

# Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Dengan Sensor Easy Pulse Plugin Berbasis Arduino Uno

## *Design Heart Rate Measuring Instrument With Easy Pulse Plugin Sensor Based Arduino Uno*

Ardi Aprilio Mahesta<sup>1</sup> Muhammad Arief Hidayat<sup>2</sup> Bajeng Nurul Widyaningrum<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. Teknik Elektromedik Polbitrada, Jl. Sambiroto Raya No.64-D, Sambiroto, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Indonesia 50276

<sup>2</sup>. Politeknik Bina Trada Semarang Jl. Sambiroto Raya No.64-D, Sambiroto, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Indonesia 50276

<sup>3</sup>. Politeknik Bina Trada Semarang Jl. Sambiroto Raya No.64-D, Sambiroto, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Indonesia 50276

### Abstrak

Detak jantung atau denyut nadi menunjukkan berapa kali jantung berdegup. Dalam satu kali sesi pengukuran, denyut jantung dihitung setiap satu menit. Perbandingan alat dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat alat yang telah dibuat jika dibandingkan dengan alat yang sudah ada. Pada pengujian ini peneliti membandingkan dengan alat Pulse Oximeter dengan merek Fingertip Pulse Oximeter Model P-01. Hasil menunjukkan bahwa alat yang dibuat cukup akurat dan dapat digunakan oleh pasien karena memiliki selisih hasil yang relatif kecil dibandingkan alat Pulse Oximeter yaitu 0 sampai 2 karena dalam bidang medis, nilai toleransi selisih yang diperbolehkan adalah 0 sampai 5 BPM. Alat yang dibuat cukup akurat dan dapat digunakan oleh pasien karena memiliki selisih hasil yang relatif kecil dibandingkan alat Pulse Oximeter yaitu 0 sampai 2 dan rata-rata error sebesar 1,0%. Dalam bidang medis, nilai toleransi selisih yang diperbolehkan adalah 0 sampai 5 BPM. Pengujian alat ukur detak jantung dengan sensor Easy Pulse Plugin berbasis Arduino Uno berjalan dengan baik dan sistem bekerja dengan baik. Hasil pengujian alat dapat mengukur detak jantung menggunakan sensor infrared dengan satuan BPM (*Beat per Minute*).

**Kata kunci:** detak jantung, alat ukur detak jantung

### Abstract

Heart rate or pulse indicates how many times the heart beats. In one measurement session, the heart rate is calculated every one minute. Comparison of tools is done to find out how accurate the tools that have been made are compared to existing tools. In this test, the researchers compared the Pulse Oximeter with the Fingertip Pulse Oximeter Model P-01 brand. The results show that the tool made is quite accurate and can be used by patients because it has a relatively small difference in results compared to the Pulse Oximeter, which is 0 to 2 because in the medical field, the tolerance value for the difference that is allowed is 0 to 5 BPM. The tool made is quite accurate and can be used by patients because it has a relatively small difference in results compared to the Pulse Oximeter tool, which is 0 to 2 and the average error is 1.0%. In the medical field, the allowable difference tolerance value is 0 to 5 BPM. Testing of the heart rate measuring instrument with the Easy Pulse Plugin sensor based on Arduino Uno went well and the system worked well. The test results of the tool can measure heart rate using an infrared sensor with BPM (*Beat per Minute*) units.

**Keywords:** heartbeat, heartbeat measuring instrument

## Pendahuluan

Jantung adalah organ tubuh yang terdiri dari kumpulan otot yang berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Secara rata-rata, jantung manusia berdenyut 72 kali per menit dalam status beristirahat dan memompa 4 hingga 7 liter darah pada setiap menitnya. Detak jantung atau denyut nadi menunjukkan berapa kali jantung berdegup. Dalam satu kali sesi pengukuran, denyut jantung dihitung setiap satu menit(1).

Denyut nadi menggambarkan frekuensi arteri (pembuluh darah bersih) yang mengembang dan berkontraksi dalam satu menit sebagai respons terhadap detak jantung. Melalui denyut nadi, kita bisa mengetahui detak jantung, irama jantung, hingga kekuatan jantung. Sehingga, memeriksa denyut nadi bisa menjadi tanda apakah jantung bekerja dengan baik atau tidak(2).

Selama masa pertumbuhan, frekuensi denyut nadi secara bertahap akan menetap untuk memenuhi kebutuhan oksigen. Maximum heart rate pada lansia menurun sebesar 50% dari usia remaja ketika seseorang mencapai usia 80 tahun. Hal ini disebabkan berkurangnya massa otot, dan daya maksimum otot yang dicapai sangat berkurang. Pada anak usia 5 tahun, denyut nadi istirahat antara 90-100 denyut per menit, pada usia 10 tahun mendapat 80-90 denyut per menit, dan pada orang dewasa mencapai 60-100 denyut per menit(3).

Denyut nadi dapat diukur pada beberapa titik dalam tubuh, seperti di pergelangan tangan, siku bagian dalam, dan sisi leher bagian bawah. Untuk pengukuran yang lebih mudah dan lebih presisi, dibutuhkan sebuah alat yang mampu mendeteksi denyut nadi per menit, maka dibuatlah "RANCANG BANGUN ALAT UKUR DETAK JANTUNG DENGAN SENSOR EASY PULSE BERBASIS ARDUINO UNO" yang dirancang untuk mempermudah masyarakat untuk memeriksa detak jantung mereka(2).

Sistem ini bekerja mengambil data dari denyut nadi yang terdapat di jari tangan selama 15 detik untuk mengukur detak jantung, data yang dihasilkan akan di tampilkan pada layar LCD. Sistem ini terdiri dari sensor infrared yang terdiri dari LED infrared dan

phototransistor. Sensor infrared akan memancarkan cahaya dan cahaya yang terpancar akan mendeteksi aliran darah manusia dan denyut nadi membuat cahaya infrared berubah sehingga akan terdeteksi oleh phototransistor akibat perubahan cahaya yang kemudian diubah menjadi listrik. Kemudian data yang di tangkap sensor infrared akan di terima oleh rangkaian mikrokontroler Arduino Uno r3. Data yang sudah di kirim selanjutnya akan diolah pada rangkaian mikrokontroler Arduino Uno r3 dan hasilnya akan di kirim ke layar LCD. Prinsip kerja alat diagnosis ini adalah dengan menghitung jumlah detak jantung dalam satuan menit. Kemudian dari hasil hitungan detak jantung tersebut akan bisa menentukan apakah detak jantung yang telah di periksa normal atau tidak(4).

Hasil yang diperoleh berupa sebuah alat ukur detak jantung dengan sensor Easy Pulse Plugin berbasis Arduino Uno, pengujian perbandingan alat dilakukan dengan membandingkan alat yang dibuat dengan alat Pulse Oximeter model P-01. Hasil ini memperoleh nilai error sebesar 1%.

Dari latar belakang yang telah dipaparkan maka peneliti merumuskan masalah yaitu bagaimana cara membuat alat ukur detak jantung dengan sensor easy pulse plugin berbasis Arduino?, Bagaimana cara kerja alat ukur detak jantung dengan sensor easy pulse plugin berbasis Arduino?, Bagaimana uji fungsi dari alat ukur detak jantung dengan sensor easy pulse plugin berbasis Arduino?.

Baik penulis maupun pembaca diharapkan jadi mengetahui cara membuat alat ukur detak jantung dengan sensor easy pulse plugin berbasis Arduino Uno dengan membaca penelitian ini.

## Metode

### 1. Rancangan Penelitian

Peneliti akan merancang sebuah alat ukur detak jantung dengan menggunakan sensor infrared sebagai pendeteksi detak jantung, mikrokontroler Arduino Uno sebagai basis pengolah data, Keypad 4x3 yang berfungsi untuk memasukkan data usia, dan LCD 16x2 sebagai penampil hasil pengukuran detak jantung. Hasil yang akan ditampilkan LCD berupa detak jantung per

menit dan status apakah nilai detak jantung tersebut normal atau tidak normal. Klasifikasi umur menurut WHO (World Health Organization) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi umur

| No | Kategori    | Rentang Usia     |
|----|-------------|------------------|
| 1  | Bayi        | 0-1 Tahun        |
| 2  | Anak-anak   | 2-10 Tahun       |
| 3  | Remaja      | 11-19 Tahun      |
| 4  | Dewasa      | 20-60 Tahun      |
| 5  | Lanjut Usia | Di atas 60 Tahun |

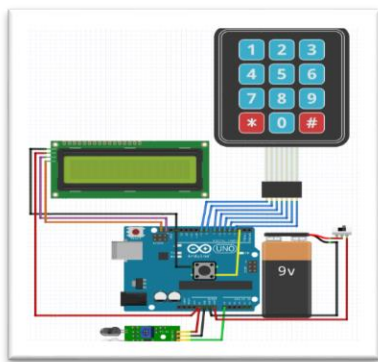
Berdasarkan Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa ada 5 kategori usia, namun dalam penelitian ini penulis membatasi penelitian ini hanya untuk 3 kategori yaitu anak-anak, remaja dan dewasa. Jadi untuk uji fungsi alat ini akan diaplikasikan pada orang dengan kategori usia anak-anak, remaja dan dewasa.

Untuk kategori detak jantung normal tiap kategori usia, penulis mengambil referensi dari website hellosehat.com yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Detak jantung normal tiap kategori usia

| No | Kategori usia | Detak jantung per menit |
|----|---------------|-------------------------|
| 1  | Anak-anak     | 70-120                  |
| 2  | Remaja        | 60-100                  |
| 3  | Dewasa        | 60-100                  |

Rancangan alat yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Rancangan alat

Penjelasan rancangan alat pada Gambar 1:

1. Semua komponen luar seperti LCD, Keypad dan Sensor infrared akan terhubung langsung ke Mikrokontroler Arduino Uno R3 dengan keypad dan sensor infrared sebagai input dan LCD sebagai output.
2. Sensor infrared akan diletakkan pada jari pasien untuk mendeteksi denyut nadi, sensor ini terhubung ke pin VCC, GND dan A0 pada Arduino
3. Keypad akan berfungsi untuk memasukkan usia pasien yang akan di cek detak jantungnya dan terhubung ke mikrokontroler Arduino Uno pada pin digital
4. Arduino Uno akan berfungsi sebagai pengolah data
5. LCD akan berfungsi sebagai penampil hasil data yang telah di olah pada Arduino. Informasi yang akan di tampilkan berupa detak jantung per menit dan kategori normal atau tidak normal.

## 2. Alat dan Bahan Penelitian

Untuk alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Alat dan bahan

| No | Alat        | Bahan                    |
|----|-------------|--------------------------|
| 1  | Solder      | Arduino Uno              |
| 2  | Obeng       | Sensor Easy Pulse Plugin |
| 3  | Gergaji     | Keypad 4x3               |
| 4  | Breadboard  | LCD 16x2                 |
| 5  | Laptop      | Kabel                    |
| 6  | Bor         | PCB                      |
| 7  | Arduino IDE | Tenol                    |

## 3. Prosedur Penelitian

Prosedur perancangan alat ukur detak jantung dengan sensor Easy Pulse Plugin berbasis Arduino Uno adalah sebagai berikut:

- Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat ukur detak jantung dengan sensor infrared berbasis Arduino Uno r3.
- Menyiapkan coding untuk menjalankan sistem pada Arduino Uno R3
- Menjalankan simulasi dengan aplikasi Proteus 8 pada windows 10.
- Menyiapkan alat dan bahan yang akan di gunakan
- Perakitan alat
- Pengujian alat dengan cara mengalibrasi dan membandingkan alat yang telah dirakit dengan alat yang sudah ada.

### Hasil

#### 1. Pengujian Perbandingan Alat

Pengujian perbandingan alat dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat alat yang telah dibuat jika dibandingkan dengan alat yang sudah ada. Pada pengujian ini peneliti membandingkan dengan alat Pasien Monitor dengan merek Mindray model PM-7000. Spesifikasi Pasien Monitor Mindray PM-7000 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Spesifikasi Fingertip Pulse Oximeter

|           |                            |      |      |
|-----------|----------------------------|------|------|
| Merek     | MINDRAY                    |      |      |
| Model     | PM-7000                    |      |      |
| Parameter | NIBP, SPO2, ECG, PR, Resp. |      |      |
| Baterai   | Li-ion/ Battery            | Lead | Acid |

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan tiap alat pada 5 kali percobaan dan menghitung persentase perbandingan hasil alat yang dibuat dan alat yang sudah ada. Hasil pengujian perbandingan alat dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian perbandingan alat

| No.                 | Hasil Pembacaan Alat (BPM) | Hasil Pembacaan Pasien Monitor (BPM) | Error (%) |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------------|-----------|
| 1.                  | 82                         | 81                                   | 1,23      |
| 2.                  | 84                         | 85                                   | 1,18      |
| 3.                  | 82                         | 84                                   | 2,38      |
| 4.                  | 89                         | 88                                   | 1,14      |
| 5.                  | 85                         | 83                                   | 2,41      |
| Rata-rata error (%) |                            |                                      | 1,67      |



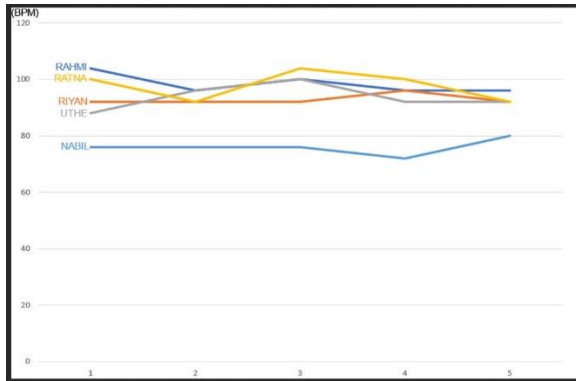
Gambar 2 Kegiatan pengujian perbandingan alat

Gambar 2 merupakan foto kegiatan pengujian perbandingan alat yang dibuat dengan Pulse Oximeter P-01. Tabel 5 merupakan hasil pengujian perbandingan alat. Hasil ini menunjukkan bahwa alat yang dibuat cukup akurat dan dapat digunakan oleh pasien karena memiliki selisih hasil yang relatif kecil dibandingkan alat Pulse Oximeter yaitu 0 sampai 2 karena dalam bidang medis, nilai toleransi selisih yang diperbolehkan adalah 0 sampai 5 BPM.

#### 2. Pengujian Pada Sampel

Rancangan alat diuji berdasarkan umur pada tiap sampel. Sampel yang digunakan dalam uji alat ini sebanyak 5 orang. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur detak jantung tiap sampel sebanyak 5 kali pengukuran dengan jarak 30 detik tiap kali pengukuran.

| No. | Nama  | Usia | Uji ke<br>1 | Uji ke<br>2 | Uji ke<br>3 | Uji ke<br>4 | Uji ke<br>5 |
|-----|-------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | Rahmi | 21   | 104         | 96          | 100         | 96          | 96          |
| 2   | Riyan | 22   | 92          | 92          | 92          | 96          | 92          |
| 3   | Dwijo | 28   | 88          | 96          | 100         | 92          | 92          |
| 4   | Ratna | 21   | 100         | 92          | 104         | 100         | 92          |
| 5   | Nabil | 21   | 76          | 76          | 76          | 72          | 80          |



Sumbu x: Jumlah percobaan  
Sumbu y: Detak permenit (BPM)

Gambar 3 Grafik hasil pengujian alat pada sampel



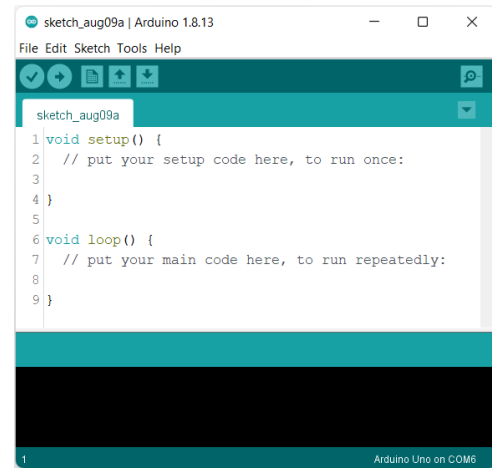
Gambar 4 Kegiatan pengujian alat pada sampel

Gambar 4 merupakan dokumentasi kegiatan pengujian alat pada sampel. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa alat yang dibuat cukup stabil karena hasil yang ditampilkan pada tiap pengukuran menunjukkan angka yang relatif tetap.

### Pembahasan

Pada penjelasan bab metode penelitian yang berhubungan dengan perancangan perangkat lunak, peneliti merancang perangkat lunak untuk alat ini menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C, aplikasi Arduino IDE berfungsi untuk membuat program dan mengirimkannya ke Arduino. Tampilan

awal software Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Aplikasi Arduino IDE

### 1. Kode Program LCD

LCD 16x2 pada alat ini berfungsi untuk menampilkan hasil perhitungan pembacaan sensor oleh Arduino Uno. Untuk menjalankan fungsi tersebut, penulis menggunakan kode program seperti yang dapat dilihat pada gambar 6.

```

1. #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2. LiquidCrystal_I2C lcd (0x27,16,2);
3. void setup() {
4.   lcd.setCursor(0,0);
5.   lcd.print("Masukkan usia");
6.   lcd.setCursor(0,1);
7.   lcd.print("Dan tekan [#]");
8. }
9. void loop() {
10.  lcd.setCursor(0,0);
11.  lcd.print("Letakkan Jari");
12.  lcd.setCursor(0,1);
13. }

```

Gambar 6 Kode program LCD

Baris 1 adalah kode untuk memasukkan library LCD pada Arduino IDE, baris 2 adalah kode untuk pengaturan alamat LCD, jumlah kolom dan baris pada LCD, baris 4 adalah kode untuk menyalakan cahaya LCD, baris 5 untuk memulai LCD, baris 6, 8 12, dan 14 adalah kode untuk pengaturan posisi teks pada LCD, baris 7, 9, 13, dan 15 adalah kode untuk menampilkan teks pada LCD.

## 2. Kode Program Keypad

Keypad pada alat ini berfungsi sebagai media untuk memasukkan data usia pasien yang nantinya akan menjadi patokan apakah hasil yang ditampilkan pada LCD normal atau abnormal. Untuk menjalankan fungsi tersebut, penulis menggunakan kode program seperti pada gambar 7.

```
1. #include <Keypad.h>
2. char keymap[baris][kolom]=
3. {'1','2','3'},
4. {'4','5','6'},
5. {'7','8','9'},
6. {'*','0','#'}};
7. byte rowPins[baris]={9,8,7,6};
8. byte colPins[kolom]={5,4,3};
9. Keypad myKeypad= Keypad
   (makeKeymap(keymap),rowPins,colPins,bar
   is,kolom);
```

*Gambar 7 Kode program keypad*

Baris 1 merupakan kode program untuk memasukkan library keypad pada Arduino IDE, baris 2 dan 3 adalah kode program untuk pengaturan jumlah baris dan kolom, baris 5-10 adalah kode program untuk pengaturan letak tiap tombol pada keypad, baris 11 dan 12 adalah kode program untuk pengaturan pin baris dan kolom keypad pada Arduino, baris 13 adalah kode program untuk penamaan fungsi keypad agar lebih mudah diprogram, dan baris 15 adalah kode untuk pembacaan tombol yang ditekan pada keypad.

## 3. Kode Program Sensor

Sensor pada alat ini berfungsi untuk mendeteksi denyut nadi pada jari pasien. Kode program untuk menjalankan fungsi yang sesuai dapat dilihat pada gambar 8.

```
1. void setup() {
2.   pinMode(sensor,INPUT);
3. }
4. void loop() {
5.   if(analogRead(sensor)>450){
6.     hitung=hitung+1;
7.     hitung=hitung*4;
8.   }
```

*Gambar 8 Kode program sensor*

Baris 1 adalah kode program untuk pengaturan pin sensor pada Arduino, baris 3 adalah kode program untuk pengaturan mode pin sensor pada Arduino untuk menjadi mode input, baris 6 adalah kode program untuk membaca nilai analog dari sensor, jika nilai yang dibaca lebih dari 450, maka akan terbaca sebagai denyut nadi, dan baris 7 adalah kode untuk menghitung berapa kali denyut nadi terjadi.

## Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan perancangan alat ukur detak jantung dengan sensor Easy Pulse Plugin berbasis Arduino Uno maka dapat diambil kesimpulan bahwa Alat yang dibuat cukup akurat dan dapat digunakan oleh pasien karena memiliki selisih hasil yang relatif kecil dibandingkan alat Pulse Oximeter yaitu 0 sampai 2 karena dalam bidang medis, nilai toleransi selisih yang diperbolehkan adalah 0 sampai 5 BPM. Pengujian alat ukur detak jantung dengan sensor Easy Pulse Plugin berbasis Arduino Uno berjalan dengan baik dan sistem bekerja dengan baik. Pengujian alat dapat mengukur detak jantung menggunakan sensor Easy Pulse Plugin dengan satuan BPM (Beat per Minute).

## Saran

Mengembangkan alat ini dengan sistem IoT (Internet of Things) agar hasil bisa langsung dilihat melalui smartphone atau PC. Mengembangkan sensor agar sinyal detak jantung yang di peroleh lebih jelas dan lebih sedikit noise. Alat ini masih memiliki kekurangan baik dari segi hardware maupun software sehingga masih membutuhkan penyempurnaan yang lebih baik agar dapat digunakan oleh masyarakat.

## Daftar Rujukan

1. Pengertian Jantung [Internet]. [cited 2021 Mar 17]. Available from: <https://www.alodokter.com/jantung>
2. Mengetahui Denyut Nadi Normal [Internet]. [cited 2021 Mar 17]. Available from: <https://www.halodoc.com/artikel/cara-mengetahui-denyut-nadi-normal>

3. Zumba. Penelitian Ergonomi Makro dan Mikro. 2016;7–32. Available from: <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>
4. Yusniati. Penggunaan Sensor Infrared Switching Pada Motor DC Satu Fasa. J Electr Technol. 2018;Vol. 3, No:90–6.
5. Risiko Penyakit Berdasarkan Klasifikasi Umur Menurut WHO [Internet]. [cited 2021 Jun 13]. Available from: <https://www.sehatq.com/artikel/risiko-penyakit-berdasarkan-klasifikasi-umur-menurut-who>
6. Mardiansyah, Wildian. Rancang Bangun Alat Monitoring Detak Jantung Pasien Rumah Sakit dengan Sistem Telemetri Berbasis Ardiuno UNO R3. 2019;8(4):355–61.
7. Yulidarti Hendri. Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Komunikasi Wifi dengan Android. Issn 2302-3309. 2020;06(01):277–85.
8. [Internet]. [cited 2021 Mar 18]. Available from: [https://id.wikipedia.org/wiki/Jantung\\_nadi](https://id.wikipedia.org/wiki/Jantung_nadi)
9. nadi [Internet]. [cited 2021 Mar 18]. Available from: [https://id.wikipedia.org/wiki/Denyut\\_nadi](https://id.wikipedia.org/wiki/Denyut_nadi)
10. Angka Detak Jantung Normal Manusia Sesuai Usia [Internet]. [cited 2021 Mar 18]. Available from: <https://tirto.id/angka-detak-jantung-normal-manusia-sesuai-usia-eiL6>
11. Denyut Nadi Normal dan Bagaimana Cara Mengukurnya? [Internet]. [cited 2021 Jun 13]. Available from: <https://hellosehat.com/jantung/denyut-nadi-normal-dan-cara-mengukurnya/>
12. EASY PULSE PLUGIN PULSE HEART RATE SENSOR MODULE DETAK JANTUNG ARDUINO [Internet]. [cited 2021 Jul 16]. Available from: <https://shopee.co.id/EASY-PULSE-PLUGIN-PULSE-HEART-RATE-SENSOR-MODULE-DETAK-JANTUNG-ARDUINO-i.122138278.2058664840>
13. PENJELASAN ARDUINO R3 [Internet]. [cited 2021 Mar 18]. Available from: <https://noviantokarnonugroho1441561.wordpress.com/2016/01/22/penjelasan-arduino-r3/>
14. Harga dan Spesifikasi Arduino Uno r3 [Internet]. [cited 2021 Apr 22]. Available from: <https://health.kompas.com/read/2020/04/12/120200368/detak-jantung-normal-manusia-dan-cara-menghitungnya?page=all>
15. Bagian dan Pin Arduino Uno [Internet]. [cited 2021 Apr 5]. Available from: <https://kelasarduino.com/penjelasan-bagian-dan-pin-arduino-uno/>
16. EASY PULSE PLUGIN: A BREADBOARD FRIENDLY AND ARDUINO/CHIPKIT COMPATIBLE PULSE SENSOR [Internet]. [cited 2021 Jul 16]. Available from: <http://embedded-lab.com/blog/introducing-easy-pulse-plugin-breadboard-friendly-arduinochipkit-compatible-pulse-sensor/>
17. Cara Kerja Arduino Mikrokontroler [Internet]. [cited 2021 Apr 5]. Available from: <https://carakerjapro.blogspot.com/2017/02/belajar-cara-kerja-arduino-uno.html>
18. Li BAB, Pustaka T. Sumber : Elektronika-dasar.web.id”Sensor Photodiode”. 2012). 2012;4–23.
19. Universitas Medan Area. Output Scanning. Bab 2 Dasar Teor [Internet]. 2015;1–22. Available from: [http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/1141/5/098120024\\_file5.pdf](http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/1141/5/098120024_file5.pdf)
20. G, Effenberger F. PHOTOPLETHYSMOGRAPH MONITORING PC. Angew Chemie Int Ed. 1967;6(11):951–2.
21. is RPPG? [Internet]. Available from: <https://www.noldus.com/blog/what-is-rppg>