangan yang mengalami kenaikan serta penurunan yang disebabkan oleh denyutan nadi. Data yang telah diperoleh lalu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan kepada sepuluh orang relawan. Data yang di ambil adalah persentase SpO2 dan detak jantung. Data diperoleh dari alat penelitian yang dibuat dan alat pembanding (alat pembanding yang digunakan disini adalah oximeter merek Bionet tipe Oxy9wave). Data yang ada lalu dibandingkan untuk melihat seberapa besar keakurasian dan kelayakan alat yang dibuat.



Gambar 7. Pembacaan alat pembanding



Gambar 8. Pembacaan alat *pulse oximetry*.

Gambar 8 adalah hasil pembacaan data alat *pulse oximetry* yang telah dibuat, grafik menunjukkan absorpsi cahaya merah dan inframerah terhadap arteri. Hasil pembacaan dari sensor lalu di proses sehingga menghasilkan nilai persentase dari

saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung.

Tabel 2. Hasil Pengambilan Data SpO2

No	Nama	Rata-rata SpO2 Alat (%)	Rata-rata SpO2 Pembanding (%)	Error (%)
1	Relawan 1	96.4	98	1.83
2	Relawan 2	96	96.8	1.63
3	Relawan 3	96	97.2	0.82
4	Relawan 4	96.2	98	1.23
5	Relawan 5	98.86	99.8	1.83
6	Relawan 6	95.2	96.4	0.94
7	Relawan 7	96.58	98.2	1.24
8	Relawan 8	98.21	100	1.64
9	Relawan 9	96.59	97.4	1.79
10	Relawan 10	96.4	98	0.83
Error Rata-rata (%)				1.378

Hasil pengukuran SpO2 pada penelitian ini setelah dibandingkan dengan alat ukur yang sebenarnya memiliki rata-rata kesalahan (*error*) sebesar 1.378% dan akurasi sebesar 98.62%. Alat penelitian yang dibuat layak digunakan karena menurut “Pedoman Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan” Departemen Kesehatan tahun 2011, batas maksimal dalam toleransi kesalahan SpO2 adalah 2 % sedangkan BPM adalah 5 %.

Tabel 3. Hasil Pengambilan BPM atau Detak Jantung

NO	Nama	Rata-rata BPM Alat (%)	Rata-rata BPM Pembanding (%)	Error (%)
1	Relawan 1	77.2	78.2	1.28
2	Relawan 2	92	94.2	2.33
3	Relawan 3	92.2	95.4	3.35
4	Relawan 4	90.2	92.2	2.16
5	Relawan 5	80.8	78.6	2.79
6	Relawan 6	93	95.1	2.2
7	Relawan 7	91.4	93.5	2.24
8	Relawan 8	78.2	79.4	1.51
9	Relawan 9	94.4	96.5	2.17
10	Relawan 10	91.2	88.2	3.4
Error Rata-rata (%)				2.34

Data detak jantung ditunjukkan oleh tabel 3. Hasil perbandingan dengan alat yang dibuat dengan alat yang sudah terkalibrasi menunjukkan *error* rata-rata sebesar 2.34%. *Error* ini masih dibawah standar batas maksimal dalam toleransi kesalahan BPM yaitu 5 %.

Tabel 4. Hasil pengujian pengiriman data

SpO2 Alat (%)	Detak jantung (BPM)	Nilai yang terbaca di Blynk SpO2 Alat (%)	BPM	Keterangan	Alarm
96	78	96	78	Normal	OFF
96	72	96	72	Normal	OFF
97	73	97	73	Normal	OFF
96	83	96	83	Normal	OFF
96	80	96	80	Normal	OFF
93	83	93	83	Normal	OFF
97	90	97	90	Normal	OFF
97	93	97	93	Normal	OFF
97	101	97	101	Normal	OFF
98	93	98	93	Normal	OFF
96	96	96	96	Normal	OFF
96	85	96	85	Normal	OFF
96	87	96	87	Normal	OFF
96	96	96	96	Normal	OFF
96	97	96	97	Normal	OFF
96	87	96	87	Normal	OFF
96	95	96	95	Normal	OFF
96	91	96	91	Normal	OFF
96	88	96	88	Normal	OFF
96	90	96	90	Normal	OFF
96	83	96	83	Normal	OFF
96	85	96	85	Normal	OFF
97	87	97	87	Normal	OFF
96	76	96	76	Normal	OFF
96	73	96	73	Normal	OFF

Pengujian yang selanjutnya adalah melihat hasil pengiriman data di android melalui aplikasi Blynk. Tabel 4 memperlihatkan hasil percobaannya. Menggunakan Aplikasi Blynk. Pengiriman data menggunakan aplikasi ini dinilai baik, karena bisa menampilkan data secara jarak jauh sesuai dengan data yang ditampilkan di alat penelitian, dengan catatan jaringan wifi

harus stabil. Processor Raspberry Pi dinilai sangat membantu karena tidak perlu menambahkan komponen wifi tambahan, jadi alat yang dibuat semakin terjangkau. Penambahan alarm pada alat berhasil dilakukan. Alarm ini berfungsi untuk memberitahu adanya kondisi pasien yang kekurangan oksigen.

KESIMPULAN

Hasil analisa alat *pulse oximetry* yang telah dibuat menunjukkan hasil yang baik dengan perolehan akurasi sebesar 98.62% dan *error* rata-rata sebesar 1.378% untuk pengukuran SpO₂. Pengukuran detak jantung pada alat ini memiliki *error* rata-rata sebesar 2.34%. Hasil pengukuran dapat dikirimkan secara jarak jauh melalui android dengan memanfaatkan aplikasi Blynk. Alat juga sudah dilengkapi dengan alarm tanda kondisi pasien kekurangan oksigen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada LLDIKTI Wilayah IV, LPPM Universitas Pamulang, Program Studi Teknik Elektro Universitas Pamulang dan rekan-rekan dosen yang telah membantu penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhri, S., Rosiana, E., & Saputra, R. C. (2020). Design of Low Cost Pulse Oximetry Based on Raspberry Pi. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1501/1/012003>
- Chan, E. D., Chan, M. M., & Chan, M. M. (2013). Pulse oximetry: Understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. In *Respiratory Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.02>

004

- De Ridder, B., Van Rompaey, B., Kampen, J. K., Haine, S., & Dilles, T. (2018). Smartphone Apps Using Photoplethysmography for Heart Rate Monitoring: Meta-Analysis. *JMIR Cardio*. <https://doi.org/10.2196/cardio.8802>
- Dhont, S., Derom, E., Van Braeckel, E., Depuydt, P., & Lambrecht, B. N. (2020). The pathophysiology of “happy” hypoxemia in COVID-19. In *Respiratory Research*. <https://doi.org/10.1186/s12931-020-01462-5>
- Hadiyoso, S., & Rizal, A. (2015). Instrumentasi Biomedis Berbasis PC. *Gava Media. Yogyakarta*.
- Hoan, N. V., Park, J.-H., Lee, S.-H., & Kwon, K.-R. (2017). Real-time Heart Rate Measurement based on Photoplethysmography using Android Smartphone Camera. *Journal of Korea Multimedia Society*. <https://doi.org/10.9717/kmms.2017.20.2.234>
- Jahan, E., Barua, T., & Salma, U. (2014). An overview on heart rate monitoring and pulse oximeter system. *Int. J. Latest Res. Sci. Technol*, 3(5), 148-152.
- Jazi, I. E. (2014). Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android. CV ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Kurylyak, Y., Lamonaca, F., & Grimaldi, D. (2012). Smartphone-Based Photoplethysmogram Measurement. In *Digital Image and Signal ~ Processing for Measurement Systems*.
- Matviyenko, S. (2010). Pulse oximeter standard, AN2313. *Application Note, Cypress Perform*.
- Pipitprapat, W., Harnchoowong, S.,

- Suchonwanit, P., & Sriphrapadang, C. (2018). The validation of smartphone applications for heart rate measurement. *Annals of Medicine*. <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1531144>
- Salamah, U. (2016). RANCANG BANGUN PULSE OXIMETRY MENGGUNAKAN ARDUINO SEBAGAI DETEKSI KEJENUHAN OKSIGEN DALAM DARAH. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v6n2.p77-82>
- Widysanto, A., Wahyuni, T. D., Simanjuntak, L. H., Sunarso, S., Siahaan, S. S., Haryanto, H., Pandrya, C. O., Aritonang, R. C. A., Sudirman, T., Christina, N. M., Adhiwidjaja, B., Gunawan, C., & Angela, A. (2020). Happy hypoxia in critical COVID-19 patient: A case report in Tangerang, Indonesia. *Physiological Reports*. <https://doi.org/10.14814/phy2.14619>