

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DETAK JANTUNG PADA
PERGELANGAN TANGAN BERBASIS ARDUINO NANO**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



OLEH :

NICOLAS YOSUA SILALAH

NIM. 08021382025078

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT UKUR DETAK JANTUNG PADA
PERGELANGAN TANGAN BERBASIS ARDUINO NANO

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

di Jurusan Fisika Fakultas MIPA

Oleh

NICOLAS YOSUA SILALAH

NIM. 08021382025078

Indralaya, Juli 2024

Menyetujui

Pembimbing I

Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.

NIP. 196405101991022001

Pembimbing II

Hadi, S.Si., M.T.

NIP. 197904172002121003

Mengetahui

Ketua Jurusan Fisika

Drs. H. Gusman, S.Si., M.T.
NIP. 1973053019941221001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya:

Nama : Nicolas Yosua Silalahi

NIM : 08021382025078

Judul TA : Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Pada Pergelangan Tangan Berbasis Arduino Nano

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi oleh dosen pembimbing dalam proses penyelesaiannya serta mengikuti etika penulisan karay ilmiah tanpa adanya tindakan plagiat, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiat dalam skripsi ini, maka, saya siap bertanggung jawab secara akademik dan menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, Juli 2024

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular stamp. The stamp is a 1000 Rupiah 'METERAI TEMPEL' (Postage Stamp) with a gold and red color scheme. It features the Garuda Pancasila emblem and the serial number 'KAB5ALX259537079'.

Nicolas Yosua Silalahi

NIM.08021382025078

LEMBAR MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Non Nobis Domine, Non Nobis, sed domini tuo da gloriam”

(“Bukan kepada kami, bukan kepada kami ya Tuhan, melainkan kepada nama-Mu berikanlah kemuliaan”)

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang”

Amsal 23:18

“Unang ma mabiar, pir ma tondi manang roha”

(Janganlah takut, kuatlah hati serta jiwa”)

Skripsi ini saya persembahkan kepada keluarga tercinta yang selalu ada dalam suka maupun duka, serta kepada jiwaku yang selalu merasa khawatir akan masa depan. Serta kepada orang-orang yang menemani dari awal hingga akhir perkuliahan.

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DETAK JANTUNG PADA
PERGELANGAN TANGAN BERBASIS ARDUINO NANO**

OLEH:

NICOLAS YOSUA SILALAH

NIM. 08021382025078

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan alat ukur detak jantung pada pergelangan tangan manusia berbasis Arduino Nano yang dihubungkan dengan *pulse heart rate sensor* sebagai pendeteksi detak jantung dalam BPM. Perancangan alat ukur detak jantung dimulai dengan perancangan komponen-komponen elektronika dan kemudian dilakukan pemrograman dengan menggunakan Arduino IDE. Pengumpulan data dalam kondisi istirahat dan setelah aktivitas fisik, dan diakhiri dengan analisis data untuk menguji akurasi dan presisi dari alat ukur yang dirancang. Alat yang dirancang mampu mengukur detak jantung dengan akurasi yang cukup tinggi dengan nilai *error* dalam pengukuran sebesar 0,6% dan tingkat presisi sebesar 94,64%. Masih terdapat faktor eksternal dalam pengukuran detak jantung pada obyek seperti kondisi obyek dan faktor keturunan yang mempengaruhi nilai pengukuran.

Kata Kunci : *Detak Jantung, Arduino Nano, BPM, Sensor*

Indralaya, Juli 2024

Menyetujui

Pembimbing I

Drs. Octavianus C.S., M.T
NIP. 196405101991022001

Pembimbing II

Hadi, S.Si., M.T.
NIP. 197903172002121003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Prinsesa Virgo S.Si., M.T.
NIP. 1970040319947221001

**DESIGN OF A WRIST HEART RATE MEASURING DEVICE BASED ON
ARDUINO NANO**

BY :

NICOLAS YOSUA SILALAH

ABSTRACT

An Arduino Nano-based heart rate measuring device has been designed to measure heart rate on a human wrist which is connected to a pulse heart rate sensor as a heart rate detector in BPM. The design of a heart rate measuring instrument begins with designing the electronic components and then programming using the Arduino IDE. Data collection in resting conditions and after physical activity, and ending with data analysis to test the accuracy and precision of the designed measuring instrument. The tool designed is capable of measuring heart rate with fairly high accuracy with a measurement error value of 0.6% and a precision level of 94.64%. There are still external factors in measuring heart rate on an object, such as the condition of the object and hereditary factors that influence the measurement value.

Keyword : Heart Rate, Arduino Nano, BPM, Sensor

Indralaya, Juli 2024

Menyetujui

Pembimbing I

Drs. Octavianus C.S., M.T
NIP. 196405101991022001

Pembimbing II

Hadi, S.Si., M.T.
NIP. 197904172002121003

Mengetahui,

Kerjasama Fisika

Dr. Frinsya Yogo, S.Si., M.T.
NIP. 1970091019941221001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas limpahan karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Pada Pergelangan Tangan Berbasis Arduino Nano” ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar sarjana sains pada bidang studi Fisika. terselesaikannya skripsi ini tentu dikarenakan bantuan, bimbingan, serta petunjuk dari berbagai pihak yang selalu mendukung penulis dengan sepenuh hati. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan adik saya yang selalu mendoakan saya dan selalu memberikan dorongan agar saya dapat segera menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T. selaku dosen pembimbing I tugas akhir saya yang selalu meluangkan waktu untuk mengarahkan saya untuk mengerjakan tugas akhir saya.
3. Bapak Hadi, S.Si., M.T. selaku dosen pembimbing II tugas akhir saya yang selalu membantu dan mendukung saya.
4. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Frinsyah Virgo selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Supardi, S.Pd., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
7. Ibu Dr. Assaidah, M.Si., dan Ibu Dr. Idha Royani selaku penguji yang banyak memberikan masukan terkait tugas akhir saya.
8. Kak David yang selalu membantu saya dalam mengurus berkas-berkas.
9. Seluruh dosen Jurusan Fisika yang telah membantu saya secara tidak langsung.

10. Tulang Manurung dan keluarga di Palembang yang telah membantu selama masa perkuliahan.
11. Nyayu Rifka Fitria sebagai rekan satu topik penelitian yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir.
12. Wentina Sianturi yang telah memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
13. Tina Silalahi serta rekan-rekan CG yang telah mendoakan saya agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Sahat Haloho, Fenorio Simamora, dan Frederich Jaya Siagian, rekan kos yang terus mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir.
15. Teman-teman jurusan fisika yang bersedia untuk mencoba alat yang saya buat dan membantu saya dalam menyelesaikan data.
16. Teman-teman Elinkomnuk 2020 yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
17. Teman-teman Antarik20 (Fisika 2020) yang memberikan dukungan sampai tugas akhir ini selesai.
18. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Indralaya, Juli 2024

Penulis

Nicolas Yosua Silalahi
NIM. 08021382025078

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
LEMBAR MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengukuran Detak Jantung	4
2.2. Sensor	6
2.2.1. MAX30100	6
2.2.2. Pulse Heart Rate Sensor	7
2.3. Photoplethysmography	7
2.3.1. Metode Transmisi	8
2.3.2. Metode Pantul	8
2.4. Mikrokontroler Arduino Nano	9
2.5. OLED DISPLAY	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1. Waktu dan Tempat	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Diagram Blok	12
3.4. Rancangan Alat	13
3.5. Diagram Alir Penelitian	13
3.6. Pengambilan Data	14
BAB IV	16
HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1. Hasil Perancangan Alat	16
4.2. Karakteristik Alat Ukur Detak Jantung	18

5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Jenis Sensor	6
Gambar 2. 2. Sensor MAX30100.....	7
Gambar 2. 3. Pulse Heart Rate Sensor	7
Gambar 2. 4. Sinyal Photoplethysmography (PPG).....	8
Gambar 2. 5. Pulse Oxymeter	8
Gambar 2. 6 Smartwatch.....	9
Gambar 2. 7. Arduino Nano.....	9
Gambar 2. 8. OLED Display.....	10
Gambar 3. 1. Diagram Blok	12
Gambar 3. 2. Rangkaian alat ukur yang dirancang	13
Gambar 3. 3. Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 4. 1. Hasil Skema Fritzing.....	16
Gambar 4. 2. Hasil rancangan awal alat ukur	17
Gambar 4. 3. Hasil desain PCB alat ukur.....	17
Gambar 4. 4. Tampilan Perangkat Lunak Arduino IDE	18
Gambar 4. 5. Grafik Akurasi.....	20
Gambar 4. 6. Grafik Presisi.....	21
Gambar 4. 7. Grafik Error	22

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Denyut Jantung Berdasarkan Usia	5
Tabel 2. 2. Klasifikasi Index Massa Tubuh.....	5
Tabel 4. 1. Karakteristik Alat Ukur.....	19
Tabel 4. 2. Pengukuran Body Mass Index	23
Tabel 4. 3. Hasil Pengukuran Detak Jantung Tenang dan Olahraga.....	23

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jantung merupakan organ yang penting bagi manusia karena berperan dalam sistem peredaran darah dan bertugas memompa darah yang penuh dengan oksigen ke seluruh tubuh. Kondisi jantung yang tidak sehat akan menyebabkan peredaran darah terganggu, sehingga dapat menimbulkan berbagai penyakit bahkan sampai menyebabkan kematian (Muthmainnah & Tabriawan, 2022). Berdasarkan data WHO (*World Health Organization*) yang dilansir oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada tahun 2021, jumlah kematian akibat penyakit jantung mencapai hingga 17,8 Juta jiwa. Salah satu yang menjadi penyebab penyakit jantung yang marak di seluruh dunia adalah rokok. Merokok dapat mengurangi kadar oksigen dalam tubuh manusia sebesar 15%, hal inilah yang mengakibatkan peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh ataupun sebaliknya menjadi terganggu dan mengakibatkan terjadinya penyakit jantung (Nururrahmah, 2011). Kadar oksigen dalam darah yang normal adalah sekitar 96% hingga 98%. Kadar oksigen ini dapat dipengaruhi oleh karbon monoksida yang ada pada rokok. Karbon monoksida ini biasanya masuk ke dalam paru-paru kemudian diikat oleh hemoglobin (Sudaryanto, 2016).

Jantung yang sehat ditunjukkan oleh laju detak jantung. Detak jantung dinyatakan dalam *beat per minutes* (BPM). BPM normal bagi orang dewasa adalah sekitar 60 hingga 100 BPM. Apabila nilai bpm kurang dari 60 maka akan terjadi kelainan pada jantung yang disebut *bradikardia*. Sedangkan jika nilai bpm lebih dari 100, maka akan menimbulkan kelainan yang disebut *takikardia* (Anugrah et al., 2016; Reza & Suryana, 2022). Faktor terjadinya *bradikardia* dan *takikardia* adalah usia, keturunan, kebiasaan buruk seperti merokok dan minuman beralkohol, efek obat-obatan, serta faktor riwayat penyakit seperti darah tinggi dan kelainan tiroid, maka perlu dilakukan pengukuran laju detak jantung untuk menjaga jantung tetap sehat dan mencegah berbagai penyakit jantung yang menyebabkan kematian

seperti serangan jantung, jantung koroner, dan henti jantung mendadak (Rohila & Sharma, 2020).

Ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengukuran detak jantung. Seperti yang dilakukan oleh Ikhsani *dkk* (2022) dengan merancang alat ukur detak jantung dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* dengan NodeMCU8266 yang dapat membuat alat ini dapat diakses dengan menggunakan internet. Selain itu terdapat juga penelitian dengan menggunakan Arduino UNO oleh Octarina, (2020) dengan alat yang lebih minimalis karena hanya menggunakan satu sensor saja yakni *pulse heart* sensor. Namun, kedua alat ini memiliki kekurangan, yaitu nilai *error* yang masih tinggi dan juga alat ini masih terlalu besar dan tidak praktis jika ingin digunakan, serta masih memiliki kesulitan dalam meletakkan sensor dengan konsisten di bagian tubuh pasien. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan terhadap alat ini, maka peneliti membuat sebuah alat yang dapat mengukur detak jantung pasien secara langsung dan memiliki desain yang sederhana serta dapat digunakan dengan lebih mudah menggunakan Arduino nano. Hal ini akan membantu dalam menjaga konsistensi letak sensor pada tubuh pasien, karena denyut nadi yang mudah diukur pada pergelangan tangan. Sebelumnya, terdapat penelitian yang membuat alat pengukur detak jantung pada pergelangan tangan yang dilakukan oleh Alfarisi, (2022) yang menggunakan Arduino nano dan LCD i2c 16x2 sebagai *display* alat yang dibuat, namun alat ini memerlukan pengoptimalan pada sensor. Maka dalam penelitian ini, peneliti akan merancang alat pengukur detak jantung melalui pergelangan tangan berbasis Arduino nano.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja alat ukur detak jantung berbasis Arduino Nano saat dibandingkan dengan alat ukur detak jantung lain?
2. Bagaimana cara membuat alat ukur detak jantung yang mampu menampilkan level ketinggian detak jantung pengguna?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat alat ukur detak jantung pada pergelangan tangan manusia yang memiliki tingkat akurasi yang mendekati nilai akurasi alat ukur yang biasa digunakan.
2. Membuat alat ukur detak jantung yang mampu menampilkan kondisi pengguna berdasarkan detak jantung manusia.

1.4. Manfaat

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan inovasi dan perkembangan teknologi medis, terutama dalam bidang instrumentasi medis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengukuran Detak Jantung

Organ yang paling penting bagi manusia salah satunya adalah jantung. Ukuran jantung pada manusia adalah sebesar kepalan tangan, organ ini berfungsi untuk memompa darah yang mengandung oksigen ke seluruh tubuh. Jantung merupakan organ berupa otot yang bersifat lurik dan *involunter* yang membuat setiap otot saling berkontraksi secara ritmis dan otomatis (Hutasuhut *et al.*, 2021; Syaifuddin, 2009).

Proses peredaran darah darah miskin osigen dari seluruh tubuh masuk ke *atrium* kanan. Darah tersebut dipenuhi oleh karbon dioksida dari proses metabolisme tubuh. Darah pada *atrium* kanan dipompa ke dalam *ventrikel* kanan. Dari *ventrikel* kanan, darah menuju ke *trunkus pulmonalis* yang terhubung ke paru-paru. Karbon dioksida yang ada pada darah akan dikeluarkan dan digantikan dengan oksigen saat berada di paru-paru. Darah ini akan kembali lagi ke jantung dan masuk ke *atrium* kiri melalui *vena pulmonalis*. Setelah itu, darah dipompa ke dalam *ventrikel* kiri dan dari sana akan dipompa lagi ke *aorta*. Kemudian *aorta* akan membawa darah ke seluruh jaringan tubuh (Herman, 2010). Pengukuran detak jantung manusia dapat dilakukan dengan menghitung jumlah proses *sistole* dan *diastole* yang dilakukan oleh jantung dalam waktu 1 menit. Detak jantung manusia dipengaruhi oleh beberapa hal salah satunya adalah permasalahan usia. Tabel 2.1. menjelaskan seberapa banyak detak jantung manusia berdasarkan usianya. Selain terdapat faktor usia, terdapat juga faktor *Body Mass Index* (BMI) yang dipengaruhi asupan energi yang diperoleh dan energi yang dikeluarkan melalui aktivitas fisik seperti olahraga, berkebun, bekerja, ataupun melakukan kegiatan lain yang memerlukan energi (Arini & Wijana, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Akshya, M. F., Nuryani, N., & Wiyono, N. (2023). Sistem Pengukuran Detak Jantung Menggunakan Arduino Dan Android Berbasis Fotopletismogram. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 13(1), 147–157.
<https://jurnal.uns.ac.id/ijap/article/view/73636/40992>
- Alfarisi, M. R. (2022). Ubiquitous Electronic Health System - Rancang Bangun Smart Mouse dan Smart Watch Pengukur Denyut Jantung dan Suhu Tubuh. *Journal of Science and Applicative Technology*, 6(1), 41.
<https://doi.org/10.35472/jsat.v6i1.504>
- Anugrah, D., Pantjawati, A. B., & Somantri, Y. (2016). RANCANG BANGUN PENGUKUR LAJU DETAK JANTUNG BERBASIS PLC MIKRO ABSTRAK. *Jurnal ELINVO*, 1(3), 163–170.
- Arini, L. A., & Wijana, I. K. (2020). Korelasi Antara Body Mass Index (BMI) Dengan Blood Pressure (BP) Berdasarkan Ukuran Antropometri Pada Atlet. *J. Kesehat. PERINTIS*, 7(1), 32–40. <https://doi.org/10.33653/jkp.v7i1.390>
- Bagher, A. M. (2016). Comparison of LED and OLED. *Sch. J. Eng. Technol.*, 4(4), 206–210. www.saspublisher.com
- Fauziah, Prayitno, R. H., Yakti, B. K., & Kurniawan, A. B. (2022). PROTOTIPE SISTEM PEMADAM API MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DENGAN NOTIFIKASI WHATSAPP. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 27(3), 258–268.
<https://doi.org/10.35760/ik.2022.v27i3.7761>
- Harsono, B., Liman, J., & Djohan, N. (2012). Rancang Bangun Alat Pemantau Detak Jantung Saat Latihan Fisik. *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(4), 338–346.
- Hermansyah, A., Hardiyanti, R., & Prasetyo, A. P. P. (2022). Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Menggunakan Pulse Heart Rate Sensor. *J. Tek. Elektro Dan Vokasional*, 8(2), 338–348.

<https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.116677>

Hidayatullah, S., Agus, M., & Darjat. (2015). Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Dengan Sensor Fotodiode Berbasis Photoplethysmography (PPG) Menggunakan ATmega32A. *Transient*, 4(2), 312–316.

Hutasuhut, M., Tugiono, & Nasyuna, A. H. (2021). Analisis Aritmia (Gangguan Irama Jantung) Menerapkan Metode Certainty Factor. *J.MED. INFORMA. BUDIDARMA*, 5(4), 1386–1393. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i4.3289>

Ikhsani, R., Purwiyanti, S., & Fitriawan, H. (2022). MONITORING PENGUKUR DETAK JANTUNG DAN SUHU TUBUH PADA PASIEN BERBASIS INTERNET OF THINGS. *JITET*, 10(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v10i2.2441>

Karina, P., & Thohari, A. H. (2018). Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Raspberry. *J. Appl. Informatics Comput.*, 2(2), 57–61. <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>

Kurniawan, A. H., & Rivai, M. (2018). Sistem Stabilisasi Nampun Menggunakan IMU Sensor dan Arduino Nano. *Jurnal Teknik Its*, 7(2), 270–275.

Mufida, E., & Abas, A. (2017). Alat Pengendali Atap Jemuran Otomatis Dengan Sensor Cahaya Dan Sensor Air Berbasis Mikrokontroler ATmega16. *Anal. Kebijak. Pertan.*, 10(1), 513–518. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.2077>

Muthmainnah, M., & Tabriawan, D. B. (2022). Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk. *JISKA*, 7(3), 163–176.

Nugroho, C. R., Yuniarti, E., & Hartono, A. (2020). Alat Pengukur Saturasi Oksigen Dalam Darah Menggunakan Metode Photoplethysmograph Reflectance. *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Geophys. Instrum. Theor. Phys.*, 3(2), 84–93. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v3i2.17721>

Nururrahmah. (2011). PENGARUH ROKOK TERHADAP KESEHATAN MANUSIA.

Jurnal Dinamika, 02(02), 45–51.

Octarina, I. (2020). RANCANG BANGUN ALAT UKUR DETAK JANTUNG BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO. Universitas Sriwijaya.

Rachmat, H. H., & Ambaransari, D. R. (2018). Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Pulse Heart Rate Sensor pada Jari Tangan. *ELKOMIKA*, 6(3), 344.
<https://doi.org/10.26760/elkomika.v6i3.344>

Reza, Z. F., & Suryana, T. (2022). APLIKASI MONITORING KESEHATAN DENGAN MEMANFAATKAN SMARTWATCH BERBASIS ANDROID. *JUPITER*, 2(2), 85–92.

Rohila, A., & Sharma, A. (2020). Detection of sudden cardiac death by a comparative study of heart rate variability in normal and abnormal heart conditions. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 40(3), 1140–1154.
<https://doi.org/10.1016/j.bbe.2020.06.003>

Setyawan, L. B. (2017). Prinsip Kerja dan Teknologi OLED. *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, 16(02), 121–132. <https://doi.org/10.31358/techne.v16i02.165>

Sudaryanto, W. T. (2016). HUBUNGAN ANTARA DERAJAT MEROKOK AKTIF, RINGAN, SEDANG DAN BERAT DENGAN KADAR SATURASI OKSIGEN DALAM DARAH (SpO₂). *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 6(1), 51–61.

Ulumuddin, I. ', & Yhuwono, Y. (2018). Hubungan Indeks Massa Tubuh Dengan Tekanan Darah Pada Lansia Di Desa Pesucen, Banyuwangi Relations of Body Mass Index With Blood Pressure Old People in Pesucen, Banyuwangi. *J. Kesehat. Masy. Indones*, 13(1), 1–6.

Yulian, R., & Suprianto, B. (2017). RANCANG BANGUN PHOTOPLETHYSMOGRAPHY (PPG) TIPE GELANG TANGAN UNTUK MENGHITUNG DETAK JANTUNG BERBASIS ARDUINO. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3), 223–231.