

Monitoring Level Kesehatan melalui Detak Jantung dan Kadar Oksigen dengan *Internet of Things* berbasis Android

Dody Wahjudi¹, Eko Sudaryanto², Tegar Suprayitno³, Isra' Nuur Darmawan⁴^{1,2,3,4}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto

Article Info**Article history:**

Received: 30 Agustus 2023

Received in revised form: 30 Oktober 2023

Accepted: 30 November 2023

Available online: 30 November 2023

Keywords:

MAX30100

Heart rate

Oximeter

Internet of Things (IoT)

Kata Kunci:

MAX30100

Detak jantung

Oksimeter

Internet of Things (IoT)

ABSTRACT

HEALTH LEVEL MONITORING THROUGH HEART RATE AND OXYGEN LEVEL DETECTION WITH ANDROID-BASED INTERNET OF THINGS One of the most important organs of the human body is the heart. The heart manages the circulation of oxygen-rich blood and transports food waste from the body. Heart rate can help diagnose heart problems and show how healthy the heart is. The aim of this research is to create a tool to monitor the work of the heart through heart rate and oxygen levels in the blood vessels to determine the level of heart health via the Internet of Things (IoT). The research method used was to create a prototype designed with IoT using the ESP32 Node MCU and the Blynk application via the MAX30100 sensor. Testing the sensor voltage obtained an average input voltage value of 4.14 V and an output voltage of 3.3 V. The average error value was 0.6 V and the percentage calculation was 79.7%. Monitoring tools to detect oxygen levels in blood vessels and successfully read data. The test results in table 3.3 were carried out with an average heart detection result of 82.6 BPM (Beat per Minute) and an oxygen level detection result of 95%. Monitoring can also be seen via the Blynk application on Android or other gadgets. The sensor reading results for oxygen levels are almost accurate, having the same reading value, while the heart rate measurement results are less variable according to physical conditions. Using the Blynk application is very easy to use both directly and remotely.

Salah satu organ tubuh manusia yang paling penting adalah jantung. Jantung mengelola sirkulasi darah yang kaya oksigen dan mengangkut sisa makanan dari tubuh. Detak jantung dapat membantu mendiagnosa masalah jantung dan menunjukkan seberapa sehat jantung. Tujuan dari riset ini yaitu membuat alat untuk memonitoring kerja jantung melalui detak jantung dan kadar oksigen dalam pembuluh darah untuk mengetahui level kesehatan jantung melalui Internet of Things (IoT). Metode riset yang dilakukan membuat prototype yang dirancang dengan IoT menggunakan Node MCU ESP32 dan aplikasi Blynk melalui sensor MAX30100. Pengujian tegangan sensor didapatkan nilai rata-rata tegangan input 4,14 V dan tegangan output 3.3 V. Untuk rata-rata nilai eror 0,6 V dan perhitungan persentasenya 79,7%. alat monitoring untuk mendeteksi dan kadar oksigen dalam pembuluh darah berhasil untuk membaca data. Hasil pengujian pada tabel 3.3 dilakukan memiliki rata-rata hasil deteksi jantung 82,6 BPM (*Beat per Minute*) dan pengukuran hasil deteksi kadar oksigen sebesar 95%. Monitoring juga dapat dilihat melalui aplikasi blynk dari android atau gadgeted lainnya. Hasil pembacaan sensor untuk kadar oksigen hampir akurat mempunyai nilai baca yang sama, sedangkan untuk hasil pengukuran detak jantung kurang berubah-ubah sesuai dengan keadaan fisik. Dengan menggunakan aplikasi Blynk sangat mudah digunakan baik secara langsung maupun jarak jauh.

Corresponding author:

Dody Wahjudi

Program Studi Teknik Elektro Universitas Wijayakusuma Purwokerto

Jalan Beji Karangsalam, Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah, 53152, Indonesia

E-mail addresses: dodywahjudi@unwiku.ac.id

1. Pendahuluan

Tekanan darah, saturasi oksigen, dan denyut nadi adalah beberapa tanda vital yang menunjukkan fungsi fisiologis penting tubuh manusia [1]. Tanda penting ini dapat menunjukkan bahwa seseorang baik-baik saja atau sakit. Denyut jantung, juga dikenal sebagai denyut jantung, yaitu jumlah denyut jantung per menit atau beat per minute (bpm), adalah indikator penting kesehatan yang berkaitan dengan kondisi sistem kardiovaskular manusia [2], [3]. Jumlah denyut jantung per menit dapat menunjukkan kondisi fisiologis seseorang, seperti tingkat aktivitas, tingkat stres, dan tingkat tidur [4].

Salah satu organ tubuh manusia yang paling penting adalah jantung, dengan mengelola sirkulasi darah yang kaya oksigen dan mengangkut sisa makanan dari tubuh [5], [6]. Detak jantung menunjukkan kekuatan jantung, ketika akan mati jika jantung berhenti berdetak karena darah tidak lagi mengalir untuk menyalurkan sari makanan [7]. Informasi tentang detak jantung sangat penting untuk memantau kesehatan seseorang saat berolahraga. Detak jantung dapat membantu mendiagnosa masalah jantung dan menunjukkan seberapa sehat jantung [8]. Hasil observasi di ruang rawat inap Puskesmas Wanareja ketika salah satu pasien mengalami kondisi yang menunjukkan tanda-tanda vital, mereka harus diawasi secara teratur. Pada saat perawat tidak dapat melihat pasien secara langsung, perawat jaga memantau kondisi pasien dengan menuliskannya secara manual di atas kertas besar di depan kamar pasien. Maka dari itu inspirasi untuk melakukan penelitian tentang pembuatan alat yang dapat melacak denyut nadi dan saturasi oksigen secara online secara langsung dan terus menerus melalui smartphone, pemantauan ini menggunakan *Internet of Things* (IoT). IoT adalah suatu jaringan yang menghubungkan berbagai objek dengan alamat IP (*Internet Protocol*) dan

identitas yang sama [9], [10]. Dengan demikian, perawat dapat memantau pasien dengan smartphonenya bahkan saat mereka tidak berada di rumah sakit.

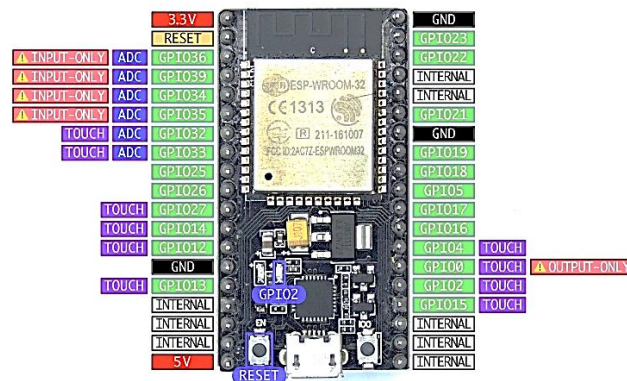
2. Landasan Teori

2.1. Internet of Thing (IoT)

Dalam internet of things (IoT), semua objek fisik atau perangkat di sekitar kita terhubung ke internet dan dapat berkomunikasi satu sama lain [11]. Tujuan utama IoT adalah untuk membuat objek sehari-hari menjadi pintar, memberi pengguna kontrol yang lebih baik, dan memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan berbagi data dengan perangkat lain [12], [13]. Perangkat Internet of Things (IoT Devices): Ini adalah perangkat fisik yang memiliki perangkat lunak, perangkat keras, dan sensor yang memungkinkan mereka terhubung ke internet [14]. Contohnya dalam penelitian ini menggunakan Sensor MAX30100 untuk menerima sinyal detak jantung dan kadar oksigen. Kemudian dilakukan komunikasi melalui akses internet untuk mengirim dan menerima data; teknologi jaringan nirkabel seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau protokol Internet of Things spesifik seperti MQTT atau CoAP dapat digunakan untuk melakukan ini [15].

2.2. Node MCU ESP32

NodeMCU ESP32 sesuai gambar 2.1 merupakan komponen berbasis mikrokontroler ESP32 yang dirancang untuk proyek Internet of Things (IoT) [16], [17]. ESP32 sendiri adalah mikrokontroler yang sangat kuat, dan dilengkapi dengan WiFi dan Bluetooth, dimana kemampuan ESP32 untuk berkomunikasi melalui Bluetooth dan terhubung ke jaringan WiFi adalah salah satu keunggulannya yang paling menonjol [18]. Dimana dalam riset ini NodeMCU ESP32 digunakan untuk menjembatani dalam monitoring detak jantung dan kadar oksigen dalam darah ke aplikasi android.



Gambar 2.1 NodeMCU ESP32 [18]

2.3. Sensor MAX30100

Sensor MAX30100 pada gambar 2.2 sangat disukai untuk proyek yang membutuhkan pemantauan kesehatan non-invasif, terutama dalam pembuatan perangkat kesehatan pintar dan *wearable* [19]. Teknologi fotoplethismografi (PPG) digunakan oleh sensor MAX30100 untuk mengidentifikasi perubahan volumetrik dalam pembuluh darah yang terkait dengan detak jantung [20], [21]. Dengan demikian, sensor ini dapat memberikan informasi tentang denyut jantung individu [22]. Selain menghitung detak jantung, MAX30100 juga dapat mengukur kadar oksigen dalam darah dengan melihat bagaimana hemoglobin menyerap cahaya inframerah dan merah dalam darah.

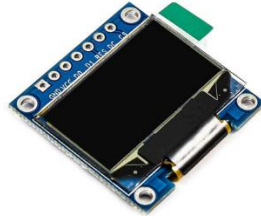


Gambar 2.2 Sensor MAX30100 [20]

2.4. Blynk dan OLED

Blynk dan OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) dalam riset ini digunakan sebagai output untuk mengetahui monitoring dari kadar oksigen dan detak jantung. Blynk telah menjadi pilihan yang populer di kalangan pengembang Internet of Things, terutama ingin memiliki kemampuan untuk memantau dan mengendalikan perangkat dengan cepat dan mudah melalui perangkat seluler/ android/ smartphone [23]. Pengguna dapat membuat aplikasi seluler dengan Blynk yang dapat berinteraksi dengan berbagai perangkat fisik, seperti mikrokontroler Arduino, Raspberry Pi, dan lainnya [24].

Pada gambar 2.3 OLED digunakan karena penyusunnya berbahan organik menghasilkan cahaya berbeda dengan layer LCD (*Liquid Crystal Display*), yang membutuhkan penerangan belakang, OLED dapat menghasilkan cahaya sendiri, yang membuatnya lebih tipis, lebih lentur, dan memberikan kontras yang lebih tinggi [25], [26].

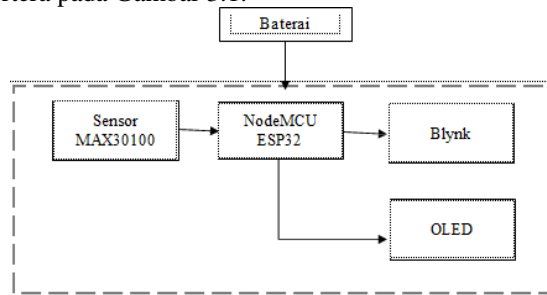


Gambar 2.3. OLED (*Organic Light-Emitting Diode*)

3. Metode Penelitian

3.1. Diagram Blok Rangkaian

Untuk mempermudah dalam memahami cara kerja dalam pembuatan alat deteksi detak jantung dan monitoring kadar oksigen berbasis android maka dibuat sebuah blok diagram rangkaian yang merupakan garis besar dari cara kerja rangkaian tersebut yang tertera pada Gambar 3.1.

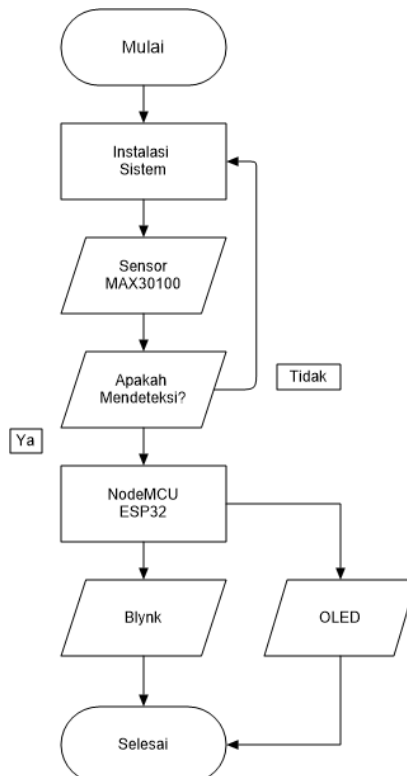


Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Gambar 3.1 diatas menunjukkan bahwa sensor MAX30100 adalah sebagai input, NodeMCU sebagai penerima inputan dari sensor MAX30100. Kemudian NodeMCU mengolah data dari sensor MAX30100 dan diteruskan ke komponen output.

3.2. Flowchart

Sistem ini terdiri dari kedua komponen: perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak menjalankan semua operasi perangkat keras. Diagram flow chart sistem monitoring heat rate dan kadar oksigen dalam darah dapat dilihat pada Gambar 3.2.

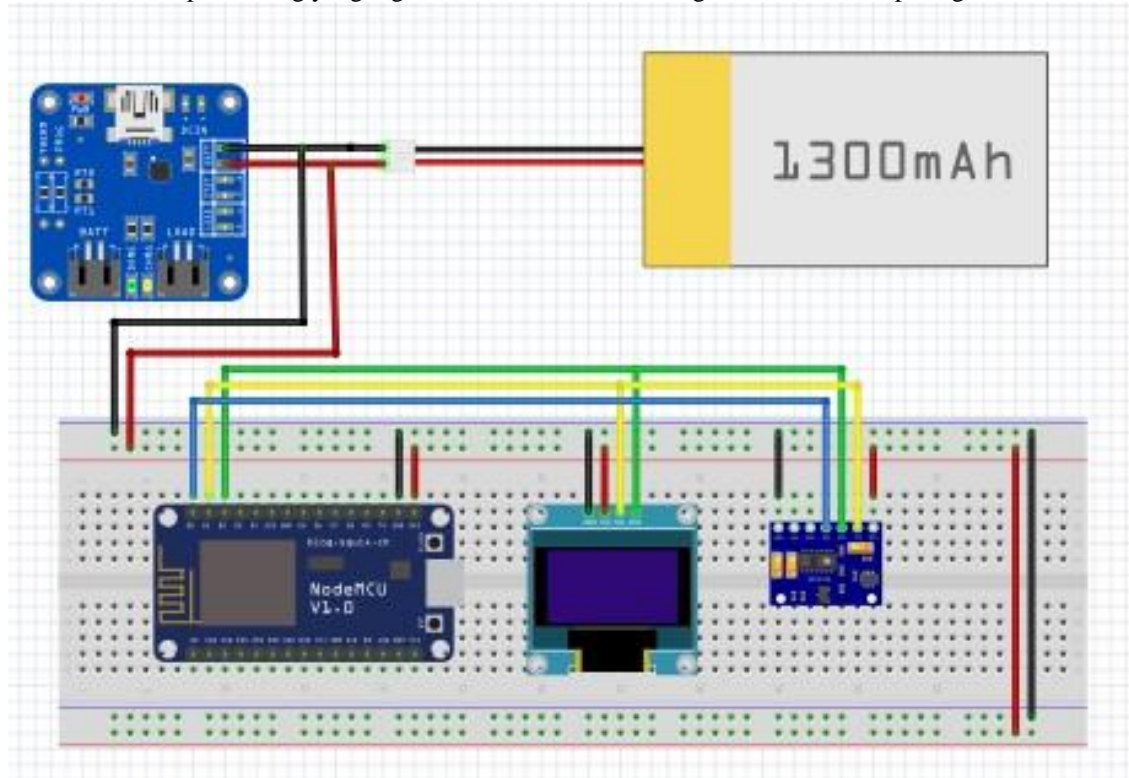


Gambar 3.2 Flowchart Program

- a. Sensor max30100 sebagai input-an yang akan mendeteksi heart rate dan kadar oksigen dalam darah, jika mendeteksi data akan dikirim ke nodemcu dan jika tidak mendeteksi akan kembali ke insalasi sistem
- b. NodeMCU sebagai mikrokontroler, berfungsi memproses data yang dikirim dari sensor max30100 untuk kirimkan ke output
- c. Jika sensor max30100 mendeteksi perintah maka akan di konversikan oleh Esp8266 untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya
- d. Aplikasi Blynk dan Oled sebagai output, berfungsi menerima data dari nodemcu untuk ditampilkan diaplikasi Blynk dan Oled.

3.3. Perancangan Elektronika

Perancangan elektronika pada alat “Rancang Bangun Monitoring Heart Rate Dan Kadar Oksigen Dalam Darah Sebagai Iindikator Level Kesehatan Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Smart Phone Android” menjelaskan tentang rangkaian elektronika dari alat tugas akhir secara keseluruhan mulai dari mikrokontroler yang digunakan dan modul pendukung yang digunakan untuk skematik rangkaian bisa dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Program

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengujian Program

Pengujian program bertujuan untuk mengetahui sejauh mana program dapat berjalan dengan normal. Program dapat berjalan dengan normal sesuai dengan perintah yang kita programkan. Mulai dengan penggunaan library yang akan digunakan akan mempengaruhi berhasil atau tidaknya program yang akan kita buat. Jika program sudah dibuat mulai dari memasukan library sampai pemanggilan setiap perintah, maka program dapat di cek apakah masih terdapat error dengan menekan perintah *Compile*. Ketika program sudah tidak terdapat error dapat dipastikan program dapat berjalan dengan normal [27]. Hasil dari program dapat dilihat pada serial monitor aplikasi Arduino IDE seperti pada Gambar 4.2. Sedangkan output program juga dapat dilihat pada aplikasi Blynk yang sudah dapat monitor hasil program

4.2. Pengujian Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler yaitu pengujian pada mikrokontroler yang digunakan pada rancang bangun ini adalah NODE MCU ESP8266. Ada beberapa tahapan dalam pengujian papan mikrokontroler adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan dengan cara mengkoneksikan papan mikrokontroler dengan PC menggunakan kabel USB.
1. Kemudian dicek menggunakan aplikasi windows yaitu Arduino IDE untuk mengetahui mikrokontroler dapat terhubung dengan baik dan benar di menu tools dan port
2. Setelah itu upload program yang telah dibuat upload sesuai dengan port mikrokontroler yang akan digunakan. Jika upload sudah berhasil dan tidak terdapat error, maka menandakan bahwa mikrokontroler siap digunakan
3. Untuk mengetahui mikrokontroler berjalan dengan baik dan benar, bisa monitoring dengan menu serial monitor Arduino IDE
4. Pengukuran tegangan pada mikrokontroler ESP8266, dapat diukur dengan menggunakan AVO Meter. Pengukuran tegangan dilakukan untuk mengetahui hasil dari tegangan input dan output pada mikrokontroler.

Hasil pengujian tegangan dari mikrokontroler dapat dilihat pada Tabel 1 dan dokumentasi pengukuran tegangan dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan Mikrokontroler ESP8266

NO	Spesifikasi	Tegangan Input	Tegangan Output	Error I/O
1	3,3 V	4,5 V	4,05V	0,45V
2	3,3 V	4,7 V	4,02V	0,67V
3	3,3 V	4,6 V	4,04V	0,56V
4	3,3 V	4,6 V	4,04V	0,56V
5	3,3 V	4,5 V	4,04V	0,45V
Rata-rata		4,58 V	4,04 V	0,54 V



Gambar 4.1 Pengukuran Tegangan Mikrokontroler

Pada proses pengukuran tegangan mikrokontroler sehingga didapatkan hasil bahwa dapat berjalan dengan baik, dan berfungsi sesuai dengan program yang telah dibuat menggunakan Bahasa pemrograman pada Arduino IDE.

4.3. Pengujian Sensor MAX30100

Pada pengujian MAX30100 yang digunakan untuk Rancang Bangun Monitoring Heart Rate Dan Kadar Oksigen Dalam Darah Sebagai Indikator Level Dan Kesehatan Berbasis *Internet of Things* (Iot) Menggunakan Smartphone Android dilakukan pengukuran tegangan input dan tegangan output pada sensor Max30100. Dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara spesifikasi komponen dan kondisi sensor secara *real*. Tegangan kerja sensor ini didapatkan dari tegangan 3.3V yang dikeluarkan oleh mikrokontroler. Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan multi tester. Berikut hasil pengukuran tegangan dari sensor Max30100 yang bisa dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengukuran Tegangan sensor Max30100

NO	Spesifikasi	Tegangan Input	Tegangan Output	Error I/O
1	3,3V	4,1V	3,3V	0,4V
2	3,3V	4,2V	3,3V	0,9V
3	3,3V	4,2V	3,3V	0,9V
4	3,3V	4,1V	3,3V	0,4V
5	3,3V	4,1V	3,3V	0,4V
Rata-rata		4,14 V	3,3 V	0,6 V

Pada pengujian tegangan sensor ini sesuai tabel 4.2 didapatkan nilai rata-rata tegangan input 4,14 V dan tegangan output 3.3 V. Untuk rata-rata nilai eror 0,6 V dan perhitungan persentasenya 79,7% dari hasil pengukuran tegangan. Kemudian dilakukan untuk mendeteksi tekanan darah dan kadar oksigen pada darah. Untuk pengujian secara langsung juga dilakukan uji coba untuk mengukur detak jantung dan kadar oksigen pada manusia dalam keadaan sehat, yang bisa dilihat pada Gambar 4.2 dan hasil ukur dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian deteksi sensor Max30100

NO	Pengujian Ke-	Hasil deteksi detak jantung (BPM)	Hasil deteksi kadar oksigen
1	Pengujian 1	94	94%

2	Pengujian 2	96	95%
3	Pengujian 3	84	95%
4	Pengujian 4	75	95%
5	Pengujian 5	72	96%
6	Pengujian 6	86	95%
7	Pengujian 7	74	95%
8	Pengujian 8	76	95%
9	Pengujian 9	89	94%
10	Pengujian 10	80	96%
Rata-rata		82,6	95,00%



Gambar 4.2 Hasil uji coba mengukur detak jantung dan kadar oksigen pada manusia dalam keadaan sehat

Pada tabel 4.3 dan gambar 4.2 alat monitoring untuk mendeteksi dan kadar oksigen dalam pembuluh darah berhasil untuk membaca data. Hasil pengujian pada tabel 3.3 dilakukan memiliki rata-rata hasil deteksi jantung 82,6 BPM (*Beat per Minute*) dan pengukuran hasil deteksi kadar oksigen sebesar 95%. Monitoring juga dapat dilihat melalui aplikasi blynk dari android atau gadget lainnya.

5. Kesimpulan

Rancang Bangun Monitoring Heart Rate Dan Kadar Oksigen Dalam Darah Sebagai Indikator Level Dan Kesehatan Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Smartphone Android dapat disimpulkan penggunaan sensor MAX30100 mampu membaca detak jantung melalui tekanan darah dan kadar oksigen manusia melalui peredaran darah. Dengan menerapkan sistem Internet of Things (IoT) mampu mempermudah monitoring dan memantau hasil baca sensor dari jarak jauh. Menerapkan teknologi untuk memantau Kesehatan tubuh manusia mampu dilakukan dengan mudah. Pengaplikasian diterapkannya penelitian ini mampu menambah dan mengedukasi pembaca akan pentingnya mengetahui Kesehatan seputar kadar oksigen dalam tubuh, dan Kesehatan jantung yang terutama masih sangat awam di kalangan masyarakat. Merancang dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU8266, sensor MAX30100, dan LCD oled mampu dirancang menjadi heart rate dan oximeter yang berbasis IoT. Hasil pembacaan sensor untuk kadar oksigen hampir akurat mempunyai nilai baca yang sama, sedangkan untuk hasil pengukuran detak jantung kurang berubah- ubah sesuai dengan keadaan fisik. Dengan menggunakan aplikasi Blynk sangat mudah digunakan baik secara langsung maupun jarak jauh.

Daftar Pustaka

- [1] Fadlilah, Siti, Nazwar Hamdani Rahil, and Fransiska Lanni. "Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Tekanan Darah Dan Saturasi Oksigen Perifer (Spo2)." *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada* (2020): 21-30.
- [2] Qahar, Adha Nur. "Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada Anak Menggunakan Satu Sensor." (2018).
- [3] Gunawan, Hanapi. "Alat Untuk Memperagakan Irama Denyut Jantung Sebagai Bunyi dan Pengukur Kecepatan Denyut Jantung Melalui Elektroda pada Telapak Tangan." *Maranatha Electrical Engineering Journal* 2.1 (2011): 147620.
- [4] Penggalih, Mirza Hapsari Sakti Titis, Marina Hardiyanti, and Fadhila Ika Sani. "Perbedaan perubahan tekanan darah dan denyut jantung pada berbagai intensitas latihan atlet balap sepeda." *Jurnal Keolahragaan* 3.2 (2015): 218-227.
- [5] Kurniasih, Tjitjih. *Sistem Organ Manusia*. Deepublish, 2018.
- [6] Juwana, Caresa. *Visualisator mekanisme kerja jantung manusia*. Diss. Widya Mandala Catholic University Surabaya, 2012.
- [7] Wamiliana, Wamiliana, Ade Hardiyanti, and Wisnu Wardhana. "Penerapan Algoritma Sequential Search dalam Proses Pencarian Informasi pada Sistem Pembelajaran Organ Jantung Manusia." *Jurnal Komputasi* 2.2 (2016).

- [8] Anggraini, Dian Isti, and Zulfa Labibah. "Diet Mediterania dan Manfaatnya terhadap Kesehatan Jantung dan Kardiovaskular." *Jurnal Majority* 5.3 (2016): 188-193.
- [9] Laghari, Asif Ali, et al. "A review and state of art of Internet of Things (IoT)." *Archives of Computational Methods in Engineering* (2021): 1-19.
- [10] Balaji, Subramanian, Karan Nathani, and Rathnasamy Santhakumar. "IoT technology, applications and challenges: a contemporary survey." *Wireless personal communications* 108 (2019): 363-388.
- [11] Murad, S. A. Z., et al. "Design of internet of things based air pollution monitoring system using thingspeak and blynk application." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1962. No. 1. IOP Publishing, 2021.
- [12] Syarifudin, Shofi, Rizky Mubarak, and Edmund Ucok Armin. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Pakan Pada Kandang Ayam Berbasis Internet Of Things menggunakan NODEMCU ESP8266." (2021): 29-35.
- [13] Fauzi, Muhammad Ahsan, Nasrulloh Nasrulloh, and Edmud Ucok Armin. "WEIGHBRIDGE AUTOMATED SYSTEM USING ESP 8266 MCU NODE: Array." *Journal of Electronic and Electrical Power Applications* 1.2 (2021): 8-14.
- [14] Murdiantoro, Randi Adzin, Ahmad Izzinnahadi, and Edmund Ucok Armin. "Sistem pemantauan kondisi air hidroponik berbasis internet of things menggunakan NodeMCU ESP8266." *JTECE (Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering)* 3.2 (2021): 54-61.
- [15] Ansari, Danish Bilal, Atteeq-Ur Rehman, and Rizwan Ali. "Internet of things (iot) protocols: a brief exploration of mqtt and coap." *International Journal of Computer Applications* 179.27 (2018): 9-14.
- [16] Anggrawan, Anthony, Sirojul Hadi, and Christofer Satria. "IoT-Based garbage container system using NodeMCU ESP32 microcontroller." *Journal of Advances in Information Technology Vol* 13.6 (2022).
- [17] Purnomo, Dandy Cahyo, Efri Sandi, and Muhammad Yusro. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung (Electrocardiogram) Suhu Tubuh Denyut Nadi Berbasis Nodemcu Esp32 Dan Esp8266 Dengan Menggunakan Wearable Device." *JURNAL PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNIK ELEKTRONIKA (JVoTE)* 5.1 (2022): 1-9.
- [18] Prasetya, Wawas Dwi, Moethia Faridha, and Saiful Karim. "PERANCANGAN ALAT PENGUKUR SUHU TUBUH, DETAK JANTUNG DAN OKSIGEN DALAM DARAH DENGAN MIKROKONTROLLER NODEMCU ESP32 BERBASIS WEB INTERNET OF THINGS (IOT)." *Prosiding SainsTeKes 2* (2021): 44-57.
- [19] Suprayitno, E. Agus, Akhmad Setiawan, and Rohman Dijaya. "Design of instrumentation in detecting blood sugar levels with non-invasive technique base on IoT (Internet of Things)." *Int J Eng Technol 2018 7* (2018): 440-2.
- [20] Annapurna, B., et al. "Max 30100/30102 sensor implementation to viral infection detection based on Spo2 and heartbeat pattern." *Annals of the Romanian Society for Cell Biology* (2021): 2053-2061.
- [21] Sari, Nila Novita, et al. "Telemedicine for silent hypoxia: Improving the reliability and accuracy of Max30100-based system." *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci* 22.3 (2021): 1419-1426.
- [22] Esmaeiliazad, Tina. "Special Study of Earlobe Pulse Oximeter Using MAX30100 for Detecting SpO2 and Heart Beat." *ACADEMIC JOURNAL* (2021).
- [23] Sianipar, Hendra Putra, Zulfian Azmi, and Khairi Ibnutama. "MONITORING INFUS PADA PASIEN BERBASIS IOT DENGAN APLIKASI BLYNK MENGGUNAKAN METODE SIMPLEX." *Jurnal Cyber Tech* 5.2 (2023): 74-80.
- [24] Putra, Iqbal Anshari, Achmad Ali Muayyadi, and Doan Perdana. "Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Menggunakan Sensor Pulse Dan Blynk Application Berbasis Internet Of Things." *eProceedings of Engineering* 9.6 (2023).
- [25] Chiang, Chien-Jung, et al. "Mechanical modeling of flexible OLED devices." *Organic Electronics* 10.7 (2009): 1268-1274.
- [26] Zampetti, Andrea, Alessandro Minotto, and Franco Cacialli. "Near-infrared (NIR) organic light-emitting diodes (OLEDs): challenges and opportunities." *Advanced Functional Materials* 29.21 (2019): 1807623.
- [27] J. Dian, F. D. Silalahi, and N. D. Setiawan, "Sistem Monitoring Detak Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android," *JUPITER (Jurnal Penelit. Ilmu dan Teknol.Komputer)*, vol. 13, no. 2, pp. 69– 75, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/jupiter/article/view/3669>.