

## RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DENYUT JANTUNG DAN SATURASI OKSIGEN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK DETEKSI GEJALA SILENT HYPOXIA

Sari Dewi<sup>1</sup>, Sapta Nugraha<sup>2</sup>, Hollanda Arif Kusuma<sup>3</sup>  
190120201064@student.umrah.ac.id

Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

### Abstract

*Coronavirus disease 2019 (COVID 19) is a challenge due to phenomenon it can cause silent hypoxia, where patient with low oxygen saturation but shows no respiration symptoms and no dyspnea. Because patient does not experience any infection symptoms, early detection is required to get medical attention as soon as possible by monitoring the patient's condition in real time with measuring the oxygen saturation level. Pulse oxymetry is a noninvasive and painless test that measure oxygen saturation level in the blood. However some of the existing pulse oximetry are not equipped with communication capabilities and consequently, the continuous monitoring of patient health is restricted. The purpose of this research was to design a tool capable of measuring the IOT-based pulse and oxygen saturation that can be monitored using smartphone/ PC. Display monitoring interface using Ubidot. This system is equipped with a MAX30100 sensor for measuring pulse and oxygen saturation. The results of this study were obtained pulse and oxygen saturation data. This study shows that the device is capable of measuring the pulse value with an average accuracy rate of 99,65 % and measuring oxygen saturation of 99,40 %. The ratio of data transmission to Ubidot in the test was 99,81 %.*

**Keywords:** Monitoring, pulse, Oxygen Saturation, Internet of Things (IoT), Ubidot

### I. Pendahuluan

Pandemi *coronavirus disease 2019 (COVID-19)* yang muncul di akhir Desember 2019 menjadi sebuah krisis global sampai saat ini di berbagai negara termasuk Indonesia. COVID-19 adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)* dapat menimbulkan berbagai gejala, seperti demam, batuk kering, dan kesulitan bernafas. Pada penderita yang paling rentan penyakit ini dapat berujung pada pneumonia dan kegagalan multiorgan. Di sisi lain, ada pula penderita COVID-19 yang tidak merasakan gejala apa pun. Meski terkadang tidak bergejala, ternyata infeksi virus corona bisa saja membuat tubuh penderitanya mengalami penurunan oksigen secara perlahan (Adrian, 2020).

Penurunan kadar saturasi oksigen dalam darah yang tidak diikuti gejala atau keluhan pada organ tubuh lain disebut dengan *silent hypoxia* atau *happy hypoxia*. Pada kasus yang berat, gejala silent hypoxia bisa ditandai dengan kehilangan kesadaran atau bahkan kematian pada pengidapnya. Deteksi dini *silent hypoxia* pada pasien penderita COVID-19 sangat penting untuk dapat mencegah pasien harus diobati dengan prosedur sangat invasif seperti intubasi dan ventilasi mekanis. Prosedur saat ini menghasilkan tingkat kematian 80% untuk pasien penderita COVID-19 (Teo, 2020). Deteksi dini *silent hypoxia* juga tercantum di dalam panduan perawatan untuk pasien COVID-19 yang dikeluarkan

oleh *World Health Organization* (WHO) pada tanggal 12 Agustus 2020. WHO menyebutkan bagi pasien positif COVID-19 yang menjalani isolasi di rumah disarankan untuk dapat mengukur kadar oksigen dalam darah dengan menggunakan *pulse oximetry* secara reguler. *Pulse oximetry* dapat mengidentifikasi individu yang membutuhkan evaluasi medis, terapi oksigen atau rawat inap, bahkan sebelum mereka menunjukkan tanda-tanda bahaya klinis atau gejala yang memburuk. (WHO, 2020).

*Pulse oximetry* adalah alat yang digunakan untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah (Chan *et al.*, 2013). Dalam pengukuran *pulse oximetry*, saturasi oksigen dilambangkan sebagai SPO2 dan hasil pengukurannya ditampilkan dalam persentase. *Pulse oximetry* juga dapat menampilkan pengukuran denyut jantung (*pulse rate*) dan pengukurannya ditampilkan dalam bpm (*beat per minute*).

Masalah yang dihadapi saat ini, pengukuran saturasi oksigen dengan menggunakan *pulse oximetry* baik yang ada di rumah sakit maupun di pasaran belum dapat dipantau secara *real time*. Pemantauan harus tetap dilakukan oleh tenaga medis secara langsung dengan mengunjungi pasien untuk membaca hasil pengukuran. Hal ini akan menjadi kendala untuk pasien di ruang isolasi maupun pasien isolasi mandiri yang harus dipantau secara rutin yang apabila tidak dilakukan dengan menggunakan protokol kesehatan secara benar akan meningkatkan resiko penularan. Selain itu pada beberapa jenis *portable pulse oximetry* tidak ada peringatan pada saat saturasi oksigen berada dibawah kondisi normal. Harga *patient monitor* dengan fitur peringatan saat saturasi oksigen di bawah normal sangat mahal.

Berdasarkan permasalahan di atas maka penulis berupaya untuk merancang dan membangun alat monitoring denyut jantung dan saturasi oksigen dalam darah berbasis *Internet of Things* (IOT) yang dapat dipantau secara *real time* dan juga daring oleh keluarga pasien, dokter dan perawat melalui *smartphone* maupun laptop pada *nurse station* sehingga keluarga pasien dan tenaga medis dapat memantau tanpa harus kontak langsung dengan pasien. Hal ini akan meminimalisir resiko penularan dan menghemat jumlah penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Notifikasi akan dikirimkan ketika saturasi oksigen pada pasien turun dari kondisi normal.

## II. Metode Penelitian

### A. Metode Pengumpulan Data

1) Studi Literatur : Metode ini dilakukan dengan mencari referensi dan kajian terdahulu yang menjadi dasar referensi penelitian pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen serta sistem yang berbasis *Internet of Things* (IOT). Kajian literatur berupa *e-book*, jurnal yang berhubungan dengan pemograman arduino, pemahaman metode pengukuran denyut jantung dan saturasi oksigen dan teori *silent hypoxia*, dan literatur-literatur lain yang dinilai berhubungan dengan penelitian ini.

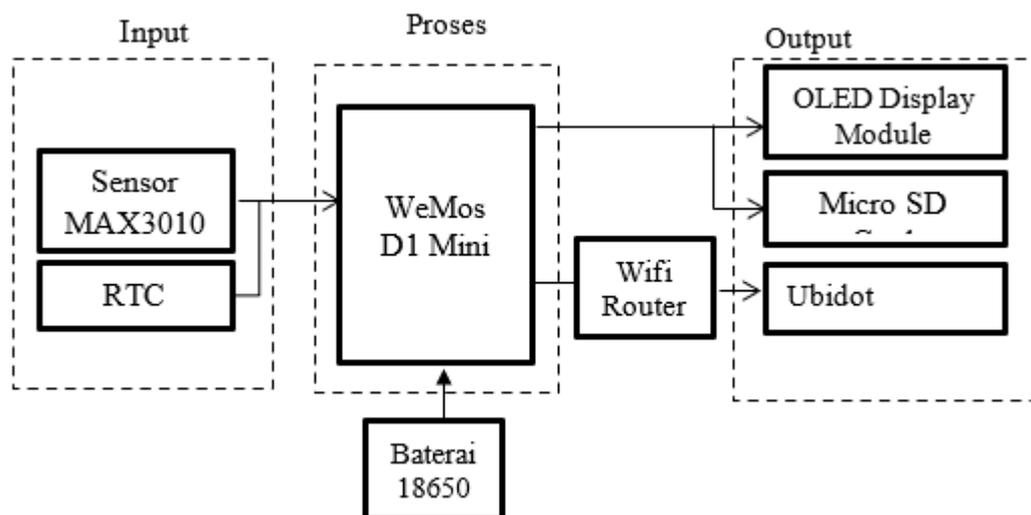
2) Observasi : Metode ini dilakukan dengan meninjau langsung kelapangan mengenai permasalahan yang terkait dengan pentingnya pemantauan pengukuran denyut jantung dan saturasi oksigen bagi pasien.

3) Perancangan : Dilakukan dengan merancang dan membuat alat monitoring denyut jantung dan saturasi oksigen berbasis *Internet of Things* (IOT) kemudian melakukan pengamatan pada komponen elektronika berupa Wemos D1 Mini, sensor *MAX30100*, dan pemograman pada sistem monitoring denyut jantung dan saturasi oksigen, perancangan dilakukan untuk mengetahui prinsip kerja serta perangkaiannya.

4) Pengujian : Pengujian yang dilakukan adalah dengan menguji perangkat secara bertahap. menguji sensor, menguji mikrokontroler, menguji *output* dan pengujian perangkat secara keseluruhan.

## B. Perancangan Sistem

Secara umum terdapat diagram blok yang penting untuk rangkaian alat monitoring denyut jantung dan saturasi oksigen berbasis IOT untuk mendeteksi gejala *silent hypoxia* seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Perangkat

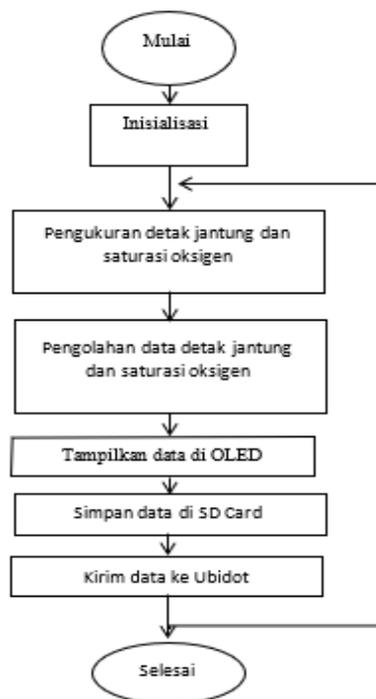
Ada tiga bagian penting yaitu berupa input, proses dan output. Input sistem ini yaitu detak jantung dan SPO2 yang berasal dari sensor MAX30100 dan kemudian diproses oleh WeMos D1 Mini. Setelah diproses oleh WeMos D1 Mini, hasil akan di tampilkan pada bagian output berupa OLED *display module* dan *platform* ubidot melalui *wifi router*.

Sensor MAX30100 berfungsi untuk mendeteksi nilai denyut jantung dan saturasi oksigen. *Module* RTC DS3231 berfungsi untuk mengetahui waktu selama pengujian. *Input* dari sensor diteruskan ke WeMos D1 Mini. WeMos D1 Mini berperan sebagai pemroses data. Data ini diteruskan menuju OLED untuk ditampilkan nilai denyut jantung dan saturasi oksigen yang dihasilkan dan *platform* ubidot melalui wifi router. Data ini disimpan di *Module* SD Card.

## C. Cara Kerja Perangkat.

Cara kerja sistem penelitian ini adalah menggunakan sensor MAX30100 untuk mengukur denyut jantung dan saturasi oksigen. Diagram alir sistem perangkat dapat dilihat pada Gambar 2. Ketika alat menerima inputan dari nilai yang ditangkap melalui sensor maka alat akan mengolah data tersebut menjadi output yang mudah dimengerti oleh user. Cara kerja dari alat ini sebagai berikut:

- A. Saat alat mulai dihidupkan maka akan terjadi proses inialisasi, dan pada OLED Display akan menampilkan tampilan awal pada layar.
- B. Disaat jari diletakkan pada sensor MAX30100 maka mikrokontroller akan aktif dan sensor akan mengukur denyut jantung dan saturasi oksigen.
- C. Sensor akan meneruskan ke WeMos D1 Mini yang dimana WeMos D1 Mini berfungsi sebagai otak atau pengolah data yang diberikan sensor.
- D. WeMos D1 Mini akan mengolah data tersebut dan kemudian WeMos D1 Mini akan menampilkan data ke OLED agar dapat dilihat oleh user dan dikirimkan ke Ubidot.
- E. Data tersimpan pada SD Card, data yang telah disimpan bisa dilihat oleh user.



Gambar 2. Flow Chart Cara Kerja Sistem

### III. Hasil dan Pembahasan

#### A. Kalibrasi Sensor MAX30100.

Pengujian kalibrasi Sensor MAX30100 dilakukan pada 10 orang responden dengan rentang umur dan jenis kelamin yang berbeda. Setiap responden diambil 100 data pengukuran saturasi oksigen dan BPM dengan sensor MAX30100 dan dibandingkan dengan *pulse oximetry* yang telah dikalibrasi milik RSUD Kota Tanjungpinang (Gambar 3) dengan hasil pengukuran pada Tabel 1 dan Tabel 2. Untuk grafik regresi linier dari hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Saturasi Oksigen (SPO2)

Nama	Umur	Rata-rata MAX30100 (%)	Rata2 Kalibrator (%)	Selisih	Akurasi (%)	Error (%)
A	41	96,72	97,42	0,7	99,28	0,72
B	42	97,28	97,55	0,27	99,72	0,28
C	12	96,86	97,62	0,76	99,22	0,78
D	16	97,58	97,84	0,26	99,73	0,27
E	46	96,3	96,94	0,64	99,34	0,66
F	65	97,44	97,96	0,52	99,47	0,53
G	33	96,19	96,85	0,66	99,32	0,68
H	40	96,32	97,07	0,75	99,23	0,77
I	45	96,62	97,3	0,68	99,30	0,70
J	24	96,98	97,59	0,61	99,37	0,63
					99,40	0,60

Tabel 2. Hasil Pengukuran Denyut Jantung

Nama	Umur	Rata-rata MAX30100 (BPM)	Rata2 Kalibrator (BPM)	Selisih	Akurasi (%)	Error (%)
A	41	90,48	90,48	0,00	99,99	0,01
B	42	77,94	77,84	0,10	99,87	0,13
C	12	82,76	83,85	1,09	98,70	1,30
D	16	87,45	87,31	0,14	99,84	0,16
E	46	89,80	90,40	0,60	99,33	0,67
F	65	79,25	79,79	0,54	99,33	0,67
G	33	68,57	68,60	0,03	99,96	0,04
H	40	98,13	98,32	0,19	99,81	0,19
I	45	75,52	75,55	0,03	99,96	0,04
J	24	85,14	85,40	0,26	99,70	0,30
					99,65	0,35

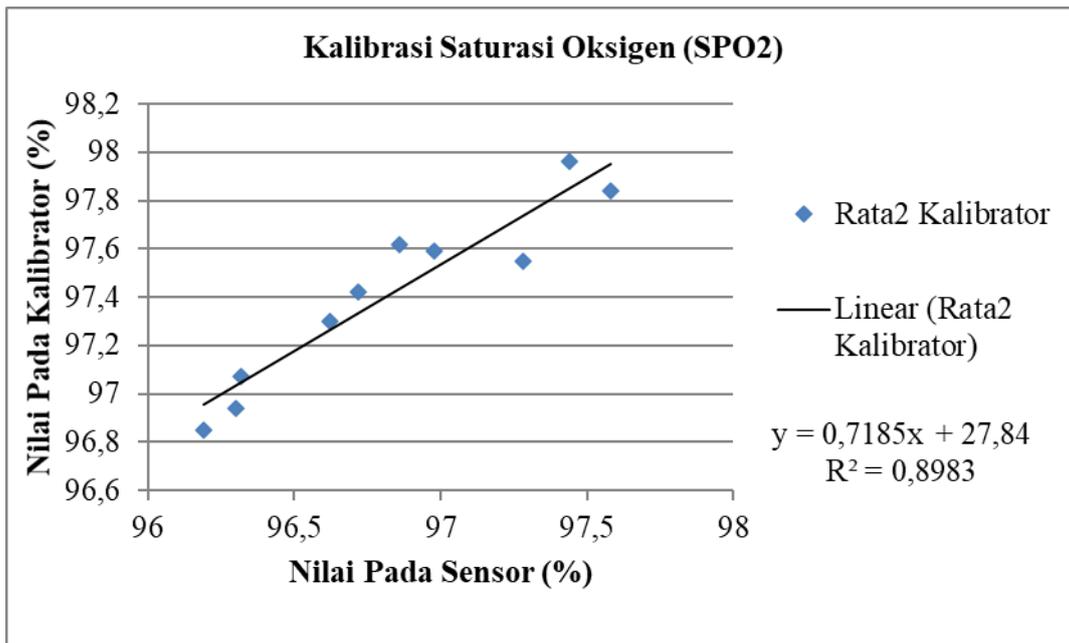
Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 Pada proses pengujian keakuratan dari sensor MAX30100 yang dilakukan pada 10 orang responden dengan masing-masing 100 data pengukuran. Hasil dari 100 data tersebut kemudian dirata-ratakan agar dapat dibandingkan dengan nilai pengukuran pulse oximetry yang telah terkalibrasi untuk mengetahui berapa besar persentase kesalahan yang dihasilkan pada pengujian kalibrasi ini.

Dari Tabel 1 dapat dilihat nilai error saturasi oksigen yang diperoleh dari kalibrasi perangkat adalah 0,6% dan nilai akurasi yang diperoleh adalah 99,40 % dan dari Tabel 2 dapat dilihat nilai error dari pengukuran denyut jantung adalah 0,35% dan nilai akurasi yang diperoleh adalah 99,65%. Dari hasil perhitungan nilai error tersebut maka dapat dikatakan perangkat masih memenuhi standar alat kesehatan yang memiliki nilai error yang diijinkan untuk sebuah *pulse oximeter* adalah  $\pm 1$  % untuk nilai saturasi oksigen dan *pulse rate* (Departemen Kesehatan, 1998)

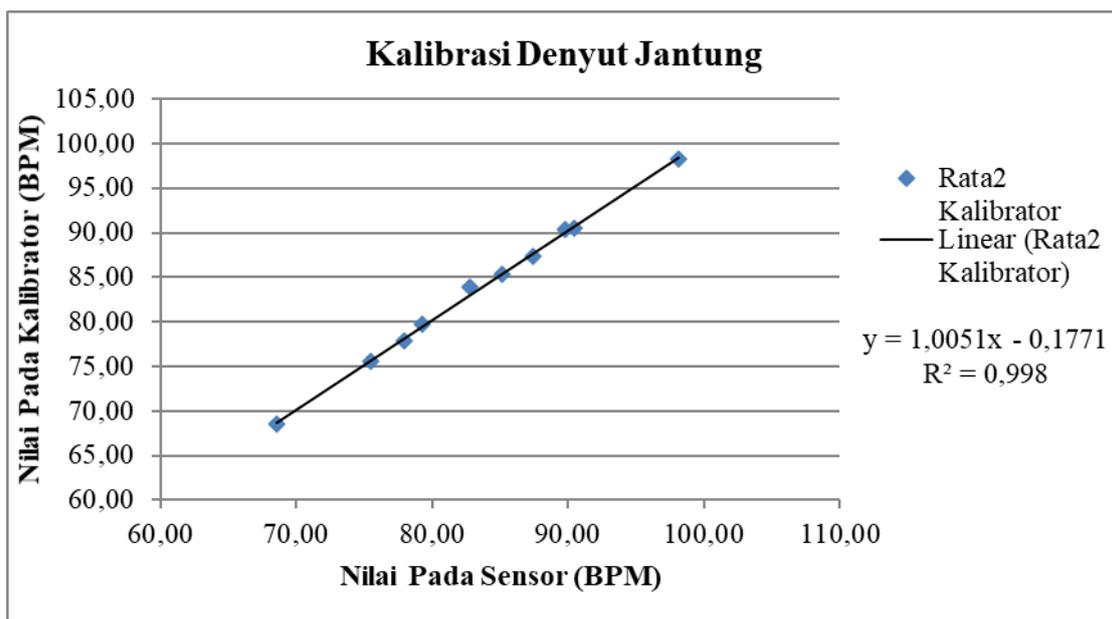


Gambar. 3 Pengujian alat dibandingkan dengan pulse oximetry milik rumah sakit.

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dibuat grafik regresi liniernya seperti gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Grafik Regresi Linier Saturasi Oksigen (SPO2)



Gambar 5. Grafik Regresi Linier Denyut Jantung (BPM)

Pada gambar 4 dan gambar 5 menunjukkan model regresi linier dan dapat dilihat nilai R<sup>2</sup> atau koefisien determinasi pada persamaan untuk saturasi oksigen adalah 0,8983 dan untuk denyut jantung adalah 0,998. Nilai tersebut hampir mendekati 1, maka dapat disimpulkan bahwa nilai pengukuran yang dihasilkan oleh sensor cukup akurat jika dibandingkan dengan hasil pengukuran dari pulse oximetry milik RSUD yang telah terkalibrasi.

Perhitungan nilai RMSE dari hasil pengukuran dengan persamaan (4) didapat sebesar 0,61 untuk saturasi oksigen dan 0,44 untuk denyut jantung. Nilai ini menunjukkan bahwa nilai hasil pengukuran dari sensor MAX30100 mendekati nilai alat yang telah terkalibrasi.

Nilai error dari sensor pada perangkat ini memang lebih besar jika dibandingkan nilai error yang dihasilkan dari Aditya & Wahyuni (2020) sebesar 0,0123%, tetapi pada penelitian tersebut tidak mencantumkan detail perhitungan sehingga mendapatkan nilai error yang sangat kecil tersebut.

Pengujian juga dilakukan pada satu responden yang berusia 93 tahun. Hasil yang diperoleh nilai yang sangat fluktuatif baik dari data kalibrator dan data pada perangkat. Nilai error yang dihasilkan memiliki error yang tinggi yaitu 2,25% untuk saturasi oksigen dan 25,4% untuk denyut jantung. Oleh karena itu dapat disimpulkan sensor ini tidak cocok untuk digunakan pada rentang usia tersebut. Rentang usia yang cocok untuk penggunaan sensor ini adalah 12 tahun sampai dengan 70 tahun. Untuk usia dibawah 12 tahun dan orang yang memiliki diameter jari yang kecil juga tidak cocok untuk menggunakan perangkat ini dikarenakan pada saat jari ditempatkan pada tempat sensor akan longgar dan tidak stabil pada permukaan sensor sehingga pengukuran akan kurang akurat

#### B. Uji Lapang Pengiriman Data ke Server Ubidot.

Uji lapang telah dilakukan dengan selama 6 jam pada satu responden untuk menguji persentase data yang terkirim ke ubidot dibanding dengan data terekam di dalam micro SD Card. Tampilan data pada layar OLED dan dashboard Ubidot dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan pada layar OLED dan tampilan pada dashboard ubidot.

Uji lapang yang dilakukan selama 6 jam mendapatkan sebanyak 590 data yang terekam pada micro sd card, sedangkan data yang terekam pada server ubidot adalah 583 data. Dengan demikian data yang terkirim pada server ubidot adalah 98,81%.

#### IV. Kesimpulan

Dalam penelitian ini sudah berhasil mengembangkan alat monitoring denyut jantung dan saturasi oksigen yang berbasis IOT untuk deteksi dini gejala silent hypoxia dengan hasil error perangkat yang diperoleh yaitu sebesar 0,60% untuk saturasi oksigen dan 0,35% untuk denyut jantung. Nilai tersebut masih memenuhi standar yang tercantum dalam buku pedoman pemeliharaan dan kalibrasi alat kesehatan dan layak untuk digunakan. Namun untuk dapat digunakan sebagai alat kesehatan yang beredar di rumah sakit harus memiliki sertifikat kalibrasi dari Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) dan ijin edar dari Kementerian Kesehatan Indonesia.

## V. Daftar Pustaka

- Aditya, L., & Wahyuni, R. D. (2020). Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor MAX30100. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 8, 62–69.
- Adrian, dr. K. (2020). Mengenal Happy Hypoxia pada Penyakit COVID-19. *Www.Alodokter.Com*. <https://www.alodokter.com/mengenal-happy-hypoxia-pada-penyakit-covid-19>
- Adzani, F. (2019). Mengenal Fungsi Hemoglobin, Si “Pengantar” Oksigen ke Seluruh Tubuh. <https://www.sehatq.com/artikel/mengenal-fungsi-hemoglobin-si-pengantar-oksigen-ke-seluruh-tubuh>
- Cai, Z., Bourgeois, A., & Tong, W. (2017). Guest editorial: Special issue on internet of things. *Tsinghua Science and Technology*, 22(4), 343–344. <https://doi.org/10.23919/TST.2017.7986937>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.02.004>
- De-Tekno. (2018). Mengenal Battery Lithium-Ion 18650 battery dengan power besar. <https://de-tekno.com/2018/05/mengenal-battery-18650-battery-dengan-power-besar/>
- dr. Tjin Willy. (2018). Bradikardia. <https://www.alodokter.com/bradikardia>
- Elsannah, F., Bilgaiyan, A., Affiq, M., Shim, C. H., Ishidai, H., & Hattori, R. (2019). Reflectance-based organic pulse meter sensor for wireless monitoring of photoplethysmogram signal. *Biosensors*, 9(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/bios9030087>
- Fahad, E. (2021). Arduino Oled i2c Display 128×64 with examples, Wiring, and Libraries issues solved. <https://www.electronicclinic.com/arduino-oled-i2c-display-128x64-with-examples-wiring-and-libraries-issues-solved/>
- Faudin, A. (2017). Tutorial Arduino mengakses buzzer. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-buzzer/>
- Faudin, A. (2018). Pengenalan tentang Modul wifi WEMOS D1 MINI ESP8266. *Www.Nyebarilmu.Com*. <https://www.nyebarilmu.com/pengenalan-tentang-modul-wifi-wemos-d1-mini-esp8266/>
- Hafen, B. B., & Sharma, S. (2018). Oxygen Saturation.
- Hariri, R., Hakim, L., & Lestari, R. F. (2019). Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 9(3), 164. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v9i3.7075>
- Indriani, D. P. P., Yudianingsih, & Utari, E. L. (2014). Perancangan Pulse Oximetry Dengan Sistem Alarm Prioritas Sebagai Vital Monitoring Terhadap Pasien. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(27), 93–107.
- Kesehatan, D. (1998). Pedoman Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan.
- Maxim Integrated. (2014). Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health. *Lecture Notes in Energy*, 38, 1–29. [www.maximintegrated.com](http://www.maximintegrated.com)
- Maxim Integrated. (2015). 64 x 8 , Serial , I C Real-Time Clock. 1–14.
- Medgadget. (2007). Reflectance Pulse Oximetry from SPO Medical.
- Nugraha, S., & Jabarriau, A. (2016). Prototipe Sistem Monitoring Denyut Nadi Berbasis Wireless. 5(01), 26–30.
- Nugroho, C. R. (2019). ALAT PENGUKUR SATURASI OKSIGEN DALAM DARAH MENGGUNAKAN METODE PPG REFLECTANCE PADA SENSOR MAX30100 Skripsi.
- Nurdian, W. (2019). Arduino IDE, Pengertian dan istilah yang sering digunakan. <https://www.idebebas.com/arduino-ide/>

- Patel, N., Patel, P., & Patel, N. (2019). Heart attack detection & heart rate monitoring using IoT techniques. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(6 Special Issue), 1471–1476.
- Pratama, A. M. Y. (2019). Monitoring Kadar Oksigen dalam Tubuh Manusia dengan Menggunakan Sensor SPO2.
- Saing, L. (2019). Rancang Bangun Alat Monitoring Detak Jantung Berbasis IOT (Internet Of Things).
- Saputro, T. T. (2018). Berikut Daftar Platform Yang Berguna Untuk Membangun Project IoT (Bagian 1). <https://embeddednesia.com/v1/berikut-daftar-platform-yang-berguna-untuk-membangun-project-iot-bagian-1/>
- Sutiono. (2020). IoT: Pengertian – Cara Kerja- Unsur Pembentuk dan Bidang Penerapannya. <https://dosenit.com/teknologi/iot>
- Tamura, T., Maeda, Y., Sekine, M., & Yoshida, M. (2014). Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present. 282–302. <https://doi.org/10.3390/electronics3020282>
- Teo, J. (2020). Early Detection of Silent Hypoxia in Covid-19 Pneumonia Using Smartphone Pulse Oximetry. *Journal of Medical Systems*, 44(8), 6–7. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01587-6>
- WHO. (2020). Home care for patients with suspected or confirmed COVID-19 and management of their contacts. World Health Organization, August, 1–9. [https://www.who.int/publications-detail/home-care-for-patients-with-suspected-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-presenting-with-mild-symptoms-and-management-of-contacts](https://www.who.int/publications-detail/home-care-for-patients-with-suspected-novel-coronavirus-(ncov)-infection-presenting-with-mild-symptoms-and-management-of-contacts)
- Www.wemos.cc. (2019). D1 Mini. [Www.Wemos.Cc. https://www.wemos.cc/en/latest/d1/d1\\_mini.html#features](https://www.wemos.cc/en/latest/d1/d1_mini.html#features)

## VI. Ucapan Terimakasih