



Sistem Pemantauan Saturasi Oksigen dan Detak Jantung pada Anak Menggunakan NodeMCU Dan Sensor MAX30100

Ahmad Zulfikar Tanjung^{1(*)}, R. Tommy Gumelar¹, Shevti Arbekti Arman¹

¹Program Studi Teknologi Informasi, ITB Ahmad Dahlan, Indonesia

Abstract

Internet of Things (IoT) based health monitoring systems have become an increasingly important solution in individual health monitoring efforts. In this study, we designed and implemented a system for measuring oxygen saturation (SpO₂) and heart measurement in children using the MAX30100 sensor and the NodeMCU ESP8266 microcontroller. This research aims to provide an effective solution in real-time monitoring of children's health. The MAX30100 sensor is used to accurately measure SpO₂ and measure the heart through photoplethysmogram (PPG) technology. Data obtained from sensors is processed by the NodeMCU ESP8266 microcontroller and sent in real-time via the Internet network to the Firebase Realtime Database. The data is then displayed on a website that can be accessed online, allowing users to easily monitor the child's health condition. The test method is carried out by measuring the results of SpO₂ measurements and heart measurements with conventional medical devices as a comparison. The test results show that the designed system is capable of producing data that is accurate and in accordance with conventional medical devices. In this study, a security mechanism was also implemented for sending and storing data through the Firebase service, which provides an adequate level of security for health data. With this design and implementation, it is hoped that this system can provide real benefits in real-time monitoring of children's health.

Kata Kunci: Oxygen Saturation, Heart Rate, NodeMCU ESP8266, Sensor MAX30100, Firebase

Informasi Artikel:

Dikirim : 31 Agustus 2023
Direvisi : 08 Juli 2026
Diterima : 19 Juli 2026
Diterbitkan : 26 Juni 2026

Januari – Juni 2026, Vol 7 (1) : hlm 43-53
Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan

(*) Korespondensi: zulfikahmad@gmail.com (Ahmad Zulfikar Tanjung)

PENDAHULUAN

Anak-anak pada rentang usia 5-10 tahun seringkali menunjukkan tingkat aktivitas yang tinggi, yang pada gilirannya memengaruhi akurasi pengukuran kadar oksigen dalam darah dan detak jantung. Pengawasan intensif menjadi suatu keharusan untuk memastikan kesehatan optimal pada tahap pertumbuhan ini. Namun, tantangan muncul ketika harus mengatasi hambatan-hambatan seperti keruwetan pengukuran manual dan ketidaknyamanan anak-anak saat diukur.

Perkembangan teknologi wearable device dan Internet of Things (IoT) telah mendorong transformasi pada sistem pemantauan kesehatan dari metode konvensional menjadi sistem yang mampu melakukan monitoring secara berkelanjutan dan real-time. Integrasi sensor biomedis dengan mikrokontroler yang terhubung ke internet memungkinkan tenaga medis maupun orang tua memperoleh informasi kondisi kesehatan pasien secara cepat tanpa harus berada di lokasi yang sama (Islam et al., 2015; Al-Fuqaha et al., 2015). Sistem monitoring berbasis IoT juga mampu meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan melalui pengiriman data secara otomatis ke server maupun aplikasi monitoring sehingga mempermudah proses observasi pasien.

Teknologi Internet of Things (IoT) muncul sebagai solusi modern untuk memantau kesehatan anak-anak dengan lebih efektif. Menggabungkan kecanggihan NodeMCU ESP8266 dan sensor MAX30100, pengukuran detak jantung dan kadar oksigen dalam darah kini dapat dilakukan secara akurat dan real-time. Kelebihan teknologi ini tidak hanya terletak pada ketepatan hasil, tetapi juga pada kemampuannya menyajikan data hasil pengukuran dalam bentuk yang lebih mudah dipahami dan diakses.

Salah satu sensor yang banyak digunakan dalam sistem monitoring kesehatan adalah MAX30100, yaitu sensor yang mampu mengukur saturasi oksigen (SpO_2) dan denyut jantung secara non-invasif menggunakan metode photoplethysmography (PPG). Sensor ini memiliki ukuran yang kecil, konsumsi daya yang rendah, serta mampu memberikan hasil pengukuran dengan tingkat akurasi yang baik sehingga banyak diterapkan pada perangkat kesehatan portabel berbasis Internet of Things (Maxim Integrated, 2014; Allen, 2007). Sementara itu, penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali sistem memberikan kemudahan dalam proses komunikasi data melalui jaringan Wi-Fi sehingga hasil pengukuran dapat ditampilkan secara real-time pada aplikasi maupun platform berbasis cloud (Kolban, 2021; Gubbi et al., 2013).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menguji efektivitas teknologi ini. Contohnya, penelitian oleh (Nugroho, 2020) berhasil merancang sistem monitoring kesehatan berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan berbagai sensor lainnya untuk memantau pasien selama pandemi COVID-19. Sistem ini mengirimkan data hasil pengukuran ke dalam aplikasi berbasis web, memudahkan pemantauan dari jarak jauh.

Pentingnya pengukuran detak jantung dan kadar oksigen pada anak-anak turut ditekankan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Sebuah contoh adalah penelitian

oleh (Qahar dan Amrulloh, 2018) yang merancang alat pengukur detak jantung dan kadar oksigen portabel untuk penggunaan di rumah sakit dan rumah tangga. Keberhasilan penelitian ini terletak pada koneksi bluetooth yang memudahkan transfer data hasil pengukuran.

Pemantauan saturasi oksigen dan denyut jantung menjadi salah satu indikator penting dalam menilai kondisi fisiologis seseorang, khususnya pada anak-anak yang memiliki aktivitas fisik tinggi dan perubahan kondisi tubuh yang relatif cepat. Nilai saturasi oksigen yang berada di bawah batas normal dapat mengindikasikan gangguan pada sistem pernapasan maupun sirkulasi darah sehingga memerlukan penanganan sedini mungkin. Oleh karena itu, pemantauan secara kontinu menggunakan perangkat berbasis IoT dapat membantu mendeteksi perubahan kondisi kesehatan lebih cepat dibandingkan pengukuran manual yang dilakukan secara berkala (World Health Organization, 2021; Jubran, 2015). Selain itu, sistem monitoring real-time juga mendukung proses pengambilan keputusan klinis dengan menyediakan data kesehatan yang dapat diakses kapan saja oleh tenaga medis maupun orang tua.

Dalam skenario yang lebih luas, penggunaan teknologi IoT bukan hanya memungkinkan pemantauan detak jantung dan kadar oksigen, tetapi juga membuka peluang pengembangan sistem kesehatan yang lebih canggih serta menyediakan solusi yang efektif dan efisien untuk pengukuran dan pemantauan kesehatan anak-anak.

Melalui teknologi ini, proses monitoring kesehatan anak menjadi lebih terintegrasi. Data yang terkumpul dapat dianalisis oleh tenaga medis, mendukung keputusan yang lebih tepat waktu. Sebagai hasilnya, pengembangan solusi berbasis IoT ini dapat meningkatkan efektivitas pemantauan kesehatan anak-anak, mencegah potensi komplikasi serius, dan memberikan dampak positif bagi dunia medis dan masyarakat secara keseluruhan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang spesifik dan menguji efektivitasnya. Salah satu model pengembangan yang umum digunakan dalam penelitian dan pengembangan adalah model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation).

Model ADDIE dianggap sebagai proses yang berurutan namun juga interaktif, di mana hasil evaluasi setiap tahap dapat mempengaruhi pengembangan pembelajaran ke tahap sebelumnya. Dalam praktiknya menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) diharapkan dapat mendapatkan hasil sebuah alat yang lebih efektif dan sesuai bagi kebutuhan orang tua maupun tenaga kesehatan dalam memonitoring dan mengukur tingkat saturasi oksigen dan detak jantung pada anak kecil.

Teknik pengumpulan data yang dipilih memastikan keakuratan dan relevansi data yang diperlukan. Teknik-teknik yang digunakan meliputi:

Sistem Pemantauan Saturasi Oksigen dan Detak Jantung pada Anak Menggunakan NodeMCU Dan Sensor MAX30100

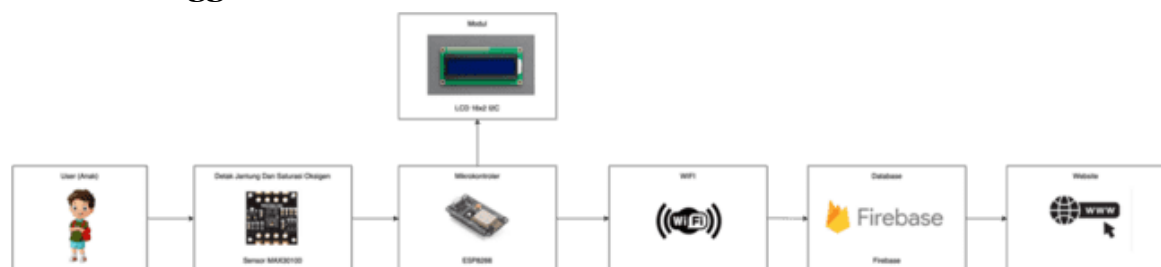
(A. Z. Tanjung, et al.)

1. Studi Pustaka: Memulai dengan tinjauan literatur menyeluruh untuk memahami topik penelitian. Sumber-sumber seperti jurnal, buku, dan artikel terpercaya digunakan untuk mendapatkan dasar teoritis yang kuat.
2. Observasi: Melakukan observasi langsung untuk memahami situasi yang relevan. Ini termasuk penerapan sistem pada anak, pengoperasian mikrokontroler, sensor MAX30100, serta interaksi dengan teknologi IoT.
3. Pengukuran: Menggunakan sensor MAX30100 yang terhubung ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mengukur saturasi oksigen dan detak jantung anak. Data hasil pengukuran direkam dan diolah untuk analisis lebih lanjut.
4. Dokumentasi: Merekam dan mengabadikan informasi serta data yang terkait. Ini termasuk pencatatan lapangan, hasil observasi, serta dokumentasi visual seperti foto, menjaga integritas dan validitas data.

Penggabungan teknik-teknik ini memastikan data yang komprehensif dan valid. Pemilihan teknik pengumpulan data disesuaikan dengan karakteristik penelitian dan sumber daya yang tersedia, menghasilkan hasil yang mendalam dan berkualitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Penggunaan Alat



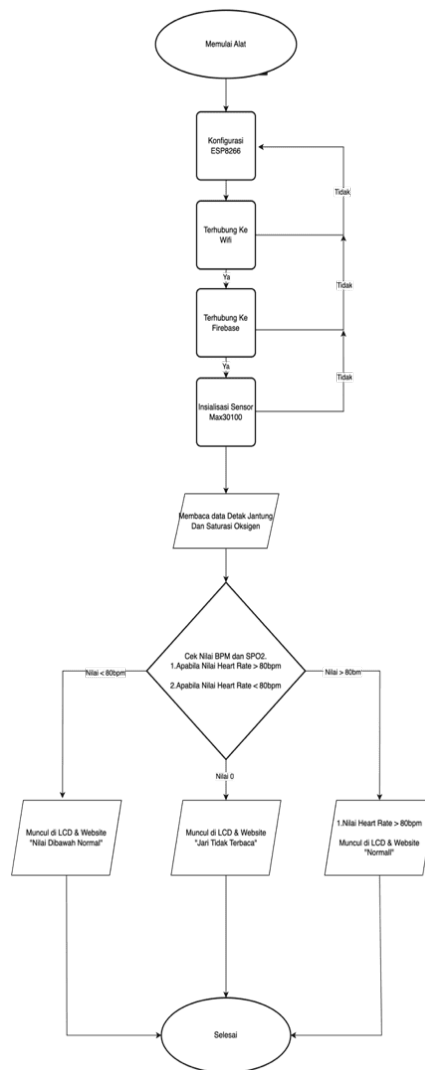
Gambar 1. Proses Penggunaan Alat

Dimana pada proses penggunaan dari alat yang dibangun adalah :

1. Anak meletakkan jarinya pada sensor MAX30100 yang terhubung ke Mikrokontroler ESP8266.
2. Sensor membaca saturasi oksigen dan detak jantung, dikirimkan ke LCD 16x2 I2C setiap 5 detik.
3. Informasi juga diunggah real-time ke database Firebase melalui Wifi.
4. Nilai tampil pada website yang dibangun.

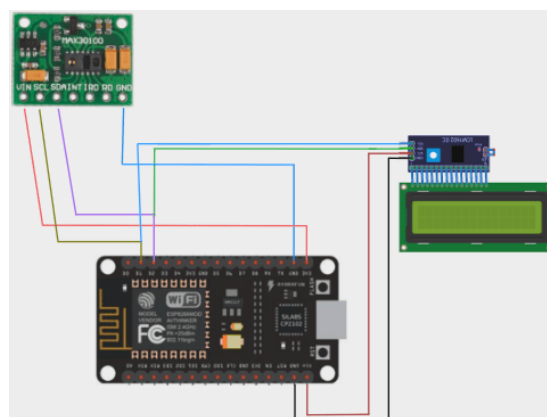
B. Diagram Alir Alat

Diagram alir alat ini menggambarkan langkah-langkah penggunaan alat yang dibangun. Mulai dari inisialisasi LCD dan koneksi ESP8266 ke WiFi serta Firebase, hingga konfigurasi sensor MAX30100. Data detak jantung dan saturasi oksigen dibaca, hasil pengecekan ditampilkan di LCD, dan dikirim ke Firebase. Jika detak jantung terdeteksi dan data BPM valid, hasil dikirim. Jika tidak, data yang sesuai tetap dikirim. Melalui diagram ini, alat mampu mengakuisisi data secara akurat dan melakukan pemantauan yang efisien.



Gambar 2. Diagram Alir Alat

C. Skema Perancangan Alat

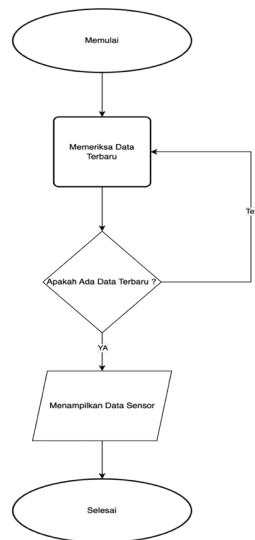


Gambar 3. Skema Perancangan Alat

Dengan circuit design ini, ESP8266 akan membaca data dari sensor MAX30100, kemudian data tersebut akan ditampilkan pada layar LCD 16x2 I2C. Selain itu, data juga akan dikirimkan ke Firebase melalui koneksi WiFi sehingga dapat diakses secara real-time melalui website. Secara keseluruhan, circuit design

ini memungkinkan alat untuk melakukan pengukuran detak jantung dan SpO2 secara akurat dan dapat diakses secara real-time melalui layar LCD dan website. Kombinasi penggunaan sensor MAX30100, ESP8266, dan LCD 16x2 I2C dengan koneksi WiFi ke Firebase memberikan keuntungan dalam pemantauan kesehatan yang lebih mudah, efisien, dan dapat diandalkan.

D. Diagram Alur Website



Gambar 4. Diagram Alir Website

Penggunaan website ini diawali saat pengguna mengakses halaman yang menampilkan data detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO2) terbaru dari sensor MAX30100. Website akan memeriksa dan menampilkan data terbaru dari Firebase Realtime Database yang diterima dari perangkat ESP8266. Jika data terbaru ada, website akan menampilkan hasil detak jantung dan saturasi oksigen beserta keterangan apakah data berada dalam kisaran normal atau tidak, memungkinkan pengguna untuk melihat informasi terbaru secara mudah.

E. Pengujian Alat

1. Tampilan Alat

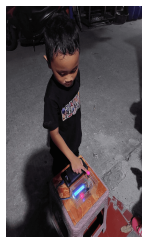


Gambar 5. Uji Coba Alat

Berikut adalah tampilan dan gambaran alat monitoring saturasi oksigen dan detak jantung. Adapun tampilan alat Ketika dilakukan uji coba dengan meletakkan jari di atas sensor saturasi oksigen dan detak jantung.

2. Pengujian Alat

Tabel 1. Pengujian Detak Jantung dan Komparasi dengan Alat Komersil

Sampel	Percobaan	HR (Bpm)		Error %
		MAX3010	Oximeter Yuwell	
Iqbal (Umur : 7 th) 	1	81	81	0
	2	81	85	4
	3	81	83	2
	4	77	77	0
	5	80	81	1
	6	81	82	1
Nilai Keakuratan Alat				1.33
Zahra (Umur : 6 th) 	1	80	83	0
	2	82	84	0
	3	83	82	1
	4	84	80	4
	5	83	83	0
	6	85	84	1
Rata-rata Error				0.17
Bintang (Umur : 6 th) 	1	83	83	0
	2	83	83	0
	3	81	83	2
	4	82	83	1
	5	81	83	2
	6	83	83	0
Rata-rata Error				0.83
Dimas (Umur : 5 th) 	1	85	85	0
	2	85	85	0
	3	85	85	0
	4	85	85	0
	5	84	85	1
	6	84	85	1
Rata-rata Error				0.33
Imam (Umur : 6 th) 	1	83	83	0
	2	83	83	0
	3	83	83	0
	4	82	83	1
	5	82	82	0
	6	83	82	1
Rata-rata Error				0.33

Tabel 2. Pengujian Saturasi Oksigen dan Komparasi dengan Alat Komersil

Sampel	Percobaan	SPO ₂		Error %
		MAX30100	Oximeter Yuwell	
Iqbal (Umur : 7 th) 	1	96%	99%	3%
	2	96%	99%	3%
	3	95%	99%	4%
	4	96%	99%	3%
	5	96%	96%	0%
	6	96%	99%	3%
	Rata-rata Error			3%
Zahra (Umur : 6 th) 	1	96%	98%	2%
	2	95%	94%	1%
	3	96%	98%	4%
	4	96%	99%	3%
	5	96%	96%	0%
	6	97%	99%	3%
	Rata-rata Error			3%
Bintang (Umur : 6 th) 	1	96%	98%	2%
	2	96%	98%	2%
	3	96%	98%	2%
	4	97%	99%	3%
	5	96%	99%	3%
	6	96%	99%	3%
	Rata-rata Error			3%
Dimas (Umur : 5 th) 	1	96%	98%	2%
	2	97%	96%	1%
	3	96%	98%	2%
	4	95%	99%	4%
	5	97%	99%	2%
	6	96%	99%	3%
	Rata-rata Error			3%
Imam (Umur : 6 th) 	1	96%	94%	2%
	2	95%	96%	1%
	3	96%	98%	2%
	4	97%	99%	3%
	5	95%	96%	1%
	6	96%	99%	3%
	Rata-rata Error			3%

Uji coba dilakukan pada anak-anak berusia 5 hingga 7 tahun dalam keadaan sehat. Dalam pengujian ini, sensor MAX30100 dibandingkan dengan oximeter Yuwell melalui enam percobaan yang melibatkan lima anak. Hasil rata-rata kesalahan antara sensor MAX30100 dan oximeter Yuwell adalah 0,60% untuk pengukuran detak jantung dan 3% untuk pengukuran saturasi oksigen. Meskipun terdapat perbedaan hasil, perbedaan ini dapat ditoleransi karena kemungkinan adanya ketidakstabilan dan gerakan jari saat pengukuran dilakukan, yang dapat memengaruhi nilai yang didapatkan oleh sensor.

3. Pengujian Delay

Tabel 3. Pengujian Delay

Percobaan ke-	Lama Respon Alat	Lama Respon Web
1	7 detik	8 detik
2	9 detik	11 detik
3	8 detik	10 detik
4	9 detik	10 detik
5	8 detik	10 detik
Rata-Rata	8.2 Detik	9.8 Detik

Pada tahap pengujian ini, dilakukan 5 percobaan untuk menguji respons alat dan tampilan Web monitor saat menerima data pengukuran. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengidentifikasi bahwa penggunaan sistem ini tidak sepenuhnya tanpa kekurangan. Beberapa faktor yang mempengaruhi performa alat meliputi koneksi internet yang tidak optimal dan keterlambatan dari ESP8266. Berdasarkan perhitungan waktu respons alat dan Web dalam tabel di atas, disimpulkan bahwa total respons alat memerlukan 41 detik dari 5 percobaan, menghasilkan rata-rata keterlambatan sekitar 8,2 detik. Sedangkan untuk respons Web, total waktu yang diperlukan adalah 49 detik dengan rata-rata keterlambatan sekitar 9,8 detik.

4. Tampilan Website

Website yang dibuat akan menampilkan data monitoring detak jantung dan saturasi oksigen, dengan kemampuan diakses secara online dari berbagai lokasi asalkan terhubung ke internet, memudahkan proses monitoring. Website ini dapat diakses melalui domain <https://skripsiesp8266.web.app/>. Di dalam website tersebut, tersedia juga informasi riwayat hasil pengukuran saturasi oksigen dan detak jantung anak. Riwayat ini berguna untuk memantau perkembangan hasil pengukuran tersebut. Di dalam riwayat ditampilkan 10 data terbaru, yang diperbarui setiap ada data baru yang masuk.

MONITORING DETAK JANTUNG DAN SATURASI OKSIGEN				
Detak Jantung : 0 bpm		Status : Jari Tidak Terbaca		
Saturasi Oksigen : 0 %				
Data Sebelumnya (10 Terakhir)				
No	Waktu	Detak Jantung	Saturasi Oksigen	Status
10	11:03:37 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
9	11:03:38 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
8	11:03:39 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
7	11:03:41 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
6	11:03:42 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
5	11:03:43 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
4	11:03:45 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
3	11:03:46 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
2	11:03:48 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca
1	11:03:49 AM	0 bpm	0 %	Jari Tidak Terbaca

Gambar 6. Tampilan Website Monitoring Detak Jantung dan Saturasi Oksigen

KESIMPULAN

Hasil implementasi dan pengujian sistem pemantauan detak jantung dan saturasi oksigen pada anak-anak berbasis web mengarah pada beberapa kesimpulan penting pada penelitian ini. Pertama berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pengukuran SpO₂ dan detak jantung pada anak-anak menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor MAX30100. Sistem ini mampu memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan untuk pemantauan kesehatan anak-anak. Penghubungan data SpO₂ dan detak jantung ke website online berhasil diimplementasikan dengan sukses. Data sensor dikirim secara real-time ke Firebase Realtime Database dan ditampilkan di website, memungkinkan pengawas untuk memantau kondisi kesehatan anak-anak secara langsung. Upaya untuk menjaga keamanan data SpO₂ dan detak jantung yang diakses melalui website dilakukan dengan menggunakan Firebase yang memiliki protokol keamanan yang andal. Namun, untuk tingkat keamanan yang lebih tinggi, disarankan untuk menerapkan mekanisme autentikasi dan enkripsi data yang lebih kuat, terutama jika sistem ini akan digunakan dalam skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
- Allen, J. (2007). Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiological Measurement*, 28(3), R1–R39.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.

- Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K. S. (2015). The Internet of Things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access*, 3, 678–708.
- Jubran, A. (2015). Pulse oximetry. *Critical Care*, 19(272), 1–7.
- Kolban, N. (2021). ESP32 Development Using the ESP-IDF. Leanpub.
- Lasmana, U. (2022). *Pre-Hospital Life Saver*. Pascal Books.
https://www.google.co.id/books/edition/PRE_HOSPITAL_LIFE_SAVER/LXpjEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1
- Maxim Integrated. (2014). MAX30100 Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health. Maxim Integrated Products.
- Nugroho, A. (2020). *Sistem Monitoring Pasien Robot Covid dengan Parameter Suhu, Detak Jantung, Dan Saturasi Oksigen Berbasis Website*.
- Patel, R., Dubey, R., Mishra, S., & Bharti, S. K. (2018). Tele-Monitoring Device for Cardiorespiration Activity. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering ISO*, 3297, 283–283.
<https://doi.org/10.17148/IJARCCE.2018.7354>
- Prof. Dr. dr. I Ketut Suyasa, S. S., & dr. I Ketut Widiyasa, M. (2021). Sehat Dan Bahagia Selama Menjalani Isolasi Mandiri Covid-19. In *Sehat Dan Bahagia Selama Menjalani Isolasi Covid-19* (pp. 32–32).
- Qahar, A. N., & Amrulloh, Y. A. (2018). *Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada Anak Menggunakan Satu Sensor*.
- World Health Organization. (2021). WHO Pulse Oximetry Training Manual. World Health Organization.