

Karakterisasi Sensor MAX30102 Sebagai Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Photoplethysmograph

Muthmainnah^{1)*}, Deni Bako Tabriawan¹⁾, Imam Tazi¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang, Indonesia

*inna@fis.uin-malang.ac.id

Abstrak: Karakterisasi sensor MAX30102 sebagai alat ukur detak jantung dan suhu tubuh telah dilakukan. Sensor dihubungkan dengan arduino uno dan LCD untuk menampilkan hasil pengukuran. Naracoba yang diukur ada delapan orang dengan usia yang bervariasi. Pengukuran dilakukan dengan menempelkan ujung jari telunjuk tangan kiri pada sensor. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai detak jantung dan suhu tubuh pada masing-masing naracoba berbeda. Rentang nilai detak jantung berkisar antara 76,4 bpm sampai dengan 110,4 bpm. Nilai suhu tubuh berkisar antara 36,32°C sampai dengan 36,53°C. Rata-rata standar deviasi pada pengukuran detak jantung adalah 1,19. Jika menganggap data dari pulse oximeter adalah valid maka sensor MAX30102 memiliki tingkat akurasi 97%. Rata-rata nilai standar deviasi sensor MAX3012 pada pengukuran suhu adalah 0,07. Rata-rata tingkat akurasi sensor jika dibandingkan dengan termometer adalah 99%.

Kata Kunci: Detak jantung, Suhu tubuh, Sensor, Arduino Uno, Photoplethysmograph.

1. PENDAHULUAN

Salah satu organ penting bagi tubuh manusia adalah jantung. Jantung memompa darah yang didalamnya terdapat oksigen dan asupan nutrisi bagi sel tubuh manusia (Hindarto et al., 2015). Jika sistem kerja jantung terganggu maka organ lain dalam tubuhpun terganggu (Muhajirin & Ashari, 2018). Salah satu indikator kesehatan tubuh adalah detak jantung (Nurdin et al., 2015). Pemeriksaan detak jantung di instansi kesehatan umumnya menggunakan metode elektrokardiogram (EKG), phonocardiogram (PCG) dan Auskultasi (Anugrah, 2016).

Beberapa penelitian untuk mengukur detak jantung telah dilakukan. Sehingga pengukuran detak jantung dapat dilakukan secara mandiri tanpa harus pergi ke instansi kesehatan. Hakim menggunakan pulse oksimeter untuk pengukuran detak jantung dan lm35 untuk suhu (Hakim & Nurwarsito, 2019). Sensor-sensor yang telah digunakan untuk mengukur detak jantung adalah elektrokardiograph (ECG) (Sufri & Aswardi, 2020), module sensor (Chooruang & Mangkalakeeree, 2016)(Yassin et al., 2019), sensor pulsa (Ambary & Raharja, 2018)(Isyanto & Jaenudin, 2018)(Patel et al., 2018), kamera smartphone (Sipayung et al., 2018), pulsa heart yang ditempel pada jari tangan (Rachmat & Ambaransari, 2018), photodetector (Kusuma et al., 2018), pulsa sensor dikombinasi dengan DS18B20 (Ahmad & Arfian, 2017) dan menggunakan sensor suara (Faesal et al., 2020).

MAX30102 adalah module sensor keluaran Maxim Integrated. Sensor ini bisa mengukur detak jantung dan suhu sekaligus. Komponennya terdiri dari sumber pemancar dan penerima sinyal. Sumber pemancar mengeluarkan gelombang infrared saat sensor dihubungkan ke sumber tegangan. Recivernya berupa photodetector yang akan mengukur detak jantung melalui perubahan intensitas cahaya yang diterima. Kelebihan dari sensor MAX30102 adalah noise yang rendah sehingga mudah untuk dikalibrasi. Sensor ini banyak dimanfaatkan dalam sistem monitoring terutama dalam bidang kebugaran. Pemantauan detak jantung dan suhu tubuh saat berolah raga merupakan hal yang penting untuk mengetahui kondisi kesehatan (Savitri, 2020).

Photoplethysmograph (PPG) merupakan pengukuran detak jantung pada pembuluh kardiovaskuler dengan memanfaatkan gelombang dinamis. Tekanan jantung saat memompa darah akan memicu gelombang yang kemudian menyebar menuju pembuluh darah yang lebih dalam melalui arteri. Pada permukaan kulit terdapat probe stasioner yang dapat mendeteksi perubahan volume darah secara dinamis terhadap waktu.

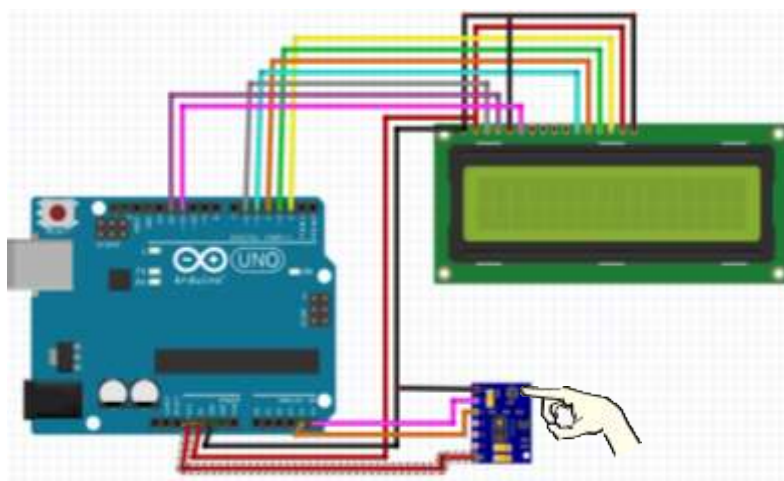
Perubahan volume darah mengakibatkan perubahan intensitas cahaya pada kulit dan dapat diukur secara kualitatif dengan menggunakan sebuah sensor optik dan peralatan pengkondisian sinyal (Tamura et al., 2014).

Arduino uno merupakan mikrokontroler yang telah banyak digunakan dalam sistem kendali dan kontrol elektronik (Riski et al., 2021). Arduino uno terdiri dari IO, RAM, CPU yang terintegrasi dalam satu kit. Arduino uno banyak dimanfaatkan sebagai pendukung penelitian, seperti kontrol penerangan (Dahlan, 2017), pengendali pengairan (Dharma et al., 2019), monitoring level cairan (Amin, 2018), kesehatan mata (Pranata, 2018) dan sistem general check-up (Sujadi et al., 2018).

Pengukuran detak jantung perlu dilakukan untuk mengetahui kenormalan kinerja jantung terutama saat aktivitas fisika berat seperti berolah raga. Akan tetapi jika pengukuran menggunakan metode EKG, PCG dan auskultasi maka harus dilakukan di klinik atau rumah sakit. Sehingga dibutuhkan metode pengukuran yang dapat dilakukan tanpa harus pergi ke instansi kesehatan. Sensor MAX 30102 merupakan sensor detak jantung dan suhu yang prinsip kerjanya menggunakan metode PPG. Alat ini dapat mengukur detak jantung dengan cara menempelkan ujung jari sehingga dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus ke instansi kesehatan. Pada penelitian ini akan dijelaskan karakteristik sensor MAX30102 dalam pengukuran detak jantung dan suhu tubuh. Sensor MAX30102 menggunakan prinsip PPG dimana pengukuran detak jantung dapat dideteksi melalui perubahan intensitas cahaya yang diterima.

2. METODE

Pin MAX30102 dihubungkan dengan pin arduino uno seperti terlihat pada gambar 1. LCD diterapkan pada rangkaian untuk menampilkan hasil pengukuran. Pengambilan data detak jantung dan suhu tubuh dilakukan dengan menempelkan ujung jari telunjuk kiri pada permukaan sensor selama sepuluh detik. Pengukuran ini diulang sebanyak lima kali untuk mendapatkan rata-rata dan standar deviasi. Tingkat akurasi didapatkan dengan membandingkan hasil pengukuran detak jantung dengan pulsa oximeter dan suhu dengan termometer.



Gambar 1. Skematik Rangkaian

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

keterangan:

- \bar{x} = rata-rata
- s = standar deviasi
- x_i = nilai sampel ke-i
- n = banyaknya data

$$\% \text{Akurasi} = 100\% - \left| \frac{\text{sensor} - \text{alat kalibrator}}{\text{alat kalibrator}} \right| \times 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

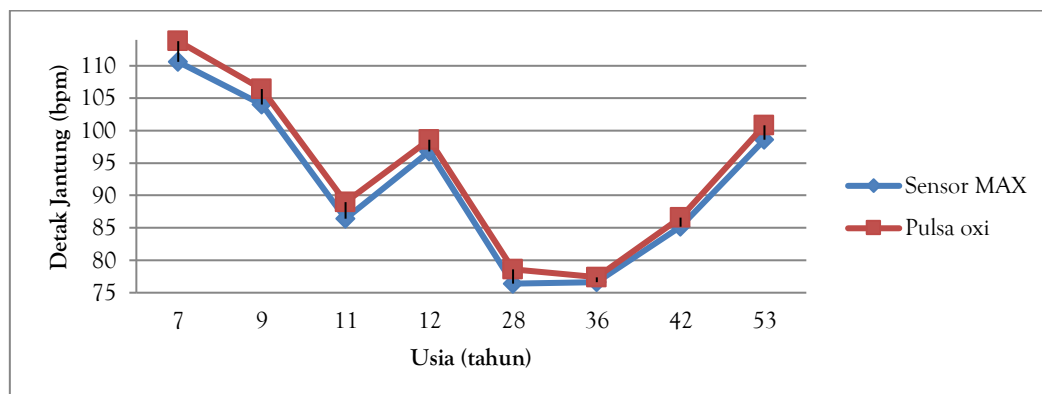
Hasil pengukuran detak jantung dan suhu tubuh terhadap delapan naracoba dengan menggunakan sensor MAX30105 ditunjukkan pada tabel 1. Usia naracoba bervariasi dari usia anak-anak sampai dewasa. Nilai detak jantung paling rendah adalah 76,4 bpm dan paling tinggi adalah 110 bpm. Nilai detak jantung manusia kondisi sehat tanpa ada kelainan jantung berkisar antara 60-100 bpm saat istirahat. Berbeda dengan orang yang berolahraga maka nilai detak jantungnya akan meningkat dan berkisar antara 90-150 bpm. Terdapat beberapa factor yang sangat mempengaruhi nilai detak jantung, yaitu umur, kegiatan yang bersifat fisik, tingkat kesehatan, suhu sekitar, posisi saat pengambilan detak jantung, berat badan dan reaksi obat-obatan khusus (Jassmi et al., 2020).

Tabel 1. Data detak jantung dan suhu

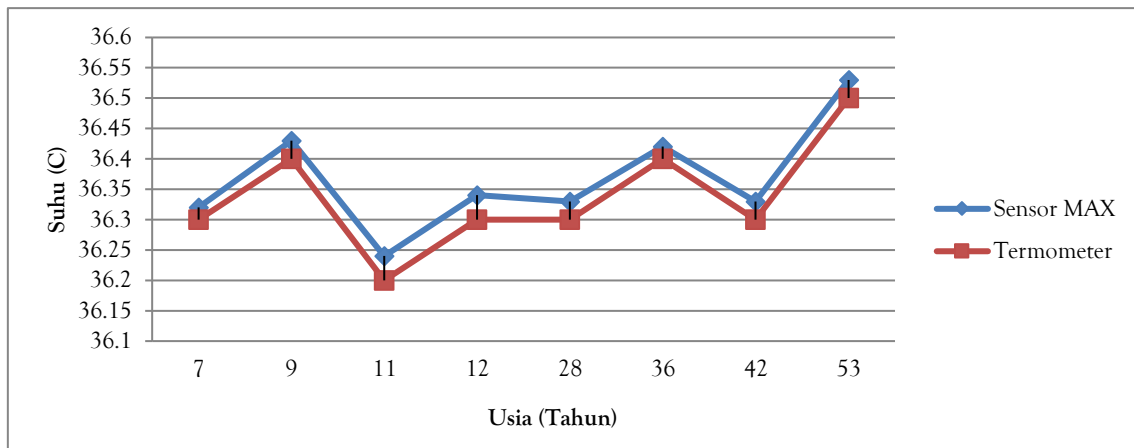
Usia (Th)	Detak jantung sensor (bpm)	Pulse oxi (bpm)	Suhu sensor ($^{\circ}\text{C}$)	Termometer($^{\circ}\text{C}$)
7	110,6	113,8	36,32	36,3
9	104	106,4	36,43	36,4
11	86,4	89	36,24	36,2
12	96,8	98,6	36,34	36,3
28	76,4	78,6	36,33	36,3
36	76,6	77,4	36,42	36,4
42	85,2	86,6	36,33	36,3
53	98,6	100,8	36,53	36,5

Hasil pengukuran suhu menggunakan sensor MAX30102 relative sama antar naracoba yaitu berkisar antara 36,24 – 36,53 $^{\circ}\text{C}$. Hal ini dikarenakan pada saat pengambilan data kondisi kesehatan naracoba dalam keadaan baik. Suhu tubuh merupakan salah satu indikator untuk mengetahui kondisi kesehatan. Suhu tubuh dalam kondisi sehat berkisar antara 36,1-37,2 $^{\circ}\text{C}$. Tapi bisa jadi suhu tubuh memiliki nilai lebih tinggi jika kondisi cuaca panas atau sedang beraktivitas fisik (Achlisson, 2020). Nilai suhu diatas 38 $^{\circ}\text{C}$ mengindikasikan bahwa kesehatan sedang tidak baik atau biasa disebut demam. Penyebab demam bisa bermacam-macam salah satunya adalah infeksi bakteri atau awal dari penyakit berat lainnya (Suprapti et al., 2020).

Pengukuran detak jantung dilakukan berulang sebanyak lima kali. Hal ini dilakukan untuk mencari nilai rata-rata detak jantung karena kadang terjadi perubahan nilai meskipun kecil. Standar deviasi dianalisa untuk mengetahui simpangan pengukuran yang merupakan cerminan kedekatan data pengukuran (Suprapti et al., 2020). Standar deviasi rata-rata pada pengukuran detak jantung adalah 1,19 bpm. Standar deviasi pada pengukuran suhu adalah 0,07. Gambar 2 merupakan perbandingan hasil pengukuran detak jantung menggunakan sensor MAX30102 (warna biru) dan pulse oximeter (warna merah). Tingkat akurasi sensor rata-rata adalah 97%. Gambar 3 adalah perbandingan hasil pengukuran suhu menggunakan sensor MAX30102 (warna biru) dan termometer (warna merah). Nilai pada pengukuran suhu menggunakan sensor MAX30102 tidak terlalu jauh dengan nilai pengukuran termometer. Tingkat akurasi sensor adalah 99% jika dibandingkan dengan termometer. Tingkat akurasi yang tinggi dipengaruhi oleh besaran suhu yang diukur adalah relative sama dan stabil.



Gambar 2. Perbandingan nilai detak jantung pada sensor dan pulse oximeter



Gambar 3. Perbandingan nilai suhu pada sensor dan termometer

Sensor MAX30102 mengukur detak jantung menggunakan prinsip kerja PPG. Sensor memiliki IR-LED sebagai pemancar gelombang dan photodiode sebagai penerima sinyal (Suprapti et al., 2020). Saat pertama dinyalakan IR-LED akan memancarkan gelombang dan memapari ujung jari. Pada ujung jari akan terjadi perubahan volume darah yang mengalir saat jantung memompa. Perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh *photodetector* akan diterima dan dikonversi sebagai detakan atau clock. Arduino uno diterapkan untuk merubah sinyal menjadi detak jantung per menit (bpm) (Jatmiko et al., 2019). Sensor MAX30102 mampu mengukur suhu mulai dari -40°C sampai dengan 80°C (Contardi et al., 2022). Pada sensor terdapat bahan yang dapat mendeteksi panas dan kemudian dirubah menjadi sinyal listrik (Agustian, 2019). Sinyal tersebut diolah menjadi data suhu yang ditampilkan pada LCD.

4. SIMPULAN

Pengukuran detak jantung menggunakan sensor MAX30102 memiliki nilai rata-rata standar deviasi 1,19 bpm dan nilai akurasi mencapai 97%. Pengukuran suhu menggunakan detak jantung memiliki nilai rata-rata standar deviasi $0,07^{\circ}\text{C}$ dan nilai akurasi mencapai 99%.

Daftar Pustaka

- Achlison, U. (2020). Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi Covid-19 di Indonesia. *13*(2), 102–106.
- Agustian, I. (2019). Rancang Bangun Pemantau Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel Dengan Sistem IoT. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, *9*(2), 14–18. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v9i2.15378>
- Ahmad, K., & Arfian, A. (2017). Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Antarmuka Smartphone Melalui Bluetooth. *Sinusoida*, *1*(2), 78–84. <https://media.neliti.com/>
- Ambary, I. M., & Raharja, W. K. (2018). Purwarupa Alat Pendeteksi Detak Jantung Berbasis Atmega328. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, *23*(1), 38–47. <https://doi.org/10.35760/tr.2018.v23i1.2449>
- Amin, A. (2018). Monitoring Water Level Kontrol Berbasis Arduino Uno Menggunakan LCD LM016L. *Jurnal EEICT*, *1*, 41–52.
- Anugrah, D. (2016). Rancang Bangun Pengukur Laju Detak Jantung Berbasis PLC Mikro. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, *1*(3), 163–170. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v1i3.10857>
- Chooruang, K., & Mangkalakeeree, P. (2016). Wireless Heart Rate Monitoring Sistem Using MQTT. *Procedia Computer Science*, *86*(March), 160–163. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.045>
- Contardi, U. A., Morikawa, M., Brunelli, B., & Thomaz, D. V. (2022). MAX30102 Photometric Biosensor Coupled to ESP32-Webserver Capabilities for Continuous Point of Care Oxygen Saturation and Heartrate Monitoring †. *Engineering Proceedings*, *16*(9), 1–5.

- Dahlan, B. Bin. (2017). Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(3), 282–289. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.158.282-289>
- Dharma, I. P. L., Tansa, S., & Nasibu, I. Z. (2019). Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM8001 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik*, 17(1), 40–56. <https://doi.org/10.37031/jt.v17i1.25>
- Faosal, A. M., Santoso, I., & Sofwan, A. (2020). Desain Stetoskop Untuk Deteksi Detak Jantung Menggunakan Sensor Suara Dan Penghitungan Bpm(Beat Per Minute) Menggunakan Arduino. *Transmisi*, 22(2), 44–50. <https://doi.org/10.14710/transmisi.22.2.44-50>
- Hakim, F., & Nurwarsito, H. (2019). Sistem Pemantauan Detak Jantung dan Suhu Tubuh menggunakan Protokol Komunikasi MQTT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(11), 10705–10711.
- Hindarto, Anshory, I., & Efiyanti, A. (2015). Aplikasi Pengukur Detak Jantung Menggunakan Sensor Pulsa. *Prosiding Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)3*, 1–5.
- Isyanto, H., & Jaenudin, I. (2018). Monitoring Dua Parameter Data Medik Pasien (Suhu Tubuh Dan Detak Jantung) Berbasis Aruino Nirkabel. *ELEKTUM*, 15(1), 19–24. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/elektum/article/view/2114>
- Jassmi, H. Al, Ahmad, M. Al, & Ahmed, S. (2020). *Automatic recognition of labor activity : a machine learning approach to capture activity physiological patterns using wearable sensors*. 21(4), 555–575. <https://doi.org/10.1108/CI-02-2020-0018>
- Jatmiko, P. I., Taufiq, A. J., & Dwiono, W. (2019). Alat Pengukur Suhu Badan Dan Detak Jantung Portabel. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 1(1), 25–30. <https://doi.org/10.30595/jrre.v1i1.4926>
- Kusuma, R. S., Pamungkasty, M., Akbaruddin, F. S., & Fadlilah, U. (2018). Prototipe Alat Monitoring Kesehatan Jantung berbasis IoT. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(2), 59–63. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i2.6353>
- Muhajirin, M., & Ashari, A. (2018). Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino Dengan Tampilan Personal Computer. *Inspiration : Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 8(1). <https://doi.org/10.35585/inspir.v8i2.2458>
- Nurdin, M., Aminah, N., Syahrir, Djamil, F., & Hamdani, M. F. (2015). Deteksi Denyut Jantung dengan Pulse rate dan arduino uno. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro & Informatika SNTEI 2015*, 201–206. http://repository.poliupg.ac.id/356/1/SNTEI2015_Syahrir2.pdf
- Patel, N., Patel, P., & Patel, N. (2018). Heart attack detection & heart rate monitoring using IoT techniques. *International Journal of Innovations & Advancement in Computer Science (IJACS)*, 7(4 Special Issue), 611–615.
- Pranata, A. (2018). Implementansi Fuzzy Logic Pada Sistem Monitoring Penggunaan Komputer Untuk Kesehatan Mata Berbasis Arduino-Uno. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, 17(2), 211. <https://doi.org/10.53513/jis.v17i2.46>
- Rahmat, H. H., & Ambaransari, D. R. (2018). Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Pulse Heart Rate Sensor pada Jari Tangan. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(3), 344. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i3.344>
- Riski, M., Alawiyah, A., Bakri, M., & Putri, N. U. (2021). Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO. 2, 67–79.
- Savitri, D. E. (2020). Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT). *Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 1–87.
- Sipayung, F. H., Ramadhani, K. N., & Arifianto, A. (2018). Pengukuran Detak Jantung Menggunakan Metode Fotopletismograf Pendahuluan Studi Terkait. *E-Proceeding of Engineering*, 5(2), 3664–3670.
- Sufri, S., & Aswardi, A. (2020). Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kesehatan Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal*

Teknik Elektro Indonesia, 1(2), 69–75. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.31>

Sujadi, H., Prasetyo, T. F., & Lazuardi, M. F. (2018). Rancang Bangun Purwarupa Sistem General Check-Up Kesehatan Manusia Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *J-Ensitem*, 4(02), 220–225. <https://doi.org/10.31949/j-ensitem.v4i02.1208>

Suprpti, A. R., & A.M, L. (2020). PENGARUH TEPID SPONGE DALAM MENURUNKAN SUHU TUBUH ANAK USIA PRA SEKOLAH YANG MENGALAMI DEMAM DI RUMAH SAKIT TENTARA BHAKTI WIRA TAMTAMA SEMARANG. *JURNAL SISTHANA*, 5(2), 40–45.

Tamura, T., Maeda, Y., Sekine, M., & Yoshida, M. (2014). Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present. *Electronics*, 3, 282–302. <https://doi.org/10.3390/electronics3020282>

Yassin, F. M., Sani, N. A., & Chin, S. N. (2019). Analysis of Heart Rate and Body Temperature from the Wireless Monitoring Sistem Using Arduino. *Journal of Physics: Conference Series*, 1358(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1358/1/012041>