

## Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis *Internet of Things* (IoT) ESP8266 dan Blynk

Muthmainnah Muthmainnah<sup>(1)\*</sup>, Deni Bako Tabriawan<sup>(2)</sup>

Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang  
e-mail : inna@fis.uin-malang.ac.id, denibakotabriawan@gmail.com.

\* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 7 Juli 2022, direvisi 30 Agustus 2022, diterima 31 Agustus 2022, dan dipublikasikan 25 September 2022.

### Abstract

*The heart is an important organ of the human body. The heart functions to pump blood throughout the body. Health conditions can be seen in the condition of heart function. The heart's function can be known through the beat when pumping blood. The manufacture of a heart rate device has been carried out using the PPG method. This tool uses the MAX30102 sensor as input. The measurement results are displayed on the smartphone. This tool can calculate the heart rate by sticking the surface of the fingertips for ten seconds. The light waves emitted by the sensor source will hit the surface of the finger. Changes in blood volume cause changes in light intensity according to what is received by the sensor. Based on the test results, the average standard deviation of this tool's heart rate measurement is 1.176. If considered the data from the pulse oximeter is correct, then this tool has an accuracy of 98.804%.*

**Keywords:** Heart Rate, IoT, Blynk, MAX30102, Infrared

### Abstrak

Jantung adalah organ penting bagi tubuh manusia. Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Kondisi kesehatan dapat dilihat dari kondisi fungsi jantung. Fungsi jantung dapat diketahui melalui detakan pada saat memompa darah. Pembuatan alat detak jantung telah dilakukan dengan menggunakan metode PPG. Alat ini menggunakan sensor MAX30102 sebagai inputan. Hasil pengukuran ditampilkan pada *smartphone*. Alat ini dapat menghitung detak jantung dengan menempelkan permukaan ujung jari selama sepuluh detik. Gelombang cahaya yang dipancarkan oleh sumber sensor akan mengenai permukaan jari. Perubahan volume darah menyebabkan perubahan intensitas cahaya sesuai yang diterima oleh sensor. Berdasarkan hasil pengujian data, rata-rata standar deviasi pengukuran detak jantung menggunakan alat ini adalah 1,176. Jika menganggap data dari *pulse oximeter* adalah benar maka alat ini memiliki akurasi 98,804%.

**Kata Kunci:** Detak Jantung, IoT, Blynk, MAX30102, Inframerah

## 1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ yang paling penting bagi manusia karena jantung bertugas memompa darah keseluruh tubuh (Hindarto et al., 2015). Darah tersebut mengandung oksigen dan sumber makanan yang dibutuhkan oleh sel-sel tubuh. Terganggunya kinerja jantung dapat menyebabkan fungsi pada organ-organ lain terhambat (Muhajirin & Ashari, 2018). Denyut jantung dapat dijadikan salah satu parameter seseorang dalam keadaan sehat atau tidak (Nurdin et al., 2015). Beberapa metode yang digunakan untuk pemeriksaan denyut jantung adalah elektrokardiogram (EKG), phonocardiogram (PCG), Auskultasi. Namun metode tersebut hanya dapat dilakukan oleh para ahli dibidangnya (Anugrah, 2016).

Sekarang mulai dikembangkan alat ukur untuk pemeriksaan denyut jantung yang portable dan dapat digunakan tanpa harus ke instansi kesehatan atau klinik. Hakim telah berhasil membuat alat pengukur detak jantung dengan memanfaatkan sms (Hakim & Nurwarsito, 2019). Saiful menggunakan elektrokardiograph (ECG) yang dikombinasi dengan Arduino dan LCD sebagai alat pengukur detak jantung (Sufri & Aswardi, 2020). Alat pengukur detak jantung juga telah dikembangkan menggunakan metode MQTT, AD8232 (Hariri et al., 2019), lora (Astutik & Bakti,



2020) dan berbasis *wireless* (Chooruang & Mangkalakeeree, 2016; Yassin et al., 2019). Ambary memanfaatkan ATmega sebagai komponen utama dalam pembuatan alat pengukur detak jantung (Ambary & Raharja, 2018). Alat *monitoring* denyut jantung telah dikembangkan dengan menggunakan fotoplethismograf (Sipayung et al., 2018), Arduino nirkabel (Isyanto & Jaenudin, 2018), sensor pulsa (Kumari & Victor, 2019), pulsa *heart* jari tangan (Rachmat & Ambaransari, 2018), *photodetector* (Kusuma et al., 2018), Bluetooth (Ahmad & Arfian, 2017), pulsa sensor dikombinasi dengan DS18B20 (Ahmad & Arfian, 2017), Android Studio (Irawan et al., 2019), ATmega16 (Wijaya et al., 2020) menggunakan sensor suara (Faesal et al., 2020) dan sensor AD8232 berbasis *internet of things* (IoT).

Alat ukur detak jantung berbasis IoT menjadi topik penelitian yang banyak diminati sejak pandemic Covid-19. Alat ini dapat mendeteksi kondisi detak jantung tanpa harus berinteraksi langsung dengan pasien. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada *smartphone* ataupun PC dengan jaringan internet. Beberapa penelitian tentang alat ukur detak jantung berbasis IoT telah dikembangkan. Mallick memanfaatkan perubahan volume darah yang mengalir pada ujung jari untuk mengetahui detak jantung. Alat ini menggunakan *infrared led emitting diode* (IR LED), Arduino dan *processing software* sebagai tampilan. Alfalah membuat alat ukur detak jantung yang dapat dipantau secara *real time* dengan menggunakan metode Naive Bayes. Sensor yang digunakan pada alat ini adalah AD8232. Sensor AD8232 berkerja berdasarkan elektrokardiogram. Metode Naive Bayes diterapkan untuk mengkatagorikan pasien dalam kelompok normal dan tidak normal (Anugara, 2021).

Rancang bangun alat pengukur detak jantung berbasis komunikasi *wifi* dan android telah dilakukan oleh Yulidarti. Alat ini memanfaatkan sensor *easy pulse* dan NodeMCU sebagai IO dan kontrol. Pengukuran data dilakukan dengan menempelkan sensor di dada. Hasil pengujian menunjukkan perbandingan *error* 0-6% pada naracoba laki-laki dan perempuan (Yulidarti & Hendri, 2020). Hudhajanto membuat alat pengukur detak jantung yang *wearable*. Alat ini diletakkan pada *face shield* dan memanfaatkan ESP-WROOM-32 sebagai mikrokontroler. Dari 20 data percobaan data yang dihasilkan memiliki galad 3,2% dibandingkan dengan *pulse oximeter* (Hudhajanto et al., 2022).

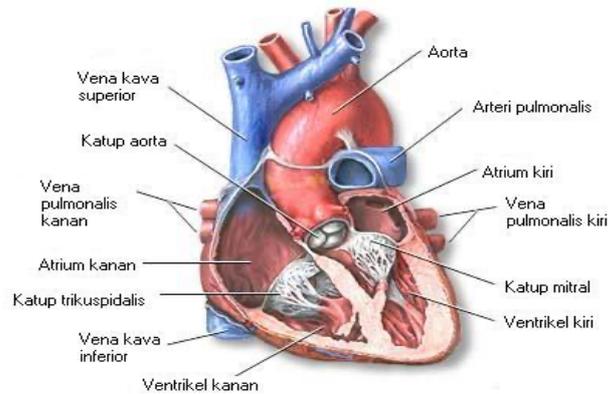
Penelitian terdahulu memiliki tingkat akurasi yang belum maksimal jika dibandingkan dengan alat baku yang telah digunakan. Pada penelitian ini akan dikembangkan alat pengukur detak jantung *non-invasive* dengan metode photoplethysmograph berbasis IoT. Modul IoT yang digunakan adalah ESP8266. Modul ini dipilih karena generasinya lebih lama sehingga banyak *software* pendukung yang telah dikembangkan. Untuk proyek sederhana modul ini lebih tepat karena tidak membutuhkan perangkat berlebih seperti Bluetooth. Sensor detak jantung yang digunakan adalah sensor MAX30102. Kelebihan dari sensor ini adalah sudah *include* dengan modul I2C sehingga pada saat dihubungkan dengan perangkat mikrokontroler tidak membutuhkan banyak sambungan kabel. Pin yang digunakan hanya SCL dan SDA dari modul sensor. Generasi 30102 memiliki keunggulan dibandingkan generasi sebelumnya yaitu 30100. Selain dapat mengukur detak jantung, MAX30102 juga dapat mengukur saturasi oksigen dan dilengkapi dengan sensor suhu. Aplikasi Blynk dipilih untuk menampilkan data pada *smartphone*. Aplikasi ini mudah diunduh dan digunakan pada *smartphone* karena sudah tersedia di Google PlayStore. Untuk aplikasi-aplikasi sederhana Blynk masih menyediakan *wire* yang tidak berbayar.

## 1.1 Jantung

Jantung merupakan organ tubuh manusia yang berfungsi sebagai pemompa darah ke semua bagian tubuh manusia. Darah mengalir melalui pembuluh darah (arteri dan vena) dengan irama khas yang berulang. Pembuluh arteri mempunyai gelombang berdetak yang dapat dirasakan pada permukaan kulit dan disebut sebagai denyut nadi. Denyut nadi yang dilewati oleh arteri radialis terletak pada pergelangan tangan, arteri temporalis pada bagian atas tulang temporal, serta arteri dorsalis pedis pada bagian siku mata kaki (Muhajirin & Ashari, 2018). Jantung memiliki alat pacu alami yang bernama simpul Sino Atrial (SA) yang terletak pada bagian serambi kanan atas. Di dalam jantung terdapat nodus SA yang menciptakan sinyal listrik sehingga membuat



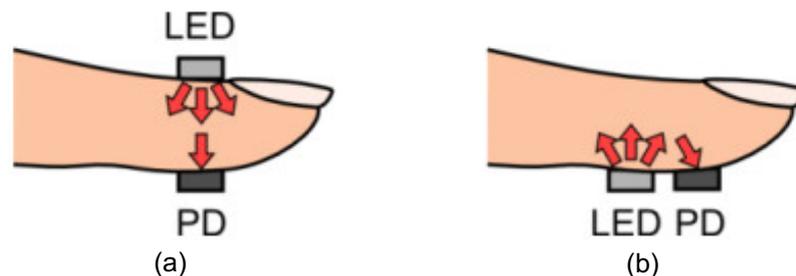
jantung dapat berdetak dan menghasilkan denyutan 60-100 bpm (Yessianto et al., 2018). Anatomi fisiologi jantung lebih jelasnya digambarkan pada Gambar 1.



**Gambar 1 Anatomi Fisiologi Jantung (Karina & Thohari, 2018)**

Beberapa cara pengukuran detak jantung dilakukan dengan metode elektrokardiogram (EKG), photoplethysmography (PPG), phonocardiogram (PCG), dan auskultasi (Anugrah, 2016; Yulian & Suprianto, 2017). PPG adalah pendeteksian detak jantung melalui gelombang dinamis pada kardiovaskuler. PPG mendeteksi detak jantung menggunakan metode fotoelektrik dari gelombang pembuluh darah *peripheral*. Tekanan jantung memicu gelombang dan menyebar menuju perubahan volume darah yang lebih dalam melalui arteri. *Probe* stasioner pada kulit dapat mendeteksi perubahan volume darah secara dinamis terhadap waktu. Perubahan volume darah menyebabkan perubahan intensitas cahaya karena penyerapan *optic* pada jaringan kulit. Perubahan intensitas cahaya dapat dideteksi secara kualitatif dengan menggunakan sebuah sensor optik dan peralatan pengkondisian sinyal (Tamura et al., 2014).

Metode PPG menggunakan cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang dapat disesuaikan (Brugarolas et al., 2016) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. *Photodetector* mengubah pantulan intensitas gelombang cahaya menjadi setara dengan perubahan volume darah yang mengalir. IR-LED memancarkan gelombang cahaya menuju permukaan kulit. Sebagian cahaya akan diserap oleh hemoglobin yang terdapat pada darah. Sebagian gelombang cahaya akan dipantulkan dan diterima oleh *photodetector*. Gelombang pantulan akan dibandingkan dengan sumber gelombang cahaya, sehingga diketahui berapa intensitas yang diserap. Saat jantung melakukan pemompaan darah pembuluh darah akan berdetak (Rachmat & Ambaransari, 2018).



**Gambar 2 (a) Transmisi PPG, (b) Refleksi PPG (Rachmat & Ambaransari, 2018)**

## 1.2 MAX30102

Modul MAX30102 adalah sensor yang diproduksi oleh Maxim Integrated. Sensor MAX30102 dapat mendeteksi laju detak jantung dan suhu sekaligus. Sensor ini terdiri sumber pemancar yang berupa cahaya *infrared* dan *photodetector* yang letaknya berdekatan. Sensor ini memiliki *noise* yang rendah sehingga dapat diatur dengan mudah. Pemanfaatan sensor MAX30102 lebih

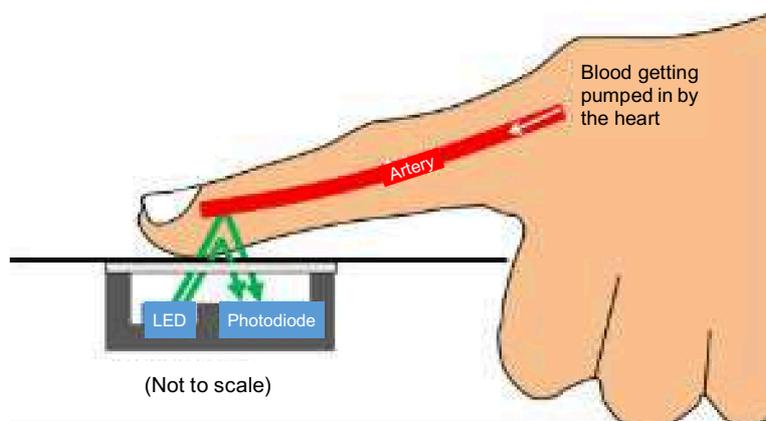


pada asisten kebugaran yang dapat memantau dan memonitoring kondisi tubuh saat berolah raga melalui *interface smartphone* atau perangkat penunjang lainnya (Savitri, 2020).

MAX30102 beroperasi pada sumber tegangan tunggal sebesar 1.8 Volt dan sumber tegangan 3,3 Volt yang terpisah untuk LED internal. Modul sensor ini sudah *include* dengan I2C sebagai antar muka antara *smartphone* dan mikrokontroler. Modul ini juga dapat dikontrol menggunakan *software* (Harianto et al., 2021). Fitur dan keunggulan modul sensor MAX30102 dijabarkan pada Tabel 1.

**Tabel 1 Fitur dan Keunggulan Modul Sensor MAX30102 (Karina & Thohari, 2018)**

No.	Fitur dan Keunggulan
1	Monitor detak jantung dan sensor <i>pulse oximeter</i> dalam solusi refleksi LED
2	Berukuran 5,6 mm x 3,3 mm x 1,55 mm modul optic 14 pin yang dilapisi kaca penutup untuk kinerja yang kuat dan optimal
3	Operasi daya <i>ultra-low</i> untuk perangkat seluler <ol style="list-style-type: none"><li>1) <i>Sample rate</i> yang dapat deprogram dengan arus pada LED untuk penghematan daya</li><li>2) Monitor detak jantung berdaya rendah (&lt;1 mW)</li><li>3) Arus mati sangat rendah (0,7 <math>\mu</math>A Typ)</li></ol>
4	Kemampuan keluaran data yang cepat <ol style="list-style-type: none"><li>1) <i>Sample rates</i> yang tinggi</li></ol>
5	Ketahanan terhadap Motion Artifact yang kuat <ol style="list-style-type: none"><li>1) <i>High SNR</i></li></ol>
6	Rentang temperatur operasi sebesar -40°C sampai dengan +85°C

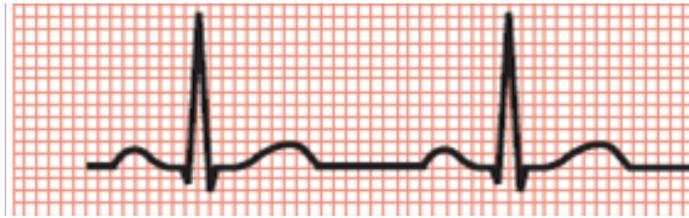


**Gambar 3 PPG Menggunakan Metode *Reflectance* (Karina & Thohari, 2018)**

Sensor MAX30102 terdiri dari dua komponen yaitu IR-LED dan *photodiode*. Prinsip kerjanya menggunakan metode PPG seperti yang ditampilkan pada Gambar 3. Saat pertama dinyalakan LED akan memancarkan sinyal cahaya. Saat ujung jari ditempelkan, pancaran cahaya akan masuk ke pembuluh darah kapiler pada jari yang ditempelkan. Proses pemompaan darah oleh jantung akan membuat darah mengalir dari arteri yang berukuran besar ke arteri yang berukuran lebih kecil seperti jari. Perubahan intensitas cahaya disebabkan oleh terjadinya pemompaan jantung sehingga darah mengalir ke seluruh tubuh. Perubahan volume darah yang terdapat pada ujung jari akan dideteksi oleh *photodetector* melalui perubahan intensitas cahaya (Karina & Thohari, 2018).

Keluaran sensor MAX30102 berupa sinyal digital yang mewakili nilai laju detak jantung. Satuan dari laju detak jantung adalah beats per minute (bpm). Pada Gambar 4 *pulse wave event* menunjukkan aktivitas depolarisasi dengan singkat dalam tekanan darah arteri yang muncul ketika katup aorta menutup (Nurdin et al., 2015).

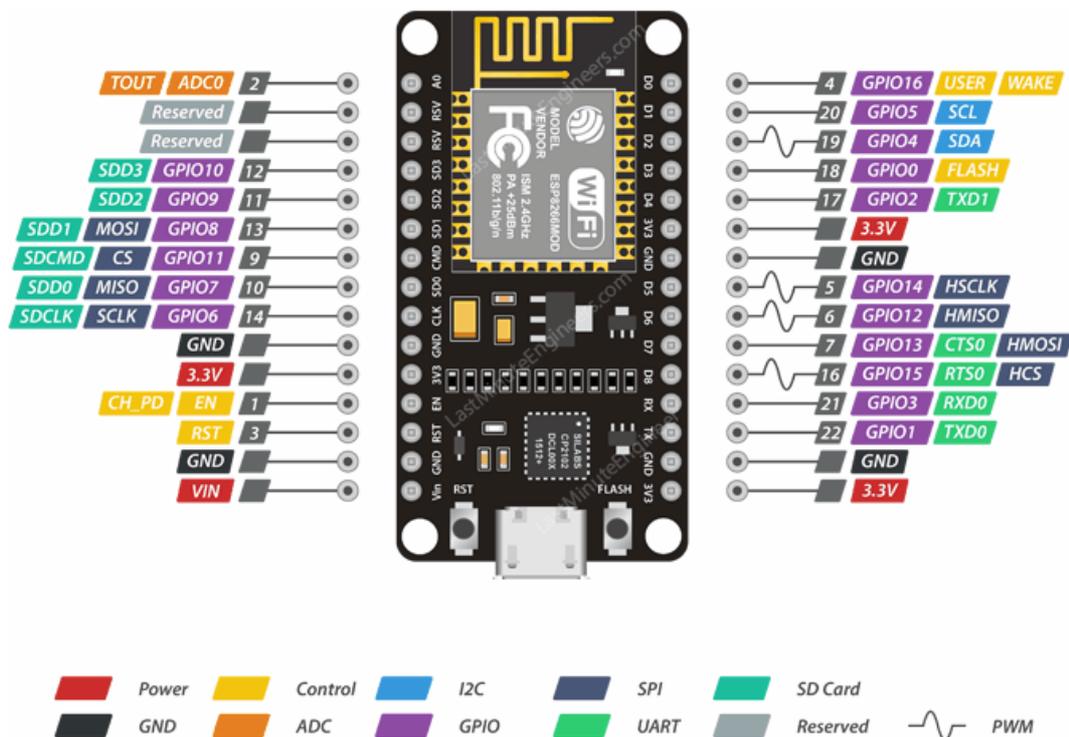




Gambar 4 Reaksi *Heart Rate* Panjang Gelombang (Nurdin et al., 2015)

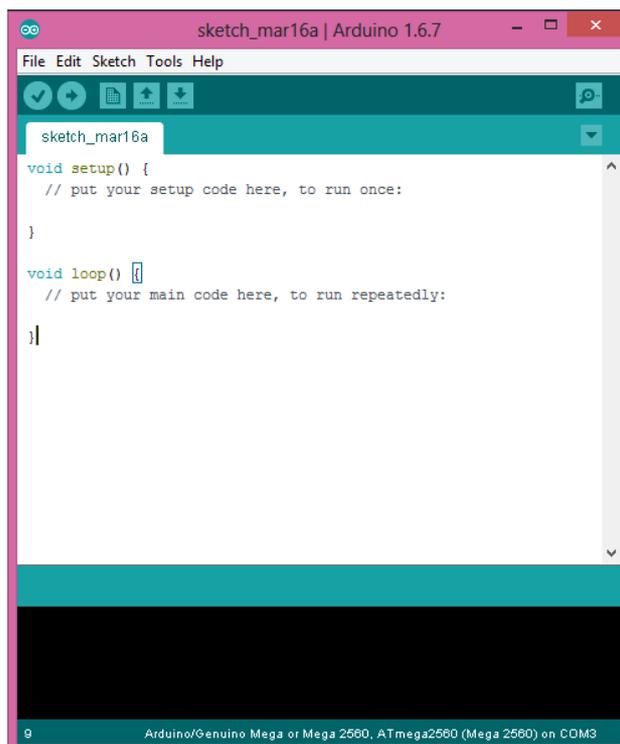
### 1.3 ESP8266

NodeMCU merupakan papan pengembangan produk *Internet of Things* (IoT) yang berbasis *Firmware eLua* dan *System on a Chip* (SoC) ESP8266-12E. ESP8266 merupakan *chip wifi* dengan *protocol stack TCP/IP* yang lengkap (Yuhefizar et al., 2019). NodeMCU dapat dianalogikan sebagai *board* Arduino-nya ESP8266. Program ESP8266 memerlukan beberapa teknik *wiring* serta tambahan modul USB to serial untuk mengunduh program. Namun NodeMCU telah mengemas ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler ditambah dengan kapabilitas akses terhadap *wifi* juga *chip* komunikasi USB to serial. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB yang digunakan *charging smartphone* (Rifa'i, 2016). Gambar 5 merupakan uraian kaki pin yang ada pada NodeMCU.



### 1.4 Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*. Arduino IDE merupakan aplikasi pemrograman untuk perangkat Arduino dan NodeMCU agar perangkat tersebut dapat melakukan fungsinya seperti yang diharapkan. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai Bahasa C. Aplikasi Arduino IDE juga memiliki kumpulan contoh program yang berada pada *library* sehingga pemula dapat dengan mudah untuk melakukan pemrograman (Budi et al., 2019). Gambar 6 merupakan tampilan dari Arduino IDE serta menu pada aplikasi tersebut dijelaskan pada Tabel 2.



**Gambar 6 Tampilan Arduino IDE**

**Tabel 2 Menu pada Arduino IDE**

Ikon	Nama	Fungsi
	Verify	Berfungsi untuk mengecek kode program yang telah dibuat. Jika terjadi <i>error</i> maka kode program ada yang salah. Biasanya ada keterangan letak <i>line</i> dan kolom kesalahan tersebut.
	Upload	Berfungsi untuk mengkompilasi kode program ke bahasa mesin dan selanjutnya mengunggah ke mikrokontroler.
	New	Berfungsi untuk membuat program baru
	Open	Berfungsi untuk membuka <i>file</i> atau program yang telah tersimpan
	Save	Berfungsi untuk menyimpan program
	Serial Monitor	Berfungsi untuk membuka serial monitor

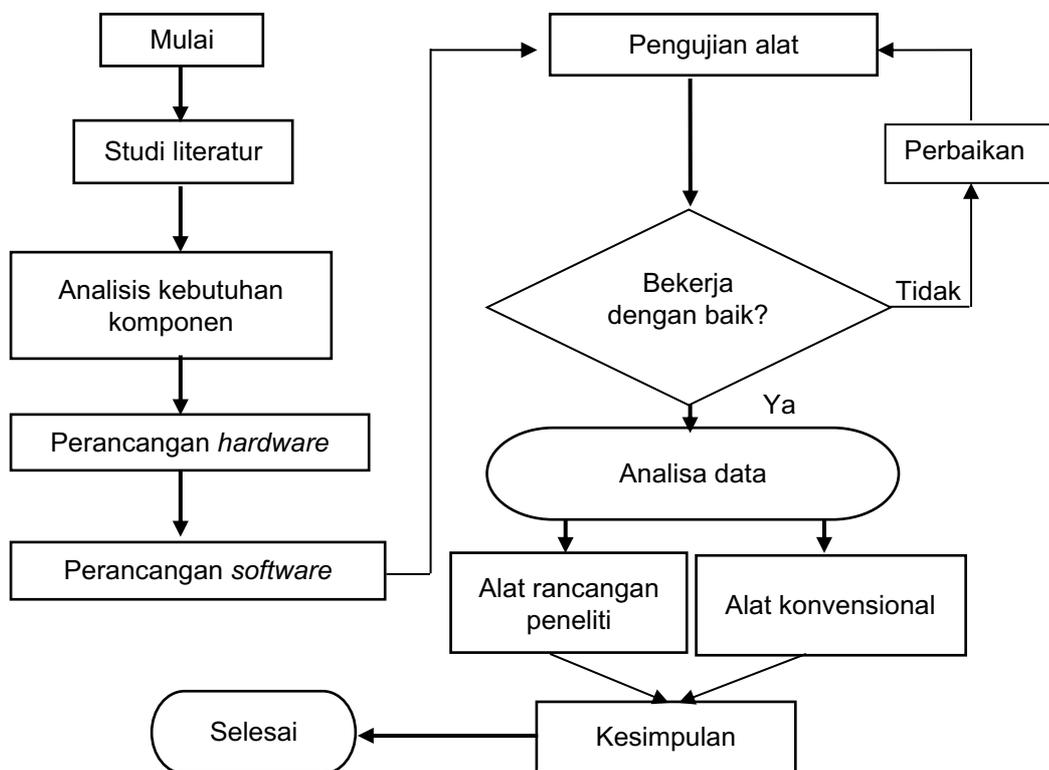


### 1.5 Blynk

Blynk merupakan aplikasi berbasis layanan yang dapat digunakan sebagai pengontrol mikrokontroler berbasis internet (Prayitno et al., 2017). Dalam aplikasi Blynk terdapat beberapa *widget* yang harus disusun sesuai dengan kebutuhan. Blynk menjadi *interface* antara mikrokontroler dan *smartphone* melalui koneksi internet. Aplikasi ini tidak berbayar jika *widget* yang digunakan sedikit. Untuk penggunaan aplikasi yang membutuhkan *widget* banyak maka ada beberapa *widget* yang berbayar. Blynk dapat merekam dan menyimpan data sesuai dengan pengaturan yang telah ditanamkan (Noar & Kamal, 2017). Blynk merupakan platform baru yang memudahkan peneliti untuk menghubungkan perangkat keras dengan tampilan pada *smartphone*. Waktu yang dibutuhkan untuk memprogram pada aplikasi Blynk relatif cepat (Serikul et al., 2018).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan analisis kebutuhan yaitu alat pengukur detak jantung yang ada saat ini masih menggunakan metode EKG dan PCG. Alat tersebut membutuhkan ahli medis untuk membacanya. Dibutuhkan alat detak jantung dengan metode lain lain sehingga semua kalangan dapat membaca alat tersebut. Diagram alir pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Diagram Alir Penelitian

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan jurnal nasional dan jurnal internasional yang relevan terhadap topik tersebut. Jurnal-jurnal tersebut ditinjau dan dibandingkan satu dengan yang lain serta dicari metode mana yang paling mendekati dengan kebutuhan. Pengembangan alat dilakukan dengan mempertimbangkan sensor yang akan digunakan dan *output* yang diharapkan.

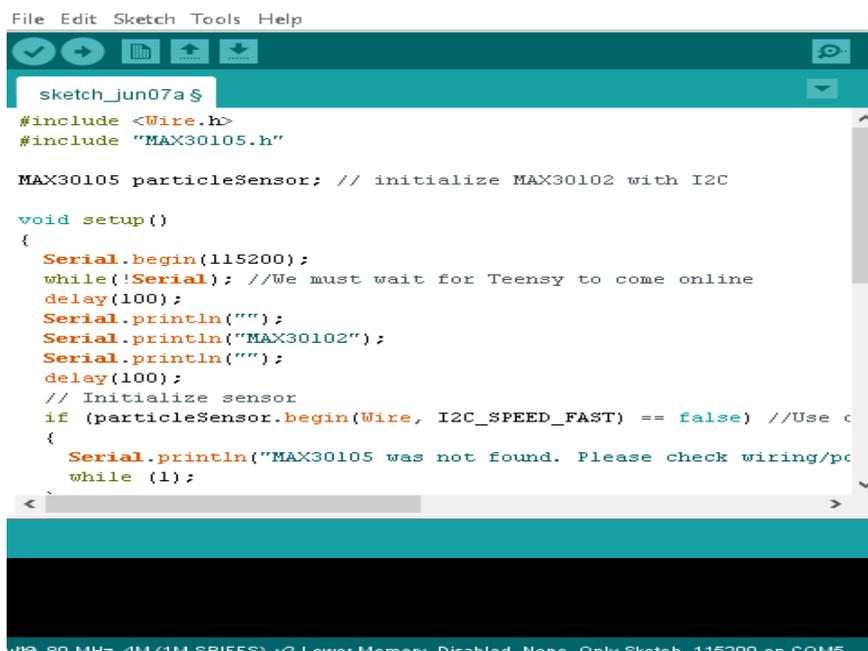
Alat dan bahan yang digunakan adalah sensor MAX30102, modul ESP8266, kabel power, project board, kabel male-female, Hp Android dan laptop. Pembuatan alat dan pengambilan data dilakukan di laboratorium elektronika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.



Perancangan alat dilakukan dengan menancapkan kaki-kaki ESP8266 pada *project board*. Kaki SDA pada sensor MAX30102 dihubungkan dengan pin D1 pada ESP8266. Kaki SCL pada MAX30102 dihubungkan dengan pin D2 pada ESP8266. Kaki SCL dan SDA pada OLED dihubungkan dengan kaki SCL dan SDA sensor MAX30102.

Terdapat dua perancangan *software* pada penelitian ini Arduino IDE dan Blynk. Arduino IDE diunduh pada PC atau laptop karena berfungsi untuk memprogram ESP8266. Proses pemograman pada ESP8266 dilakukan dengan menjalankan aplikasi Arduino IDE. Hubungkan ESP8266 pada laptop dengan menggunakan kabel USB. Masukkan *library* MAX30102 pada Arduino IDE. Setelah terdeteksi adanya perangkat ESP8266 maka programing dapat dilakukan. Aplikasi Blynk diunduh di *smartphone* untuk menampilkan data hasil pengukuran alat. Aplikasi Blynk yang terunduh pada *smartphone* harus diatur terlebih dahulu pada bagian GUI agar dapat menampilkan data.

Pengujian alat dilakukan dengan menguji tiap komponen dan menguji alat keseluruhan yang sudah dirancang. Pengujian komponen dilakukan satu persatu. Pengujian sensor MAX30102 dilakukan dengan menghubungkan sensor pada *board* Arduino Uno. Program pada Gambar 8 diunggah pada board Arduino dan dilihat pada serial monitor akan ada data yang keluar saat ujung jari ditempatkan.



```
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun07a $
#include <Wire.h>
#include "MAX30105.h"

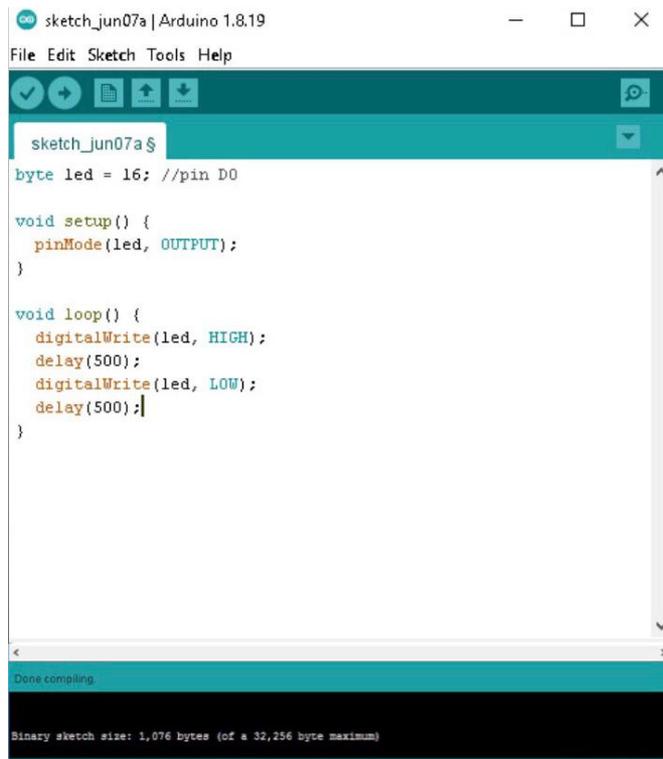
MAX30105 particleSensor; // initialize MAX30102 with I2C

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  while(!Serial); //We must wait for Teensy to come online
  delay(100);
  Serial.println("");
  Serial.println("MAX30102");
  Serial.println("");
  delay(100);
  // Initialize sensor
  if (particleSensor.begin(Wire, I2C_SPEED_FAST) == false) //Use c
  {
    Serial.println("MAX30105 was not found. Please check wiring/po
    while (1);
  }
}
```

Gambar 8 Program MAX30102

ESP8266 diuji dengan menghubungkan board ke USB laptop. Saat terjadi kedip-kedip pada lampu indicator yang menandakan ESP8266 dalam kondisi menyala. Pengujian software pada ESP8266 dilakukan dengan program sederhana yaitu menyalakan LED. Program tersebut diunggah ke ESP8266 melalui software Arduino IDE seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Tampilan ESP8266 tampak pada Gambar 10.





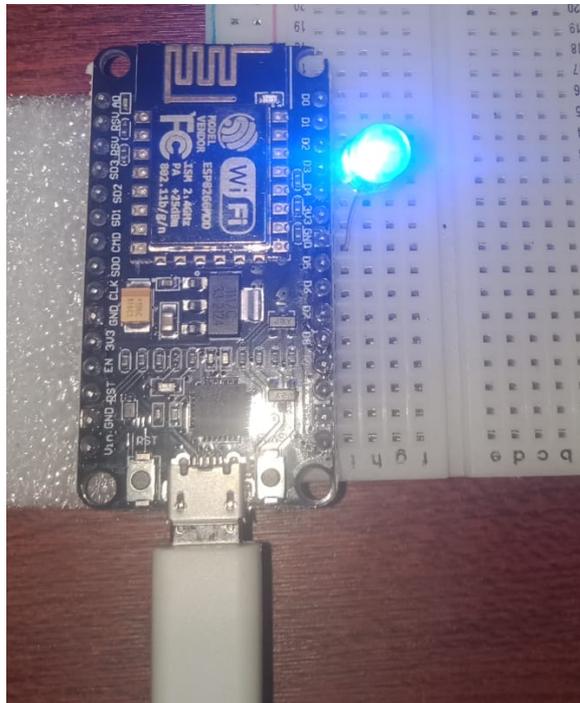
```
sketch_jun07a | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun07a $
byte led = 16; //pin D0

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(500);
}

Done compiling.
Binary sketch size: 1,076 bytes (of a 32,256 byte maximum)
```

**Gambar 9 Program Menghidupkan LED**



**Gambar 10 Pengujian LED ESP8266**

Pengambilan data dilakukan dengan mengukur denyut jantung manusia. Ujung jari ditempelkan pada permukaan alat selama kurang lebih sepuluh detik. Pengukuran ini dilakukan sebanyak lima kali untuk mencari standar deviasi alat yang telah dirancang sebagaimana Pers. (1) dan (2).



Artikel ini didistribusikan mengikuti lisensi Atribusi-NonKomersial CC BY-NC sebagaimana tercantum pada <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Dalam waktu yang bersamaan *pulse oximeter* juga mengukur denyut jantung sebanyak lima kali. Jumlah data denyut jantung yang diolah adalah sebanyak 50.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

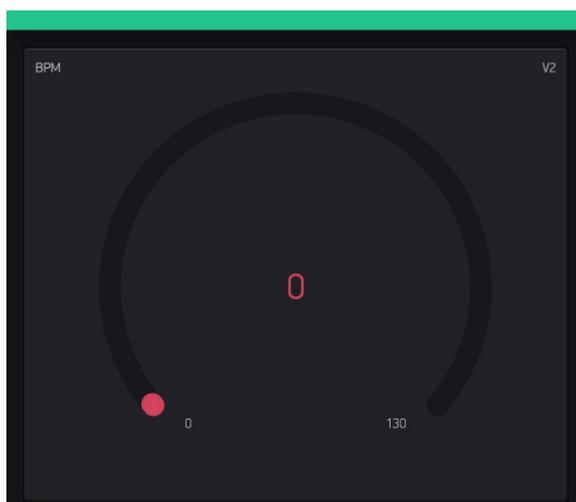
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Di mana  $\bar{x}$  adalah rata-rata,  $s$  adalah standar deviasi,  $x_i$  adalah nilai sampel ke- $i$  dan  $n$  adalah banyaknya data. Akurat merupakan titik ukur yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan analisa yang sebenarnya. Tingkat akurasi alat yang telah dirancang dicari dengan membandingkan nilai pengukuran alat yang telah dibuat dengan *pulse oximeter* menggunakan Pers. (3). *Pulse oximeter* yang digunakan bermerek Onemade Pulsa Oximeter Oxyone dengan kemampuan pengukuran denyut jantung 25-250 bpm. Alat ini biasa digunakan para medis untuk mengetahui kondisi awal pasien saat datang ke instansi kesehatan.

$$\% \text{Akurasi} = 100\% - \left| \frac{\text{hasil alat konvensional} - \text{hasil alat perancangan}}{\text{hasil alat konvensional}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang dilakukan dalam penggunaan alat ini adalah menghubungkan alat pada sumber tegangan dengan menggunakan kabel USB. Sumber tegangan dapat berupa USB laptop atau adaptor USB DC atau baterai yang memiliki kapasitas 9Vdc. Langkah kedua adalah menempelkan ujung jari pada sensor MAX30102 selama kurang lebih 10 detik. Tampilan pada *smartphone* ditunjukkan pada Gambar 11. Data pada *smartphone* adalah data berupa denyut jantung yang berasal dari sensor MAX30102. Sensor ini berkerja berdasarkan prinsip photoplethysmography (PPG) di mana volume dalam jaringan dapat terdeteksi melalui cahaya yang dipancarkan dan diterima pantulannya oleh *detector*. Saat jantung berdetak maka sebenarnya jantung sedang memompa darah keseluruh tubuh termasuk jari. Hal ini mengakibatkan volume darah pada arteri berubah. Jantung yang terus memompa akan membuat denyutan dan fluktuasi volume darah yang ada pada arteri akan terbaca dalam bentuk sinyal oleh sensor (Budi et al., 2019).



Gambar 11 Tampilan Denyut Jantung pada *Smartphone*

Sensor MAX30102 terbuat dari *infrared light emitting diode* (IR LED) (Kumar N. et al., 2017). IR LED mentransmisikan cahaya *infrared* keujung jari yang ditempelkan pada sensor. Sebagian akan diteruskan dan sebagian akan dipantulkan kembali dari darah dalam arteri jari. *Photo diode*



merasakan bagian cahaya yang dipantulkan dengan nilai intensitas tertentu tergantung dari volume darah yang ada pada jari. Saat jantung berdetak maka jumlah cahaya *infrared* yang diterima oleh *photo diode* juga berubah. Perubahan kecil dapat dikuatkan sehingga bisa ditangkap sebagai sinyal berdetak bagi sensor.

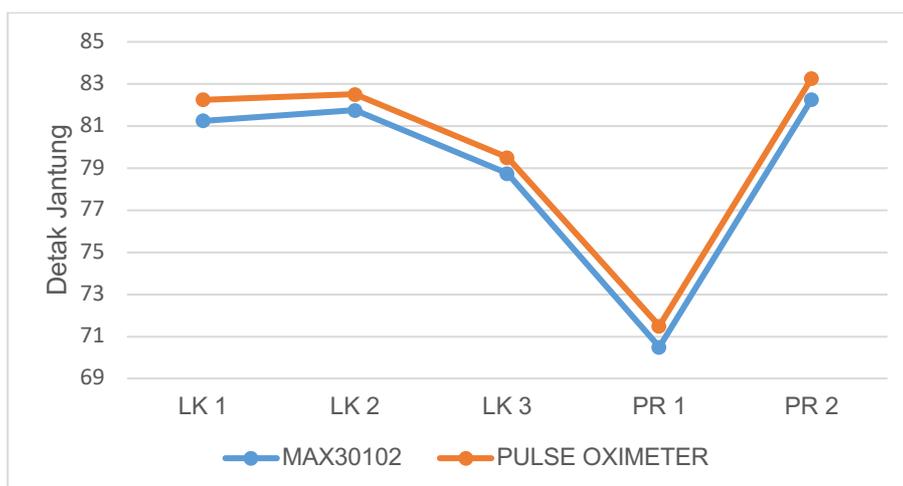
Hasil pengukuran alat terhadap lima naracoba ditunjukkan pada Tabel 3. Pengambilan data detak jantung untuk setiap naracoba dilakukan sebanyak 5 kali untuk alat yang dibuat dan 5 kali untuk alat perbandingan yaitu *pulse oximeter*. Sehingga data keseluruhan adalah berjumlah 50. Naracoba terdiri dari tiga laki-laki dan dua perempuan. Pemilihan naracoba yang berbeda jenis kelamin dilakukan untuk mendapatkan nilai detak jantung yang bervariasi. Pengukuran pada setiap naracoba dilakukan sebanyak lima kali. Sehingga setiap data memiliki standar deviasi. Rata-rata nilai standar deviasi pada alat ukur yang telah dibuat adalah 1,716. Rata-rata nilai standar deviasi pada *pulse oximeter* adalah 1,776. Perbedaan ini tidak terlalu jauh karena hanya berbeda 0,05. Perbedaan ini terjadi karena durasi pengambilan data yang berbeda antara alat yang telah dibuat dan pulsa oksimeter. Alat membutuhkan hanya sekitar 10 detik untuk mengukur dan menampilkan data. Sedangkan *pulse oximeter* membutuhkan waktu yang relatif lebih lama. Rata-rata nilai akurasi alat adalah 98,804% jika menganggap data dari *pulse oximeter* merupakan data yang benar.

**Tabel 3 Hasil Pengukuran Alat dan *Pulse Oximeter***

Naracoba	Jenis Pengolahan	MAX30102	Pulse Oximeter
LK1	Rata-rata (bpm)	81,25	82,25
	Standar Deviasi	2,39	2,39
	Akurasi (%)	98,78	
LK2	Rata-rata (bpm)	81,75	82,5
	Standar Deviasi	2,49	2,29
	Akurasi (%)	99,09	
LK3	Rata-rata (bpm)	78,75	79,75
	Standar Deviasi	1,29	1,29
	Akurasi (%)	98,75	
LK4	Rata-rata (bpm)	70,5	71,5
	Standar Deviasi	1,12	1,12
	Akurasi (%)	98,60	
LK5	Rata-rata (bpm)	82,25	83,25
	Standar Deviasi	1,29	1,79
	Akurasi (%)	98,80	
<b>Rata-rata Tingkat Akurasi (%)</b>		<b>98,804</b>	

Gambar 12 merupakan gambar perbandingan hasil pengukuran yang dilakukan pada lima naracoba dengan menggunakan alat yang telah dirancang (biru) dan *pulse oximeter* (oranye). Dari gambar terlihat pengukuran *pulse oximeter* selalu lebih tinggi daripada alat ukur yang diwakili sensor MAX30102. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan bagian jari yang diambil datanya. *Pulse oximeter* mengambil data pada ujung jari telunjuk tangan kiri dan alat yang telah dibuat mengukur ujung jari telunjuk tangan kanan. Perbedaan pengambilan data ini dilakukan karena pengukuran harus dalam waktu yang bersamaan. Nilai akurasi 98,804 merupakan akurasi rata-rata dari lima naracoba dan berulang sebanyak lima kali. Nilai ini cukup baik dan cukup mewakili untuk pengukuran denyut jantung awal yang relatif mengalami perubahan. Beberapa alat pengukur detak jantung telah dibuat dengan metode, komponen dan naracoba yang berbeda. Sehingga memiliki tingkat akurasi dan nilai standar deviasi yang relatif berbeda. Sensor ECG pernah diterapkan untuk mengukur denyut jantung. pengukuran dilakukan dengan menempelkan sensor pada dada. Data pengukuran ditampilkan pada LCD (Sufri & Aswardi, 2020). Berbeda dengan sensor MAX30102 yang dapat menggunakan permukaan jari untuk pengukuran denyut jantung. Alat yang dirancang ini juga dilengkapi perangkat IoT sehingga mudah diakses meskipun jaraknya berjauhan.





Gambar 12 Perbandingan Nilai Detak Jantung Alat dan *Pulse Oximeter*

#### 4. KESIMPULAN

Alat ukur detak jantung telah dibuat dan dapat menghitung detak jantung dengan baik. Alat ini menggunakan sensor MAX30102 yang menerapkan prinsip kerja PPG. Pengukuran dilakukan dengan menempelkan jari pada alat (*non-invasive*). Data hasil pengukuran dapat diakses di *smartphone* menggunakan koneksi internet. Dari pengukuran detak jantung oleh lima naracoba dihasilkan rata-rata standar deviasi adalah 1,716. Akurasi alat ini adalah 98,804% dengan membandingkan hasil pengukurannya terhadap *pulse oximeter*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, K., & Arfian, A. (2017). Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Antarmuka Smartphone Melalui Bluetooth. *Sinusoida*, 19(2), 78–84.
- 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>
- Anugara, A. (2021). Sistem Pengukuran Detak Jantung Secara RealTime pada Platform Internet of Things Menggunakan Metode Naive Bayes. *Seminar Informatika Aplikatif Polinema*, 58–63.
- 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>
- Astutik, R. P., & Bakti, R. F. (2020). Sistem Monitoring Detak Jantung Berbasis LoRa. *E-Link : Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 15(1), 19. <https://doi.org/10.30587/e-link.v15i1.1606>
- Brugarolas, R., Latif, T., Dieffenderfer, J., Walker, K., Yuschak, S., Sherman, B. L., Roberts, D. L., & Bozkurt, A. (2016). Wearable Heart Rate Sensor Systems for Wireless Canine Health Monitoring. *IEEE Sensors Journal*, 16(10), 3454–3464. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2015.2485210>
- Budi, D. B. S., Maulana, R., & Fitriyah, H. (2019). Sistem Deteksi Gejala Hipoksia Berdasarkan Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino. *Journal of Information Technology Development and Computer Science*, 3(2), 1925–1933.
- Chooruang, K., & Mangkalakeeree, P. (2016). Wireless Heart Rate Monitoring System Using MQTT. *Procedia Computer Science*, 86(March), 160–163. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.045>
- Faesal, 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.
- Harianto, B., Hidayat, A., Hulu, F. N., Telekomunikasi, P. T., Elektro, J. T., Medan, P. N., Utara, S., Elektronika, P. T., Elektro, J. T., Medan, P. N., Utara, S., & Oksigen, S. (2021). Analisis Penggunaan Sensor MAX30100 pada Sistem. *Seminar Nasional Teknologi Sains Dan Humaniora (SemanaTECH)*, 3(1), 238–245.
- Hariri, R., Hakim, L., & Lestari, R. F. (2019). Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 9(3), 164. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v9i3.7075>
- Hindarto, Anshory, I., & Efiyanti, A. (2015). Aplikasi Pengukur Detak Jantung Menggunakan Sensor Pulsa. *Prosiding Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) III*, 1–5.
- Hudhajanto, R. P., Mulyadi, I. H., & Sandi, A. A. (2022). Wearable Sensor Device berbentuk Face Shield untuk Memonitor Detak Jantung berbasis IoT. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 6(1), 87–92. <https://doi.org/10.30871/jaic.v6i1.4105>
- Irawan, Y., Fernando, Y., & Wahyuni, R. (2019). Detecting Heart Rate Using Pulse Sensor As Alternative Knowing Heart Condition. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 1(1), 30–42. <https://doi.org/10.37385/jaets.v1i1.16>
- Isyanto, H., & Jaenudin, I. (2018). Monitoring Dua Parameter Data Medik Pasien (Suhu Tubuh Dan Detak Jantung) Berbasis Arduino Nirkabel. *ELEKTUM*, 15(1), 19–24. <https://doi.org/10.24853/elektum.15.1.19-24>
- Karina, P., & Thohari, A. H. (2018). Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Raspberry. *Journal of Applied Informatics and Computing*, 2(2), 57–61. <https://doi.org/10.30871/jaic.v2i2.920>
- Kumar N., S., Kumar B., N., A., S., D., V., & Balaji N., M. (2017). Heart Rate Monitoring System using IoT. *International Journal for Scientific Research & Development (IJSRD)*, 5(2), 853–854.
- Kumari, W. M. P., & Victor, S. P. (2019). Heart Attack Detection & Heart Rate Monitoring Using IOT Techniques. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(06-Special Issue), 1471–1476.
- 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>
- Noar, N. A. Z. M., & Kamal, M. M. (2017). The development of smart flood monitoring system using ultrasonic sensor with blynk applications. *2017 IEEE 4th International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Application (ICSIMA), 2017-Novem(November)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSIMA.2017.8312009>
- Nurdin, M., Aminah, N., Syahrir, Djamil, F., & Hamdani, M. F. (2015). Deteksi Denyut Jantung dengan Metode Sensor Pulsh Berbasis Ardiuno. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro & Informatika SNTTEI 2015*, 201–206.
- Prayitno, W. A., Muttaqin, A., & Syauby, D. (2017). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(4), 292–297.
- Rachmat, H. H., & Ambaransari, D. R. (2018). Sistem Peretak 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>
- Rifa'i, A. F. (2016). Sistem Pendeteksi dan Monitoring Kebocoran Gas (Liquefied Petroleum Gas) Berbasis Internet of Things. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 1(1), 5–13. <https://doi.org/10.14421/jiska.2016.11-02>
- Savitri, D. E. (2020). Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT). In *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*. UIN Syarif Hidayatullah.
- Serikul, P., Nakpong, N., & Nakjuatong, N. (2018). Smart Farm Monitoring via the Blynk IoT Platform : Case Study: Humidity Monitoring and Data Recording. *2018 16th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 1–6.



- <https://doi.org/10.1109/ICTKE.2018.8612441>
- Sipayung, F. H., Ramadhani, K. N., & Arifianto, A. (2018). Pengukuran Detak Jantung Menggunakan Metode Fotopletismograf. *EProceedings 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>
- Tamura, T., Maeda, Y., Sekine, M., & Yoshida, M. (2014). Wearable Photoplethysmographic Sensors—Past and Present. *Electronics*, 3(2), 282–302. <https://doi.org/10.3390/electronics3020282>
- Wijaya, N. H., Fauzi, F. A., T.Helmy, E., Nguyen, P. T., & Atmoko, R. A. (2020). The Design of Heart Rate Detector and Body Temperature Measurement Device Using ATmega16. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 1(2), 40–43. <https://doi.org/10.18196/jrc.1209>
- Yassin, F. M., Sani, N. A., & Chin, S. N. (2019). Analysis of Heart Rate and Body Temperature from the Wireless Monitoring System Using Arduino. *Journal of Physics: Conference Series*, 1358(1), 012041. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1358/1/012041>
- Yessianto, I., Setiawidayat, S., Effendy, D. U., & Einthoven, S. (2018). Perancangan Alat Monitoring Sinyal Jantung Menggunakan Arduino. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*, 601–608.
- Yuhefizar, Y., Nasution, A., Putra, R., Asri, E., & Satria, D. (2019). Alat Monitoring Detak Jantung Untuk Pasien Beresiko Berbasis IoT Memanfaatkan Aplikasi OpenSID berbasis Web. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 3(2), 265–270. <https://doi.org/10.29207/resti.v3i2.974>
- Yulian, R., & Suprianto, B. (2017). Rancang Bangun Photoplethysmograph (PPG) Tipe Gelang Tangan untuk Menghitung Detak Jantung. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3), 223–231.
- Yulidarti, Y., & Hendri, H. (2020). Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Komunikasi Wifi dengan Android. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(1), 277. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.107976>

