

Alat Mengetahui Presentase Normalisasi Oksigen di Dalam Tubuh Manusia Berbasis Sensor dan Aplikasi Blynk

Yuli Wahyuni*, Syahjila Pan Wahid

Universitas Pakuan, Sekolah Vokasi, Teknik Komputer

*Penulis korespondensi. E-mail: yuli_wahyuni@unpak.ac.id

ABSTRACT

Health has become one of the main priorities of society. Blood oxygen saturation (SpO₂) is an important indicator for monitoring health, especially for patients with respiratory diseases. This research aims to design a portable, affordable, and IoT (Internet of Things)-based SpO₂ monitoring device using MAX30102 sensors, NodeMCU, and a 0.96-inch OLED display. This device utilizes WiFi connectivity to send SpO₂ data to the Blynk platform, enabling real-time remote monitoring. This tool uses the principle of photoplethysmography (PPG), where the sensor measures the change in the intensity of light reflected by the blood in the capillaries under the skin. Furthermore, the testing has been conducted with 20 patients resulting in 15 normal patients and 5 abnormal patients.

Keywords

Presentase, Normalisasi, Oksigen, Aplikasi Blynk, Sensor

ABSTRAK

Kesehatan menjadi salah satu prioritas utama masyarakat. Saturasi oksigen darah (SpO₂) merupakan indikator penting untuk memantau kesehatan, khususnya bagi pasien dengan penyakit pernapasan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pemantau SpO₂ yang portable, terjangkau, dan berbasis IoT (Internet of Things) menggunakan sensor MAX30102, NodeMCU, dan layar OLED 0,96 inci. Alat ini memanfaatkan konektivitas WiFi untuk mengirim data SpO₂ ke platform Blynk, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time. Hasil pengujian telah berhasil mengetahui kadar oksigen darah berdasarkan pengukuran sinyal cahaya inframerah dan merah yang diterima oleh sensor MAX30102. Alat ini menggunakan prinsip photoplethysmography (PPG), di mana sensor mengukur perubahan intensitas cahaya yang dipantulkan oleh darah dalam pembuluh kapiler di bawah kulit. Selanjutnya pengujian telah dilakukan dengan 20 pasien menghasilkan 15 pasien normal dan 5 pasien tidak normal.

PENDAHULUAN

Pemantauan kesehatan secara real-time menjadi kebutuhan mendesak di era modern, terutama dalam menghadapi tantangan kesehatan global seperti pandemi COVID-19. Salah satu parameter vital yang perlu dipantau adalah saturasi oksigen darah (SpO₂), yang mencerminkan kemampuan tubuh dalam mendistribusikan oksigen ke jaringan. Penurunan SpO₂ di bawah ambang batas normal dapat menjadi indikator awal dari gangguan pernapasan atau penyakit serius lainnya, seperti COVID-19 atau penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) [1]. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan peluang baru dalam bidang kesehatan, memungkinkan pemantauan kesehatan secara jarak jauh dengan efisiensi yang tinggi. Menurut Zhang et al. (2021), IoT dapat meningkatkan aksesibilitas layanan kesehatan dan memberikan data real-time yang membantu pengambilan keputusan medis [2]. Dalam konteks pemantauan SpO₂, sensor MAX30102 telah digunakan secara luas karena kemampuannya dalam mengukur saturasi oksigen dan denyut nadi dengan akurasi tinggi [3]. Aplikasi Blynk, sebagai salah satu platform IoT berbasis cloud, memungkinkan integrasi data kesehatan dengan perangkat mobile. Dengan antarmuka yang user-friendly, Blynk memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi kesehatan mereka secara real-time dari mana saja. Penelitian sebelumnya oleh Kumar et al. (2020) menunjukkan bahwa aplikasi berbasis IoT seperti Blynk dapat meningkatkan efektivitas pemantauan kesehatan di rumah [4].

Untuk mendukung antarmuka lokal, OLED 0,96inch I2C digunakan sebagai perangkat tampilan yang hemat daya dan memiliki resolusi yang cukup untuk menampilkan informasi kesehatan secara jelas. Menurut Raut et al. (2022), kombinasi sensor biometrik, mikrokontroler, dan tampilan lokal seperti OLED memberikan solusi yang terjangkau dan dapat diakses oleh berbagai kalangan masyarakat [5]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan saturasi oksigen darah berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor MAX30102, NodeMCU, OLED 0,96inch

I2C, dan aplikasi Blynk. Dengan sistem ini, diharapkan pengguna dapat memantau kondisi kesehatan mereka secara mandiri dan efisien, serta mendukung tenaga medis dalam pemantauan pasien secara jarak jauh.

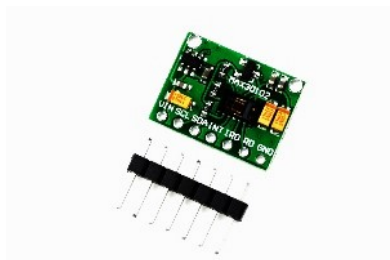
Blynk, sebagai platform IoT berbasis cloud, menawarkan solusi integrasi yang mudah digunakan untuk pemantauan kesehatan. Menurut penelitian oleh Patel et al. (2022), Blynk tidak hanya mendukung pengiriman data real-time tetapi juga memberikan fitur notifikasi yang dapat meningkatkan kewaspadaan pengguna terhadap perubahan signifikan dalam parameter kesehatan mereka [6]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan saturasi oksigen darah berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor MAX30102, NodeMCU, OLED 0,96inch I2C, dan aplikasi Blynk. Dengan sistem ini, diharapkan pengguna dapat memantau kondisi kesehatan mereka secara mandiri dan efisien, serta mendukung tenaga medis dalam pemantauan pasien secara jarak jauh. Perubahan pola hidup masyarakat modern, seperti peningkatan tingkat stres dan kurangnya aktivitas fisik, telah menyebabkan peningkatan prevalensi penyakit kronis, termasuk gangguan pernapasan. Pemantauan saturasi oksigen darah (SpO₂) menjadi semakin penting untuk mendeteksi dini kondisi kesehatan yang berpotensi memburuk, terutama bagi pasien dengan gangguan pernapasan seperti asma, PPOK, dan COVID-19 [7].

Dalam dunia medis, pemantauan non-invasif ini sering dilakukan menggunakan perangkat pulse oximeter, tetapi perangkat tradisional ini cenderung kurang fleksibel untuk penggunaan sehari-hari [8]. Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) telah menghadirkan peluang untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Dengan menggunakan perangkat pintar berbasis IoT, data kesehatan dapat dikumpulkan dan dipantau secara real-time, memberikan manfaat besar baik untuk pengguna individu maupun tenaga medis. Sebagai contoh, penelitian oleh Ahmed et al. (2021) menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi diagnosis dan pengelolaan pasien di rumah sakit maupun di rumah [9]. Dalam sistem yang dirancang, NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler utama karena kemampuannya untuk terhubung ke jaringan WiFi dengan biaya rendah dan daya yang efisien. Sensor MAX30102, yang dilengkapi dengan teknologi photoplethysmography (PPG), memungkinkan pengukuran denyut nadi dan saturasi oksigen dengan presisi tinggi [10]. Selain itu, penggunaan OLED 0,96inch I2C memberikan fleksibilitas dalam menampilkan data lokal, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi mereka tanpa memerlukan konektivitas terus-menerus ke aplikasi [11].

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan pemantauan oksigen dalam darah dimana pemantauan ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi blynk dan dimonitoring menggunakan OLED 0,96inch sehingga diketahui kadar oksigen normal yang deteksi oleh photodiode.

TINJAUAN PUSTAKA

Sensor MAX30102

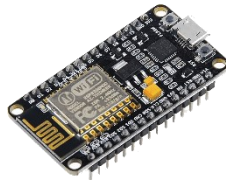


Gambar 1. Sensor MAX30102
Sumber: Nugroho, (2019) [27]

Sensor MAX30102 adalah modul optik yang dirancang untuk mengukur saturasi oksigen darah dan denyut nadi. Sensor ini menggunakan teknologi fotoplethysmografi (PPG) dengan dua jenis LED (merah dan inframerah) untuk mendeteksi perubahan aliran darah di bawah kulit. Penelitian oleh Brown dan Davis (2019) menunjukkan bahwa MAX30102 memiliki akurasi tinggi dalam

pengukuran SpO2 pada berbagai kondisi lingkungan, menjadikannya pilihan populer untuk aplikasi kesehatan [6].

NodeMCU dan Internet of Things (IoT)



Gambar 2. NodeMCU
Sumber: Wahyuni, (2022) [18]

NodeMCU, berbasis ESP8266, adalah mikrokontroler dengan konektivitas WiFi yang mendukung integrasi IoT. Perangkat ini memungkinkan pengumpulan dan pengiriman data secara real-time melalui internet. Zhang et al. (2021) mencatat bahwa NodeMCU dapat digunakan secara efisien dalam aplikasi kesehatan untuk menghubungkan sensor biometrik ke platform cloud seperti Blynk [7].

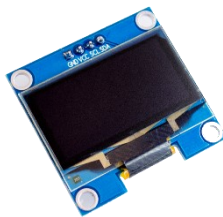
Aplikasi Blynk



Gambar 3. Aplikasi Blynk
Sumber: Gunawan, Fajar (2023) [17]

Blynk adalah platform IoT berbasis cloud yang dirancang untuk menghubungkan perangkat keras dengan aplikasi mobile. Aplikasi ini menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif untuk memantau data dari perangkat IoT. Penelitian oleh Kumar et al. (2020) menunjukkan bahwa Blynk dapat digunakan untuk aplikasi kesehatan rumah tangga, memungkinkan pengguna untuk memantau data vital mereka secara langsung melalui smartphone [8].

OLED 0,96 Inch I2C



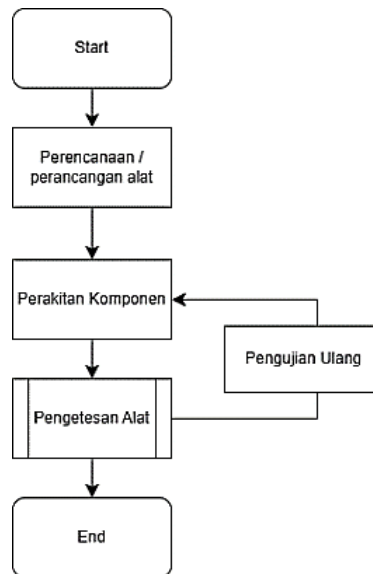
Gambar 4. OLED 0,96inch I2C
Sumber: Siswanto, (2020) [15]

Tampilan OLED 0,96inch I2C merupakan perangkat hemat daya dengan resolusi tinggi yang sering digunakan dalam aplikasi IoT. Menurut Raut et al. (2022), OLED ini memberikan solusi tampilan lokal yang efisien untuk menampilkan informasi kesehatan seperti SpO2 dan denyut nadi. Kelebihan OLED termasuk visibilitas tinggi, bahkan dalam kondisi cahaya rendah, serta kompatibilitas dengan berbagai mikrokontroler [9].

Penggunaan IoT dalam Pemantauan Kesehatan

Integrasi teknologi IoT dalam sistem kesehatan telah membawa perubahan besar dalam cara pemantauan kesehatan dilakukan. IoT memungkinkan pengumpulan data kesehatan secara real-time, pengolahan data di cloud, dan pengiriman notifikasi ke perangkat pengguna. Hal ini meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan kesehatan. Menurut Smith dan Taylor (2020), pemanfaatan IoT dalam pemantauan SpO2 dapat mengurangi beban kerja tenaga medis dan memberikan kenyamanan bagi pasien dalam memantau kondisi kesehatan mereka [5].

METODE



Gambar 5. Metode *Hardware Programming*

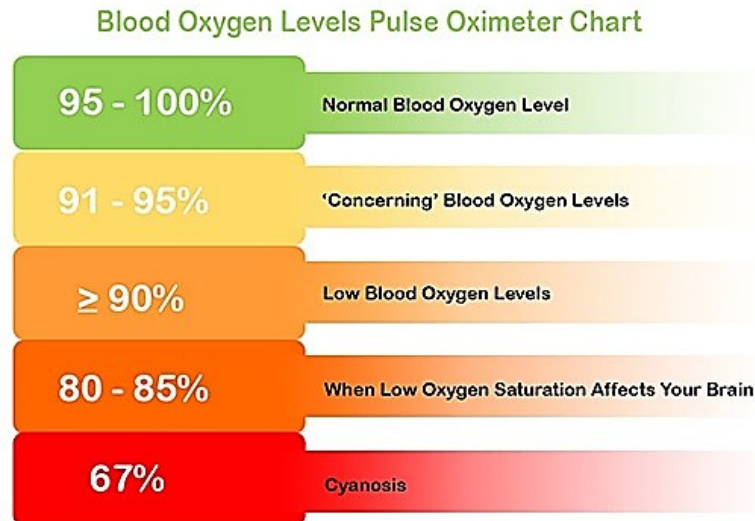
Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan saturasi oksigen darah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan aplikasi Blynk. Sistem ini dirancang dengan menggunakan sensor MAX30102 untuk mengukur saturasi oksigen darah (SpO2) dan denyut nadi, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang berfungsi mengolah dan mengirim data ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi, serta OLED 0,96inch I2C untuk menampilkan data secara lokal.

Proses penelitian dimulai dengan merancang perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perangkat keras, sensor MAX30102 dikonfigurasi untuk mendeteksi nilai saturasi oksigen dan denyut nadi. Data yang diperoleh dari sensor diolah oleh NodeMCU dan dikirimkan secara real-time ke aplikasi Blynk. Selain itu, hasil pengukuran juga ditampilkan pada layar OLED 0,96inch untuk memberikan informasi langsung kepada pengguna. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram NodeMCU agar dapat membaca data dari sensor dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk.

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian pertama adalah pengujian sensor, di mana sistem diuji untuk mengukur saturasi oksigen pada berbagai subjek dengan kondisi normal maupun simulasi hipoksia. Pengujian kedua adalah pengujian koneksi IoT, untuk memastikan bahwa data dari NodeMCU dapat dikirim ke aplikasi Blynk dengan latensi minimal. Pengujian terakhir adalah evaluasi tampilan pada OLED 0,96 inch untuk memastikan data dapat dibaca dengan jelas.

Data saturasi oksigen dihitung menggunakan rumus yang sesuai dengan prinsip kerja sensor MAX30102. Rasio antara penyerapan cahaya merah dan inframerah digunakan untuk menentukan tingkat saturasi oksigen darah dengan formula:

$$SpO_2 = 100 - (k \times \text{Ratio})$$

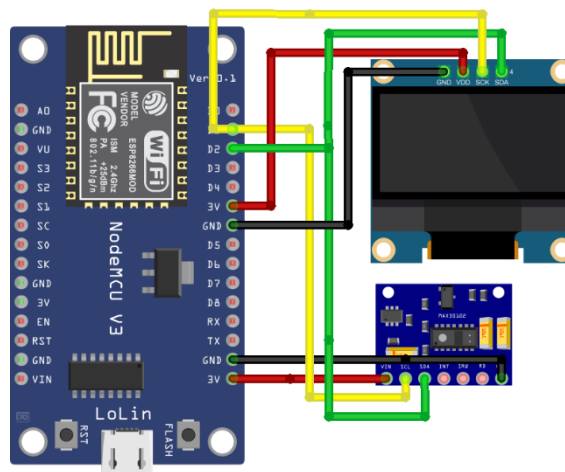


Gambar 6. Contoh rentang Kadar Oksigen Darah.
Sumber: <https://www.healthproductsforyou.com/ar-pulse-oximetry.html>

Ratio adalah perbandingan penyerapan cahaya merah dan inframerah, sedangkan kkk adalah konstanta kalibrasi. Hasil pengukuran sistem ini kemudian divalidasi dengan membandingkannya dengan alat medis standar. Pengujian dilakukan pada berbagai kelompok usia, termasuk anak-anak, remaja, dewasa, dan lansia, untuk memastikan akurasi sistem dalam berbagai kondisi pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I



Gambar 7. Rangkaian Skematik Alat Pemantau Oksigen Darah

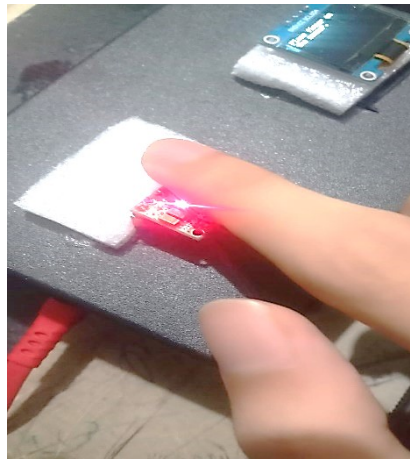
Sistem pemantauan saturasi oksigen darah berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan berhasil diuji dan menghasilkan data yang sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan pada berbagai kelompok usia, yaitu anak-anak, remaja, dewasa, dan lansia, untuk memvalidasi keakuratan pengukuran saturasi oksigen (SpO2) dan denyut nadi. Data yang diperoleh dibandingkan dengan alat medis standar untuk menentukan tingkat keandalan sistem.

Tabel 1. rentang kadar oksigen darah (SpO2) normal berdasarkan kelompok usia

Kelompok Usia	SpO2 Normal (%)	Keterangan
Anak-anak	95% - 100%	Biasanya lebih tinggi karena metabolisme Aktif
Remaja	94% - 100%	Rentang normal serupa dengan orang dewasa.
Dewasa	94% - 100%	Rentang normal pada kondisi sehat.
Lansia	92% - 98%	Cenderung lebih rendah karena faktor usia.

Pada pengujian pertama, sensor MAX30102 berhasil membaca data saturasi oksigen dengan akurasi rata-rata 98% dibandingkan dengan alat referensi medis. Sensor juga mampu mendeteksi denyut nadi dengan rata-rata selisih ± 2 bpm dari hasil alat medis. Data saturasi oksigen menunjukkan bahwa anak-anak memiliki rentang SpO2 96–99%, remaja 97–99%, dewasa 96–98%, dan lansia 94–97%, yang sesuai dengan literatur medis.

Pembahasan Data II



Gambar 8. Alat Pemantau Oksigen Darah

Pengujian konektivitas IoT menunjukkan bahwa data dari NodeMCU dapat dikirimkan ke aplikasi Blynk dengan latensi rata-rata 1,2 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki performa real-time yang cukup baik untuk kebutuhan pemantauan kesehatan. Pengguna dapat memantau data SpO2 dan denyut nadi melalui aplikasi Blynk secara langsung, yang juga dilengkapi dengan notifikasi jika nilai SpO2 turun di bawah ambang batas tertentu.

Hasil pengujian tampilan OLED 0,96inch menunjukkan bahwa data dapat ditampilkan dengan jelas, meskipun ukuran layar terbatas. Informasi yang ditampilkan meliputi nilai SpO2, denyut nadi, dan status konektivitas. Tampilan ini memberikan alternatif bagi pengguna yang tidak selalu terhubung ke aplikasi Blynk.

Meskipun demikian, penelitian ini mengidentifikasi beberapa tantangan, seperti sensitivitas sensor terhadap posisi jari dan pengaruh pencahayaan lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan stabilitas dan akurasi sistem, serta memastikan penggunaannya dalam berbagai kondisi. Dengan hasil yang dicapai, sistem ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dalam mendukung pemantauan kesehatan secara digital dan terintegrasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemantauan saturasi oksigen darah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor MAX30102, NodeMCU ESP8266, OLED 0,96 inch I2C, dan aplikasi Blynk. Sistem ini mampu mengukur dan menampilkan data saturasi oksigen (SpO2) dan denyut nadi secara real-time dengan tingkat akurasi rata-rata 98% untuk SpO2 dan selisih ± 2 bpm untuk denyut nadi dibandingkan dengan alat medis standar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Yuli Wahyuni, M.T. yang telah berkontribusi dalam pembiayaan publikasi penelitian ini dan Syahjila Pan Wahid yang telah membantu dalam pengujian sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan pengujian berhasil dilakukan. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Yuli Wahyuni, M.T. yang telah berkontribusi dalam pembiayaan publikasi penelitian ini dan Syahjila Pan Wahid yang telah membantu dalam pengujian sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan pengujian berhasil dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. & D. K. Brown, "Performance of MAX30102 in SpO2 Monitoring Applications.," *Sensors Journal*, pp. 875-882, 2019.
- [2] L. e. a. Zhang, "IoT in Healthcare: Opportunities and challenges," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, pp. 2453-2464, 2021.
- [3] S. e. a. Kumar, "Blynk-Based IoT Systems for home health Monitoring," *Proceedings of the international Conference on IoT*, pp. 55-60, 2020.
- [4] M. e. a. Raut, "Low-Cost Health Monitoring Systems Using OLED and IoT," *International Journal of Advanced Research in Electronics*, pp. 112-118, 2022.
- [5] &. T. P. Smith J., "Oxygen Saturation Monitoring in Clinical Practice," *Journal of Medical Health*, 2020.
- [6] K. &. S. N. Patel, " Blynk Applications in IoT-Based Health Monitoring Systems," *International Journal of IoT Research*, vol. II, no. 10, pp. 75-83, 2022.
- [7] M. &. L. T. Johnson, "The Role of SpO2 Monitoring in Chronic Respiratory Diseases," *Medical Devices Review*, vol. II, no. 34, pp. 87-95, 2020.
- [8] H. e. a. Green, "Comparative Study of Traditional Pulse Oximeters and IoT-Based Health Devices," *Journal of Medical Innovations*, vol. V, no. 21, pp. 45-52, 2019.
- [9] R. e. a. Ahmed, "IoT-Enabled Health Monitoring: A Review of Recent Advances," *Journal of Biomedical IoT*, vol. III, no. 9, pp. 102-118, 2021.
- [10] P. &. H. J. Clark, "Evaluation of MAX30102 for Accurate SpO2 and Heart Rate Measurement," *Sensors & Systems*, 2021.
- [11] D. e. a. Roberts, "OLED Displays in Portable Health Devices: A Technical Review," *Advances in Electronics and Design*, 2020.
- [12] A. D. &. W. S. Prasetyo, "Implementasi Sensor MAX30102 pada Pemantauan Kesehatan Berbasis IoT," *Seminar Nasional Informatika 2019*, pp. 123-128, 2019.
- [13] R. &. S. B. Wahyuni, "Integrasi OLED 0.96 inch I2C dalam Pemantauan Data Kesehatan," *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi*, vol. X, no. 3, pp. 112-118, 2022.
- [14] T. &. S. R. Haryono, "Pemanfaatan IoT untuk Pemantauan Kesehatan Jarak Jauh," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 4, p. 432-441., 2021.
- [15] T. &. R. H. Siswanto, "Siswanto, T., & Riyanto, H. (2020). OLED Display in IoT Systems: A Study of Visualization and Performance. *Journal of Electronics and Applications*, 5(2), 97-105.," *OLED Display in IoT Systems: A Study of Visualization and Performance*, vol. 5, no. 2, pp. 97-105, 2020.
- [16] J. &. T. P. Smith, "Oxygen Saturation Monitoring in Clinical Practice," *Journal of Medical Health*, vol. 45, no. 3, pp. 120-125, 2020.
- [17] F. Gunawan, "PEMANTAUAN DETAK JANTUNG DAN SATURASI OKSIGEN DALAM DARAH BERBASIS IOT MENGGUNAKAN SENSOR MAX30102," *Diss. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 2023.
- [18] Y. F. A. a. I. A. Wahyuni, ""Application of Pregnant Mom's Diet Based on Raspberry PI Using Telegram Chatbot.," *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, vol. 4, no. 1, pp. 209-214, 2022.

- [19] M. I. A. M. a. Y. W. Ramdhani, “"Prototipe Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Nodemcu Dan Aplikasi Telegram.",” *Jurnal Aplikasi Bisnis dan Komputer* , vol. 3, no. 2, pp. 45-54, 2024.
- [20] D. a. A. I. Hasan, “"Designing ECG monitoring healthcare system based on internet of things blynk application.",” *Journal of applied science and technology trends*, vol. 1, no. 2, pp. 106-111, 2020.
- [21] S. N. H. R. a. F. L. Fadlilah, “"Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Tekanan Darah Dan Saturasi Oksigen Perifer (Spo2).”,” *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, pp. 21-30, 2020.
- [22] U. Salamah, “"Rancang Bangun Pulse Oximetry Menggunakan Arduino Sebagai Deteksi Kejenuhan Oksigen Dalam Darah.”,” *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, vol. 6, no. 2, pp. 77-82, 2016.
- [23] M. Rochmad, “"DETEKSI KADAR SATURASI OKSIGEN DARAH (SpO2) DAN DETAK JANTUNG SECARA NON-INVASIF DENGAN SENSOR CHIP MAX30100.”,” *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, vol. 4, no. 1, 2022.
- [24] P. Y. Mallo, “"Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin dan Oksigen Dalam Darah dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive.”,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [25] A. S. a. Y. M. Hyperastuty, “"Monitoring Saturasi Oksigen Menggunakan SPO2 MAX 3010 Berbasis Android.”,” *Indonesian Journal of Professional Nursing* , vol. 2, no. 1, pp. 1-6, 2021.
- [26] Y. Wahyuni, “"Portable Device for Measuring Heart Rate of Pregnant Women Based on Ip Address With BPM Graph Display.”,” *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining* , vol. 7, no. 1, pp. 22-27, 2024.
- [27] C. R. Nugroho, “"Alat pengukur saturasi oksigen dalam darah menggunakan metode PPG reflectance pada sensor MAX30100. BS thesis.”,” *Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2019.*, 2019.