

PENGARUH PANJANG GELOMBANG CAHAYA DENGAN MEMVARIASI WARNA LED TERHADAP HASIL PENGUKURAN DENYUT JANTUNG BERBASIS SENSOR PULSE HW-827

Irwan Novianto¹, Hendrik^{2*}, Rio Ardiansyah³,

Ahmad Fahrudin Ma'arif⁴, Adelia Octora Pristi Sahida⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi,

Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta

Jl. Ringroad Barat, Dowangan, Banyuraden, Kec. Gamping, Kabupaten Sleman, Yogyakarta

*Email: hendrik.elk22@student.unu-jogja.ac.id

Abstrak

Jantung adalah organ vital yang mengatur aliran darah ke seluruh tubuh, dengan denyut jantung sebagai indikator kesehatan. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas sensor detak jantung HW-827 dengan variasi warna LED (merah, jingga, hijau, biru) dalam mengukur denyut jantung. Sensor menggunakan cahaya untuk mendeteksi perubahan volume darah setiap kali jantung memompa darah. Tahapan penelitian meliputi perancangan perangkat keras dengan modifikasi warna LED, perancangan perangkat lunak menggunakan Arduino IDE, serta pengujian dan pengambilan data dari responden dalam kondisi normal. Data diambil 10 kali untuk setiap warna LED. Hasil menunjukkan bahwa LED merah memberikan hasil BPM tertinggi (98,5 BPM), diikuti LED jingga (94 BPM), sedangkan LED hijau (54,8 BPM) dan biru (46,7 BPM) memberikan hasil lebih rendah. Analisis data menunjukkan bahwa semakin lebar panjang gelombang cahaya, nilai BPM yang terukur cenderung meningkat. Kesimpulannya, variasi warna LED pada sensor HW-827 mempengaruhi hasil pengukuran BPM, dengan LED hijau asli memberikan hasil paling mendekati kondisi ideal. Penelitian ini penting untuk memahami pengaruh modifikasi warna LED pada performa sensor detak jantung dan perlu dipertimbangkan dalam pengembangan sensor yang lebih akurat dan andal.

Kata kunci: HW-827, Panjang Gelombang Cahaya, Pulse Sensor

1. PENDAHULUAN

Jantung, sebagai organ vital manusia, berperan penting sebagai pengatur aliran darah ke seluruh tubuh. Denyut jantung tidak dapat dikontrol secara sadar karena beroperasi secara refleks. Denyut jantung tidak hanya merupakan indikator kesehatan yang kritis tetapi juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi kesehatan secara efisien dan cepat (Rozie dkk., 2023; Rinaldi., 2021; Hermansyah dkk., 2022). Informasi tentang irama dan kecepatan denyut jantung adalah parameter umum yang digunakan dalam memantau kesehatan seseorang. Ada sebuah metode untuk memperoleh informasi tersebut yaitu dengan menggunakan sensor pulse (Rahardian dkk., 2016). Sensor pulse menggunakan cahaya untuk operasi dan komunikasinya. Saat ditempatkan di atas kulit, sebagian besar cahaya akan diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan seperti kulit, tulang, otot, dan darah.

Meski demikian, sebagian kecil cahaya masih mampu menembus jaringan yang tipis. Gelombang pulsa terjadi setiap kali jantung memompa darah melalui tubuh, bergerak melalui arteri dan mencapai jaringan kapiler di mana sensor pulsa terletak. Sensor ini dirancang untuk mengukur inter beat interval (IBI), yaitu selang waktu antara setiap denyut jantung dalam mili detik, yang merefleksikan waktu antar detak jantung secara langsung. Dari nilai IBI, laju denyut jantung per menit (BPM) dapat dihitung dengan rata-rata dari 10 kali IBI (Rozie dkk., 2023; Ngabi dkk., 2022; Novianto., 2019). Sensor ini memiliki bentuk menyerupai hati dan dilengkapi dengan LED hijau di bagian tengahnya. Pulse sensor ini sangat sensitif terhadap getaran detak jantung dan bisa ditempatkan di berbagai bagian tubuh manusia, seperti ujung jari, dada, atau telinga. Dari tampak depan, sensor ini memiliki lubang kecil berlapis optik berbentuk bulat, di mana LED hijau dapat terlihat. Cahaya tersebut dihasilkan oleh sensor cahaya lingkungan yang serupa dengan yang digunakan untuk menyesuaikan kecerahan layar pada laptop atau ponsel dalam berbagai kondisi.

Ketika LED terhalang oleh jari, telinga, atau jaringan kapiler lainnya, sensor akan mendeteksi intensitas cahaya yang dipantulkan (Purwiyanti dkk., 2019)

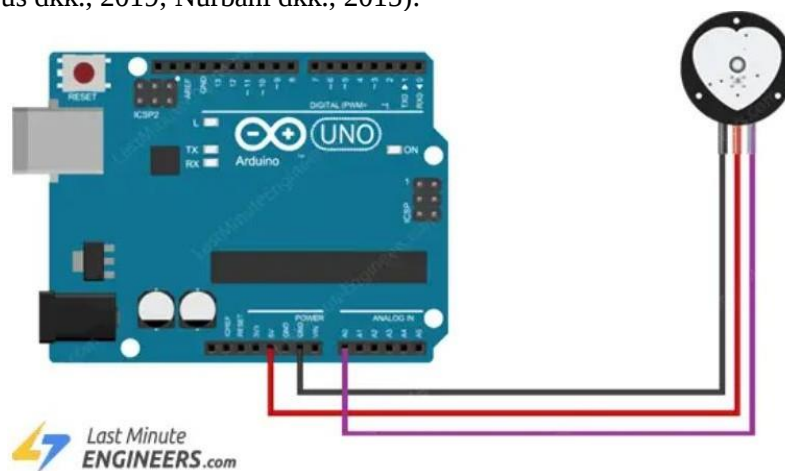
Dengan properti optik serupa, LED hijau yang diubah dapat melampaui kinerja LED biru yang sedikit lebih efisien energi karena transmisi cahaya yang lebih tinggi pada panjang gelombang hijau. Keunggulan LED hijau yang diubah ini bahkan lebih baik di tempat yang lebih keruh. Namun, kelemahan dari LED hijau yang diubah adalah proses konversi fosfor yang memiliki kecepatan terbatas. Memperhitungkan bahwa bahkan detektor fotolistrik silikon yang ditingkatkan biru umumnya 20% lebih sensitif terhadap cahaya hijau daripada cahaya biru, pemilihan LED hijau yang diubah untuk sistem komunikasi optik hingga beberapa megabit per detik telah terkonfirmasi (Sicklus dkk., 2019).

Dari perbedaan penggunaan spektrum warna LED dalam sensor untuk keperluan komunikasi pada sensor, kemudian dilakukan studi terhadap perubahan spektrum warna terhadap hasil dari pembacaan sensor pulse menggunakan sensor detak janung HW-827. Kami menggunakan 4 spektrum warna berbeda yaitu merah, kuning, biru, dan putih sebagai warna LED nya untuk melihat hasil perbedaan yang didapatkan dari sensor HW-827

2. METODOLOGI

2.1. Rancangan Penelitian

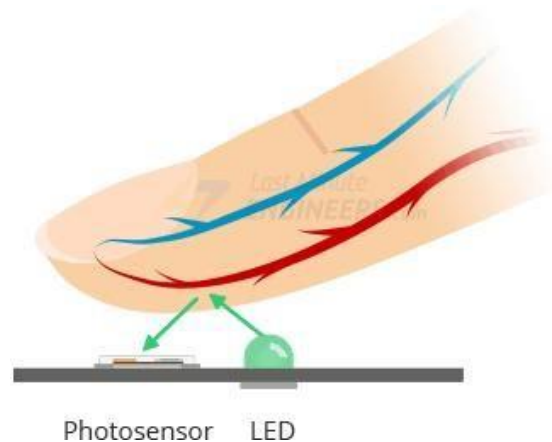
Penelitian ini melalui beberapa tahapan yang meliputi desain alat, pengujian perangkat, pengambilan data, dan analisis data untuk menarik kesimpulan. Perancangan sistem pada penelitian ini adalah dengan cara memodifikasi LED hijau yang terdapat pada sensor pulse HW-827 dengan LED warna berbeda yaitu merah, biru, dan kuning. Untuk Mikrokontroler menggunakan Arduino Uno yang nantinya dihubungkan dengan sensor HW-827 yang telah dimodifikasi warna LED. Sensor HW-827 memiliki 3 pin, yaitu pin Vcc, pin Ground, dan pin Signal. Seperti pada gambar 1 wiring Arduino dengan sensor HW-827 dimana pin Vcc dihubungkan ke 5V atau 3.3V, pin Ground dihubungkan ke ground dan pin Signal dihubungkan ke input analog (A0) (Ngabi dkk., 2022; Yazid dkk., 2024; Barus dkk., 2019; Nurbani dkk., 2015).



Gambar 1. Wiring Arduino dengan Sensor HW-827

Rancangan Perangkat Lunak. Langkah berikutnya adalah merancang perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan Arduino IDE sebagai alat untuk memprogram perangkat keras dengan bahasa C. Arduino IDE digunakan sebagai editor program serta kompilator untuk mikrokontroler. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil dalam pemrograman perangkat keras menggunakan Arduino: Mendefinisikan pin(A0) yang digunakan untuk menghubungkan Pulse Sensor. Mendefinisikan dua variabel yaitu variabel Signal menyimpan data ADC yang masuk dan variabel Threshold menentukan sinyal mana yang "dihitung sebagai detak" dan sinyal mana yang diabaikan. Mengonfigurasi pada setup pin LED bawaan (pin 13) untuk bertindak sebagai output dan menyiapkan serial monitor. Dalam perintah loop, masukan pembacaan sinyal analog dari Pulse Sensor dan mengaktifkan LED bawaan ketika sinyal melebihi nilai ambang batas.

Pengujian sensor nantinya dilakukan dengan cara menempelkan ke ujung jari dari responden, seperti pada gambar 2 cara pengujian sensor HW-827 posisi jari diletakkan pada led dan photosensor HW-827.



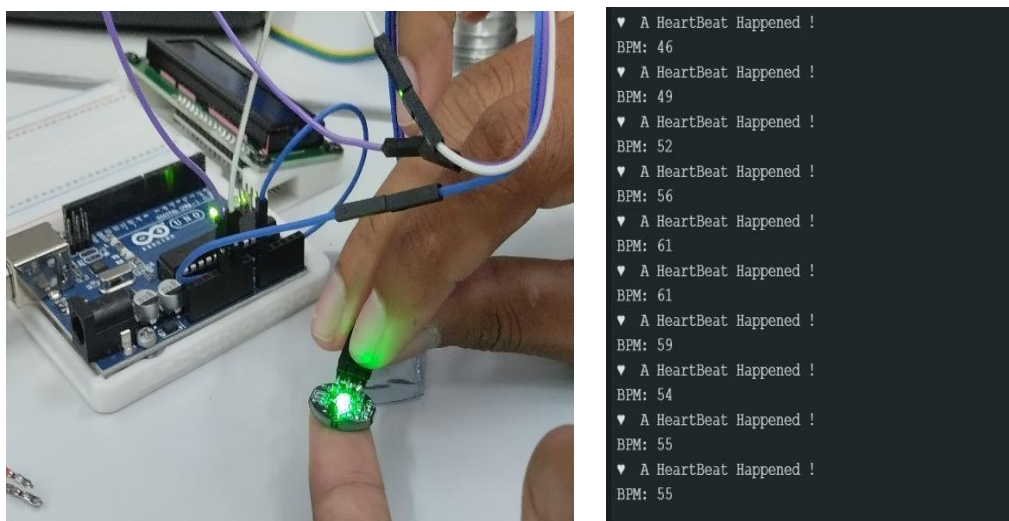
Gambar 2. Cara pengujian sensor HW-827

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Pengambilan Data diperoleh dengan cara mengukur detak jantung responden secara langsung. Pengukuran dilakukan saat responden berada dalam kondisi normal, tidak melakukan aktivitas fisik. Pengambilan data dilakukan dengan mencatat hasil pembacaan data sensor HW-827 dengan menggunakan LED warna hijau, warna merah, warna kuning, dan warna biru. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali untuk memperoleh variasi hasil pengukuran BPM yang berbeda dari setiap warna LED. Hasil data kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Pengujian dengan menggunakan LED warna hijau.

Pada pengujian ini dengan menggunakan LED warna hijau bawaan dari modul sensor HW-827, kemudian dilakukan pembacaan data sensor seperti pada gambar 3

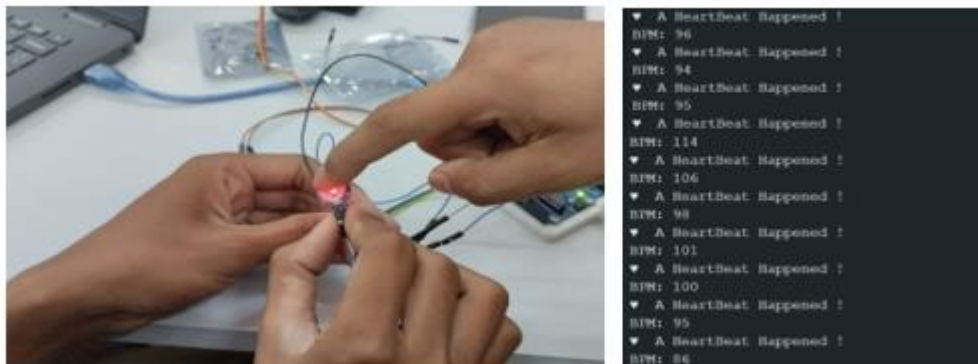


Gambar 3. Pengujian menggunakan LED warna hijau

Berdasarkan pengujian menggunakan LED warna hijau pada gambar 3, hasil pengukuran detak jantung responden dalam kondisi normal menggunakan sensor HW-827 dan LED warna hijau didapatkan data BPM responden berada di range 46-61 BPM.

Pengujian dengan menggunakan LED warna merah.

Pada pengujian ini dengan menggunakan LED warna merah, kemudian dilakukan pembacaan data sensor seperti pada gambar 4.

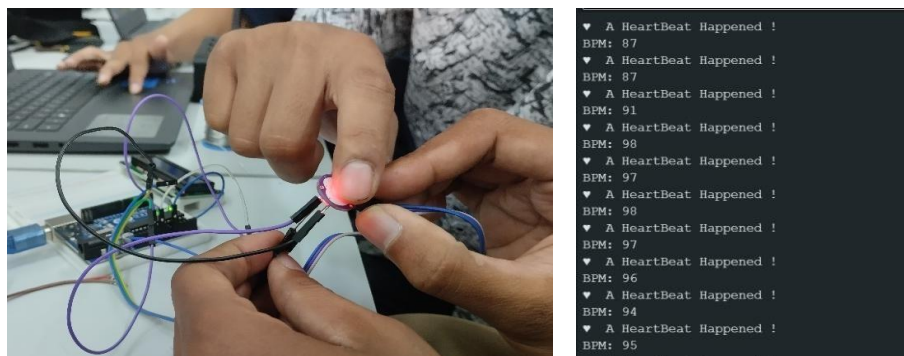


Gambar 4. Pengujian menggunakan LED warna merah

Berdasarkan pengujian seperti pada gambar 4, hasil pengukuran detak jantung responden dalam kondisi normal menggunakan sensor HW-827 dan LED warna merah didapatkan data BPM responden berada di range 86-114 BPM.

Pengujian dengan menggunakan LED warna jingga.

Pada pengujian ini dengan menggunakan LED warna jingga, kemudian dilakukan pembacaan data sensor seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Menggunakan LED warna jingga

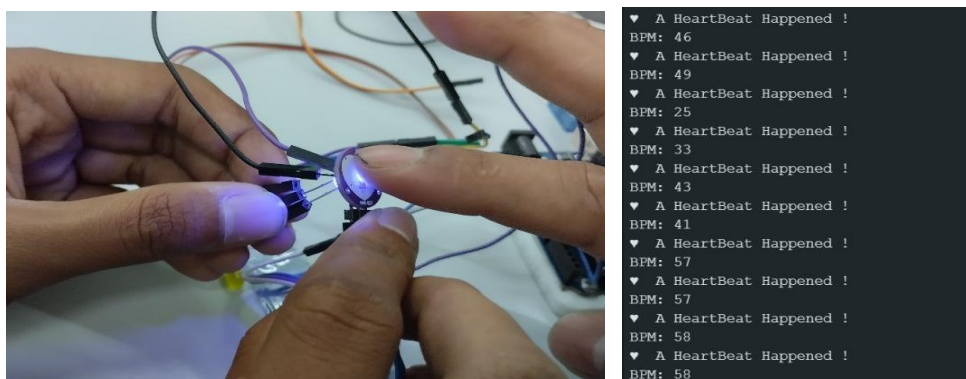
Berdasarkan pengujian seperti pada gambar 5, Hasil pengukuran detak jantung responden dalam kondisi normal menggunakan sensor HW-827 warna jingga didapatkan data BPM responden berada di range 87-98 BPM.

Pengujian dengan menggunakan LED warna biru.

Pada pengujian ini dengan menggunakan LED warna biru, kemudian dilakukan pembacaan data sensor seperti pada gambar 6.

Tabel 1. Hasil Pengukuran

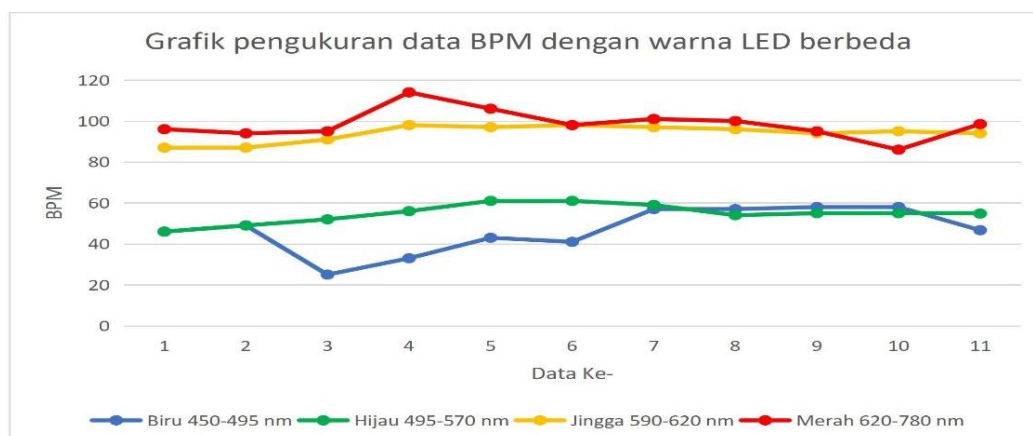
Warna	Panjang Gelombang	Hasil Pengukuran										Rata Rata
Merah	620-780 nm	96	94	95	114	106	98	101	100	95	86	98,5
Jingga	590-620 nm	87	87	91	98	97	98	97	96	94	95	94
Hijau	495-570 nm	46	49	52	56	61	61	59	54	55	55	54,8
Biru	450-495 nm	46	49	25	33	43	41	57	57	58	58	46,7



Gambar 6. Menggunakan LED warna biru

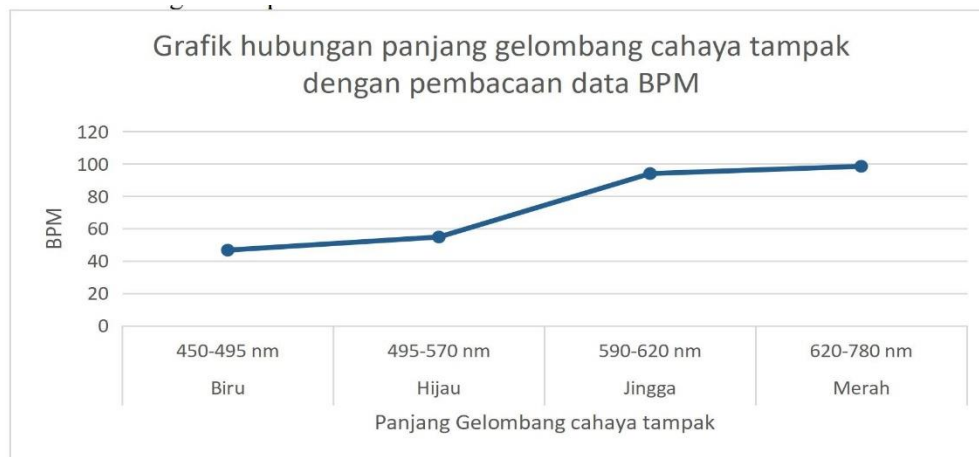
Berdasarkan pengujian seperti pada gambar 6, hasil pengukuran detak jantung responden dalam kondisi normal menggunakan sensor HW-827 dan LED warna biru didapatkan data BPM responden berada di range 46-59 BPM.

Pada tabel 1 merupakan tabulasi hasil pengukuran dari 4 warna LED yang berbeda-beda, di mana nilai BPM dari pembacaan pulsa sensor dengan 4 warna LED berbeda yaitu merah dengan panjang gelombang (620-780 nm), Cahaya jingga dengan panjang gelombang (590-620 nm), hijau (495-570 nm), dan biru (450-495 nm) menghasilkan variasi hasil pada setiap warna. LED merah memberikan hasil pengukuran dengan rata-rata paling tinggi yaitu 98,5 BPM, dan LED biru memberikan hasil pengukuran paling rendah yaitu 46,7 BPM. Untuk hasil pengukuran menggunakan LED jingga mendekati hasil dari pengukuran menggunakan LED merah yaitu 94 BPM dan hasil pengukuran LED hijau mendekati hasil pengukuran menggunakan LED biru yaitu 46,7 BPM. Data dalam tabel 1 kemudian diubah ke dalam grafik didapatkan grafik pengukuran data BPM dengan warna LED berbeda seperti pada gambar grafik 7.



Gambar 7. Grafik hasil pengukuran data BPM

Pada gambar grafik 7 menunjukkan lebih jelas bagaimana hasil pengukuran BPM menggunakan LED merah memberikan hasil pengukuran paling tinggi kemudian disusul LED warna jingga dengan hasil pengukuran mendekati LED merah. Kemudian untuk LED hijau dan LED biru hasil pengukuran BPM berada di bawahnya dengan keduanya saling berdekatan hasil pengukurannya. Dari grafik di atas maka untuk melihat hubungan antara perbedaan penggunaan warna LED yang melibatkan perbedaan panjang gelombang cahaya tampak terhadap hasil pengukuran BPM maka dibuat grafik seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan panjang gelombang cahaya terhadap pembacaan data BPM

Pada gambar grafik 8 menunjukkan bahwa semakin lebar panjang gelombang cahaya tampak maka nilai BPM yang terukur pada sensor juga ikut naik. Hal ini dikarenakan panjang gelombang yang semakin lebar, energi yang dimiliki cenderung menurun sehingga laju komunikasi menggunakan cahaya tampak terganggu dan mengakibatkan pembacaan menjadi bias dan menjauh dari pembacaan idealnya yang menggunakan lampu LED asli (hijau).

4. KESIMPULAN

Dari penelitian terkait pengaruh panjang gelombang cahaya dengan memvariasi warna LED terhadap hasil pengukuran denyut jantung menggunakan sensor pulse HW-827 dapat disimpulkan bahwa; Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi warna LED pada sensor pulse mempengaruhi hasil pengukuran denyut jantung (BPM), dengan LED merah (98,5 BPM) memberikan nilai tertinggi, diikuti oleh LED jingga (94 BPM), LED hijau (54,8 BPM) dan LED biru (46,7 BPM). Semakin lebar panjang gelombang cahaya tampak, nilai BPM meningkat, karena energi yang dimiliki lebih rendah pada panjang gelombang yang lebih lebar sehingga komunikasi cahaya tampak menjadi terganggu dan hasil pembacaan menjadi semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- F. Rozie and F. Trias Pontia, "Rancang Bangun Alat Monitoring Jumlah Denyut Nadi / Jantung BerbasisAndroid." [Online]. Available: www.pulsesensor.com
- Sollu, T. S., Alamsyah, A., Bachtar, M., Amir, A., & Bontong, B. (2018). Sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh menggunakan Arduino. *Techno. com*, 17(3), 323-332.
- H. Rahadian and Z. Arifin, "PEMROSESAN DATA PULSE SENSOR AMPED PADA RANCANGANSISTEM INFORMASI DOKTER DAN PASIEN."
- Sri Purwiyanti, F. A. S. H. F., 2018. *Pengukuran Jumlah Detak Jantung Menggunakan Sensor Detak Jantung Baerbasis Arduino*, Lampung: Fakultas Teknik Universitas Lampung
- J. Sticklus, P. A. Hoeher, and R. Rottgers, "Optical Underwater Communication: The Potential of Using Converted Green LEDs in Coastal Waters," *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, vol. 44, no. 2, pp. 535–547, Apr. 2019, doi: 10.1109/JOE.2018.2816838.
- P. Karina and A. H. Thohari, "Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Raspberry," 2018. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- Ngabi, A. N., Warsito, A., & Tarigan, J. (2022). Sistem Alat Ukur Detak Jantung Dan Nafas Manusia Menggunakan Arduino Uno. *Lontar Physics Today*, 1(1), 1-8.
- Noviyanto, A. H. (2019). Pengujian Sensor Cahaya Phototransistor dan Photodiode Pada Pemantau Denyut jantung dengan Metode Photoplethysmograph Refleksi. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 10(1), 303-308.
- Rinaldi, A. R. (2021). Rancang Bangun Alat Deteksi Jantung Berbasis Mikrokontroler

- Arduino Dengan Pulse Sensor. *SinarFe7*, 4(1), 374-377.
- Hermansyah, A., Hardiyanti, R., & Prasetyo, A. P. P. (2022). Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Menggunakan Pulse Heart Rate Sensor. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 8(2), 338-348.
- Yazid, M. R., Jaafar, A. N., Abdullah, R., Dzulkefli, N. N. S. N., & Omar, S. (2024, June). Real-Time Heart Rate Monitoring Using Arduino and Pulse Sensor. In *2024 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS)* (pp. 368-372). IEEE.
- Barus, Y. E. (2019). *Pengembangan Aplikasi Sistem Pendeteksi Denyut Jantung Menggunakan Mikrokontroler Arduino Berbasis Android* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Nurbani, H., Hafidudin, H., & Hadiyoso, S. (2015). Perancangan dan implementasi alat pendeteksi denyut nadi berbasis mikrokontroler. *eProceedings of Applied Science*, 1(1).
- C. Xu, "Research and Application of Visible Light Communication Technology," 2024.
- X. Liu, L. Guo, and X. Wei, "Indoor visible light applications for communication, positioning, and security," *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2021. Hindawi Limited, 2021. doi:10.1155/2021/1730655.