

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Vital Sign* (Tanda-Tanda Vital)**

*Vital Sign* adalah pemeriksaan fisik dasar yang dikenal dengan sebutan tanda-tanda vital atau pemeriksaan vital signs merupakan salah satu bentuk cara yang dilakukan tenaga untuk mengetahui perubahan sistem yang terjadi didalam tubuh pasien dan menetukan diagnosa pasien. Perubahan tanda-tanda vital dalam tubuh seseorang dapat berubah jika dalam keadaan yang tidak sehat. Perubahan yang terjadi dalam tubuh pasien menunjukan adanya gangguan kesehatan dalam sistem tubuh. Pemeriksaan tanda-tanda vital atau pemeriksaan *vital signs* ini biasanya sangat lazim dilakukan oleh dokter, bidan, perawarawat untuk memantau perkembangan pasien, untuk melihat dan menilai keadaan pasien. Tindakan pemeriksaan vital signs ini merupakan salah satu bentuk tindakan pengawasan terhadap keadaan pasien. Dalam pemeriksaan tanda-tanda vital terdapat empat komponen utama dalam menilai keadaan pasien yaitu, tekanan darah, suhu, pernafasan dan nadi.

Pemeriksaan tanda-tanda vital ini memiliki tujuan, dapat membantu tenaga medis dalam mendiagnosa pasien atau klien, menyusun rencana intervensi dan mengevaluasi atau menilai keberhasilan tanda-tanda vital, untuk mengetahui nilai keadaan suhu tubuh pasien, untuk mengetahui denyut nadi pada tubuh pasien (Irama, frekuensi, dan kekuatan), untuk melihat dan menilai kemampuan kardiovaskuler, serta untuk mengetahui frekuensi, irama dan kedalaman pernafasan [4].

#### **2.2 *SpO<sub>2</sub>* (Saturasi Oksigen)**

Saturasi oksigen (*SpO<sub>2</sub>*) adalah rasio atau jumlah oksigen aktual yang terikat oleh hemoglobin terhadap kemampuan total hemoglobin darah mengikat oksigen. Pada tekanan parsial oksigen yang rendah, sebagian besar hemoglobin terdeoksigenasi, maksudnya adalah proses pendistribusian darah beroksigen dari arteri ke jaringan tubuh. *Pulse oximetry* berfungsi mengamati saturasi oksigen darah. Hal ini dilakukan untuk menjamin kadar oksigen cukup pada

pembuluh. Biasanya dipakai untuk pasien yang mengalami kondisi buruk. Alat ini menampilkan frekuensi denyut jantung dan saturasi oksigen [5].

Saturasi oksigen dalam darah ( $SpO_2$ ) dan denyut jantung merupakan salah satu besaran variabel tubuh yang penting untuk diukur dan dimonitor untuk mengetahui kondisi kesehatan tubuh. Kadar saturasi oksigen adalah persentase dari pada hemoglobin yang mengikat oksigen dibandingkan dengan jumlah total hemoglobin yang ada di dalam darah. Jika pembacaan kadar oksigen arteri dengan oksimeter berada di bawah 90 persen maka mengindikasikan bahwa kadar oksigen dalam darah rendah sehingga darah membutuhkan suplemen oksigen. Sementara jika pembacaan persentase kadar saturasi oksigen dikatakan normal pada manusia jika berkisar antara 95% sampai 100%, kadar Oksigen berperan penting dalam proses metabolisme tubuh sehingga jika manusia kekurangan kadar oksigen maka dapat mengakibatkan metabolisme tubuh berlangsung tidak sempurna yang ditandai dengan hipoksia yang merupakan kondisi berbahaya yang dapat mengganggu fungsi otak, hati dan organ lainnya dengan cepat [6].

### **2.3 *Heart Rate* (Detak nadi/Jantung)**

Denyut nadi adalah gelombang yang dirasakan pada arteri yang diakibatkan karena pemompaan dara oleh jantung menuju pembulu darah. Denyut nadi dapat dirasakan atau dirabah pada arteri yang dekat dengan permukaan tubuh, seperti arteri temporalis yang terletak di belokan mata kaki, arteri brakhialis yang terletak di depan lipatan sendi siku, arteri radialis yang terletak di depan pergelangan tangan, dan arteri karotis yang terletak di ketinggian tulang rawan tiroid. Frekuensi denyut nadi untuk orang normal jumlahnya sama dengan denyut jantung. Frekuensi denyut jantung dengan mudah dapat diukur dengan mengukur denyut nadi, Denyut nadi merupakan rambatan dari denyut jantung yang dihitung tiap menitnya dengan hitungan repetisi (kali/permennit), dengan denyut nadi normal 60-100 kali/menit.

*Heart rate* sendiri merupakan detak jantung per satuan waktu yang biasanya dinyatakan dalam beats per menit (bpm). Jumlah detak jantung manusia sangat dipengaruhi oleh suhu tubuh manusia itu sendiri, karena cepat lambatnya

jantung manusia dalam memompa darah ke seluruh tubuh tergantung pada perubahan suhu manusia itu sendiri. *Heart rate* orang dewasa berkisar antara 60 – 100 bpm, namun *Heart rate* sendiri tidak dapat ditentukan dari setiap individu manusia, hal ini tergantung dari aktifitas fisik, suhu udara sekitar, posisi tubuh (tidur/ berdiri), tingkat usia, emosi dan obat-obatan yang sedang dikonsumsi [7].

#### **2.4 Suhu**

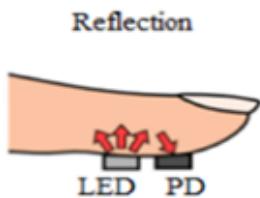
Suhu tubuh merupakan keseimbangan antara produksi dan pengeluaran panas dari tubuh yang diukur dalam unit panas yang disebut derajat. Suhu yang dimaksudkan yaitu panas atau dinginnya suatu substansi. Suhu tubuh merupakan perbedaan antara jumlah panas yang diproduksi oleh proses tubuh dan jumlah panas yang hilang ke luar lingkungan luar, pada pengukuran suhu tubuh terdapat dua skala pengukuran yaitu skala *Fahrenheit*, yang dilambangkan dengan °F (derajat *Fahrenheit*) dan skala *Celcius* yang dilambangkan dengan °C (derajat *Celcius*). Suhu tubuh manusia memiliki rentang antara 36°C sampai 38°C. Lokasi pengukuran suhu tubuh memengaruhi nilai besaran suhu tubuh tetapi tetap berada pada kisaran suhu tubuh normal meskipun hasil akhirnya bervariasi [8].

#### **2.5 Photoplethysmography (PPG)**

PPG adalah sebuah teknologi yang memungkinkan pengukuran jumlah cahaya yang diserap oleh pembuluh darah, darah, dan jaringan tubuh. Sinyal yang dihasilkan dapat diterjemahkan menjadi berbagai parameter fisiologis, termasuk variasi volume aliran darah, variabilitas detak jantung, dan tekanan darah. Sebagai hasilnya, sinyal PPG dapat memberikan informasi biologis yang beragam dan berguna untuk mendeteksi serta mendiagnosis berbagai masalah kesehatan. Selain memberikan informasi tentang tentang sirkulasi darah dan detak jantung, PPG juga dapat memberikan informasi terkait pendekslan hipertensi. Penggunaan PPG telah menjadi bagian integral dalam pemantauan kesehatan jantung yang *non-invasif*. Teknologi ini memberikan informasi penting tentang detak jantung dan kondisi kardiovaskular yang relevan. Dengan PPG, deteksi perubahan denyut nadi dalam volume darah di dalam jaringan pembuluh darah dapat dilakukan setiap detak jantung. PPG juga

memberikan informasi diagnostic yang sederhana namun merupakan metode pemeriksaan dini yang efektif dan dibutuhkan untuk menentukan apakah pasien perlu penanganan lebih lanjut. Namun, untuk memahami informasi yang terkandung dalam sinyal PPG, sinyal tersebut perlu ditampilkan dengan jelas agar informasi penting yang terkandung di dalamnya dapat dipahami dengan baik. Dengan demikian, pemahaman yang mendalam tentang sinyal PPG dan kemampuan untuk menginterpretasikannya menjadi kunci dalam mendapatkan wawasan yang berharga dalam kesehatan jantung dan kondisi kardiovaskular secara keseluruhan [9].

*Photoplethysmography* (PPG) salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur laju detak jantung, PPG merupakan metode optik sederhana yang dapat mendeteksi perubahan volume darah dari pemompaan jantung secara non-invasive. Metode PPG membutuhkan cahaya dengan panjang gelombang yang dapat disesuaikan sehingga photodetektor akan mengubah radiasi gelombang cahaya menjadi sama dengan perubahan pada volume darah yang mengalir. LED merah memancarkan gelombang cahaya menuju darah yang akan diserap sebagian oleh Hemoglobin pada darah, sedangkan sisa dari gelombang cahaya akan diteruskan dan diterima oleh Photodetektor. Sisa gelombang cahaya selanjutnya dibandingkan dengan nilai awal gelombang cahaya dari sebelum diserap darah, pada setiap pemompaan darah oleh jantung keseluruh tubuh, denyut jantung pun ikut terjadi disertao gelombang pulsa yang merambat melewati pembuluh arteri hingga ke ujung pembuluh kapiler. PPG adalah sinyal yang dihasilkan dari sensor menggunakan metode *Photoplethysmography* (PPG) yang berbentuk gelombang dalam mode reflektansi, PD mendeteksi cahaya yang kembali tersebar atau dipantulkan dari jaringan, tulang dan / atau pembuluh darah. seperti yang di tunjukan pada Gambar 2.1 dibawah ini. Mode reflektansi menghilangkan masalah yang terkait dengan penempatan sensor, dan berbagai tempat pengukuran yang dialiri darah dapat digunakan. Sehingga pengguna bisa menggunakan perangkat PPG dimanapun tempatnya pada pergelangan tangan maupun di ujung jari [10].



Gambar 2. 1 Metode PPG[10]

## 2.6 Sensor Max30102

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. Receivernya 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. Sensor MAX30102 mengukur detak jantung menggunakan prinsip kerja PPG. Sensor memiliki IR-LED sebagai pemancar gelombang dan photodiode sebagai penerima sinyal. 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[11].

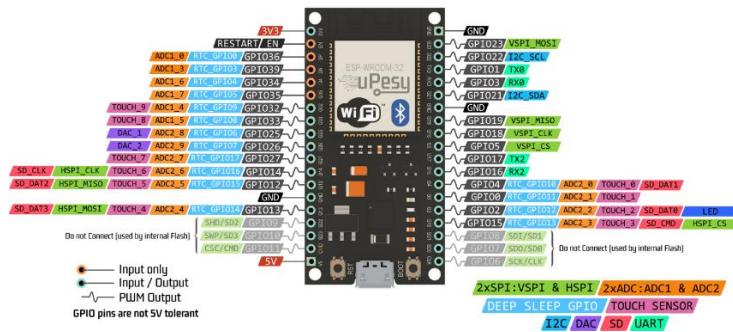


Gambar 2. 2 Sensor MAX30102[11]

Prinsip kerja sensor MAX30100 saat mengumpulkan data adalah saat jari diletakkan pada sensor, maka cahaya oleh LED merah dan LED inframerah dipancarkan, kemudian gelombang cahaya yang dipancarkan oleh LED inframerah akan diserap oleh darah dengan membutuhkan faktor adanya sejumlah besar oksigen. Jika oksigen dalam darah berkurang, gelombang cahaya LED merah akan menyerap lebih banyak cahaya inframerah daripada LED. Gelombang cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan kembali dan dideteksi oleh Photodiode

## 2.7 Esp 32

**ESP32** adalah mikrokontroler berbasis sistem pada chip (SoC) yang dikembangkan oleh Espressif Systems. Diluncurkan sebagai penerus ESP8266 yang populer, ESP32 menawarkan peningkatan signifikan dalam hal kemampuan dan fitur. Dengan desain yang mengintegrasikan berbagai komponen dalam satu chip, ESP32 adalah pilihan utama untuk berbagai aplikasi, terutama dalam pengembangan *Internet of Things* (IoT).



Gambar 2. 3 ESP32[12]

### 2.7.1 Arsitektur dan Prosesor

ESP32 dilengkapi dengan dua inti prosesor Xtensa LX6 yang dapat beroperasi secara bersamaan pada frekuensi hingga 240 MHz. Prosesor dual-core ini dirancang untuk meningkatkan performa komputasi dan efisiensi multitasking, memungkinkan ESP32 menangani berbagai tugas simultan dengan baik. Keduanya dapat berfungsi sebagai core independen atau dalam mode pengolahan berbagi, tergantung pada kebutuhan aplikasi.

### 2.7.2 Memori

Mikrokontroler ini menyediakan 520 KB SRAM internal, yang digunakan untuk penyimpanan data dan pemrograman runtime. Selain itu, ESP32 mendukung penggunaan eksternal Flash memory yang dapat mencapai kapasitas 16 MB. Memori eksternal ini memungkinkan penyimpanan program yang besar dan data pengguna, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan kapasitas memori tinggi.

### 2.7.3 Konektivitas

Salah satu fitur unggulan ESP32 adalah dukungan terintegrasi untuk Wi-Fi dan Bluetooth, termasuk *Bluetooth Classic* dan *Bluetooth Low Energy* (BLE). Fitur Wi-Fi mendukung standar 802.11 b/g/n dan memungkinkan ESP32 untuk terhubung dengan jaringan lokal atau internet secara nirkabel. Bluetooth, baik dalam mode Classic maupun BLE, memfasilitasi komunikasi dengan perangkat lain, membuat ESP32 sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan koneksi nirkabel dan komunikasi data.

### 2.7.4 Input/Output dan Peripherals

ESP32 menawarkan hingga 34 pin GPIO (General Purpose Input/Output), yang dapat digunakan untuk berbagai fungsi. Pin-pin ini mendukung berbagai mode, termasuk input, output, PWM (Pulse Width Modulation), ADC (Analog-to-Digital Converter), DAC (Digital-to-Analog Converter), dan banyak lagi.

**ADC:** Terdapat 18 saluran ADC 12-bit yang dapat digunakan untuk membaca sinyal analog dari sensor eksternal.

**DAC:** Terdapat 2 saluran DAC 8-bit yang memungkinkan konversi digital ke sinyal analog.

**UART, SPI, I2C:** ESP32 juga mendukung komunikasi serial melalui UART, SPI, dan I2C, memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor dan perangkat.

### 2.7.5 Manajemen Daya

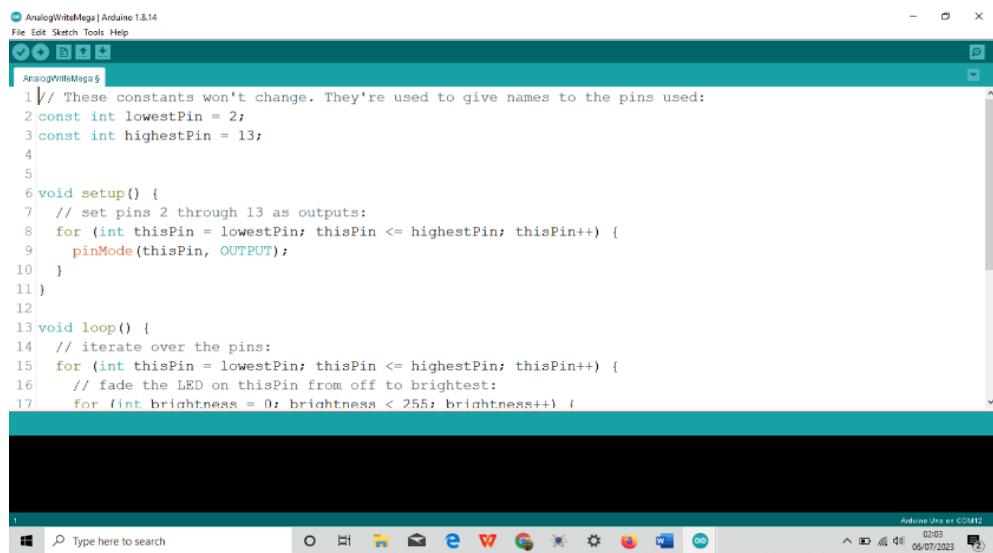
ESP32 dirancang dengan fitur manajemen daya yang canggih. Dengan mode tidur yang mendalam (*deep sleep mode*), ESP32 dapat mengurangi konsumsi daya secara signifikan, menjadikannya cocok untuk aplikasi yang bergantung pada sumber daya

baterai. Mode ini memungkinkan perangkat untuk beroperasi dengan daya minimal saat tidak aktif, yang sangat penting untuk perangkat *wearable* atau sensor IoT yang memerlukan daya rendah.

## 2.8 Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin deprogram. Dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. *Editor program*, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah microcontroller tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh microcontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.
4. Berikut ini adalah contoh tampilan IDE Arduino dengan sebuah sketch yang sedang diedit



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the title bar 'AnalogWriteMega | Arduino 1.8.14'. The main window displays the following sketch code:

```
1 // These constants won't change. They're used to give names to the pins used:
2 const int lowestPin = 2;
3 const int highestPin = 13;
4
5
6 void setup() {
7  // set pins 2 through 13 as outputs:
8  for (int thisPin = lowestPin; thisPin <= highestPin; thisPin++) {
9    pinMode(thisPin, OUTPUT);
10  }
11 }
12
13 void loop() {
14  // iterate over the pins:
15  for (int thisPin = lowestPin; thisPin <= highestPin; thisPin++) {
16    // fade the LED on thisPin from off to brightest:
17    for (int brightness = 0; brightness < 255; brightness++) {
```

Gambar 2. 4 Arduino IDE[13]

Penjelasan:

1. Pada tampilan Arduino IDE terdapat toolbar yang didesain untuk mempermudah dalam melakukan pemrograman.
2. *Verify*, digunakan untuk melakukan kompilasi program yang saat di editor.
3. *New*, digunakan untuk membuat program baru dengan mengosongkan isi dari jendela editor saat ini.
4. *Open*, digunakan untuk membuka program yang ada dari sistem file
5. *Save*, digunakan untuk menyimpan program saat ini.
6. *Upload*, digunakan untuk menyalin data hasil pemrograman dari komputer ke dalam memory board Arduino. Ketika melakukan upload, maka harus melakukan pengaturan jenis Arduino dan port COM yang digunakan.
7. *Serial Monitor*, digunakan untuk melihat hasil pemrograman yang telah tersimpan dalam memory Arduino.
8. Kode program yang dituliskan pada chip mikrokontroler Arduino umumnya menggunakan beberapa fungsi seperti tipe data, operator, dan program kontrol. Pada setiap bagian dari data yang disimpan dalam program Arduino umumnya memiliki tipe datanya masing – masing.

## **2.9 Display TFT (Thin Film Transistor) GC9A01**

LCD TFT GC9A01 adalah LCD yang mempunyai driver SOC chip tunggal dengan 262.144 warna untuk tampilan kristal cair a-TFT dengan resolusi GC9A01 mendukung antarmuka MCU bus data paralel 8-/9-/12-/16-/18-bit, antarmuka RGB bus data 6-/12-/16-/18-bit, dan antarmuka periferal serial (SPI) 3-/4-baris. Area gambar bergerak dapat ditentukan dalam GRAM internal dengan fungsi alamat jendela. Area jendela yang ditentukan dapat diperbarui secara selektif, sehingga gambar bergerak dapat ditampilkan secara bersamaan terlepas dari area gambar diam. 240RGBx240 titik, terdiri dari driver sumber 360 saluran, driver gerbang 32 saluran, GRAM 129.600 byte untuk data tampilan grafis titik 240RGBx240, dan sirkuit catu daya. Lembar Data GC9A01 GC9A01 mendukung warna penuh, modus tampilan 8 warna dan modus tidur untuk pengendalian daya yang presisi oleh perangkat lunak. Fitur-fitur ini menjadikan GC9A01 sebagai driver LCD yang ideal untuk produk portabel berukuran

sedang atau kecil seperti telepon seluler digital, telepon pintar, MP3 dan PMP, yang mana masa pakai baterai yang lama menjadi perhatian utama[14].



*Gambar 2. 5Display TFT[14]*

Display TFT merupakan solusi visual mutakhir untuk meningkatkan kejernihan dan tampilan yang cemerlang. Layar tampilan warna IPS (In-Plane Switching) ini menawarkan tampilan yang superior.

#### Fitur Utama dari Dispaly TFT

- Layar Warna IPS yang Cerah: Nikmati visual yang menakjubkan dengan layar warna IPS, yang menjamin gambar lebih cemerlang dan lebih hidup.
- Komunikasi SPI yang Efisien: Dilengkapi antarmuka SPI 4-pin, modul tampilan ini memastikan komunikasi yang lancar, memfasilitasi transfer data yang cepat dan efisien untuk kinerja yang optimal.
- Arah Tampilan yang Dapat Disesuaikan: Sesuaikan pengalaman visual Anda dengan arah tampilan yang dapat disesuaikan, memungkinkan Anda untuk mengatur orientasi yang paling sesuai dengan aplikasi Anda.
- Sudut Pandang Penuh: Nikmati tampilan yang jelas dan konsisten dari sudut mana pun dengan tampilan sudut pandang menyeluruh, meningkatkan visibilitas di berbagai aplikasi.

#### 2.10 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu tubuh seseorang dan tahan air (waterproof). Output dari sensor DS18B20 berupa

data digital yang sangat populer karena akurasi tinggi, kemudahan integrasi, dan mendukung komunikasi dengan protokol 1-wire. Karakteristik dari sensor ini antara lain, digunakan pada tegangan 3,3- 5V, tingkat akurasi kesalahan yaitu  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dengan kisaran suhu antara  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $85^{\circ}\text{C}$ , kabel merah pada sensor DS18B20 untuk VCC, kabel hitam pada sensor DS18B20 untuk GND, kabel kuning pada sensor DS18B20 untuk data, diameter kabel yaitu 4mm dengan Panjang 90cm [15].



*Gambar 2. 6 Sensor Suhu DS18B20[15]*

## 2.11 Baterai Lithium Ion

Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai sekunder rechargeable battery) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yg berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH [16].



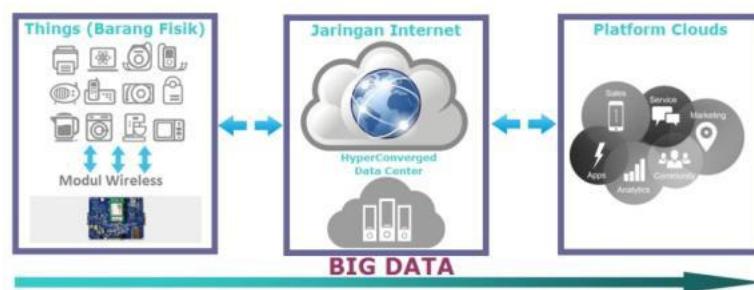
*Gambar 2. 7 Baterai Lithium ION[16]*

Baterai ini bekerja menyimpan arus yang mana lamanya penyimpanan dan ketahanan baterai ini sesuai dengan daya tampung arus dari spesifikasi baterai tersebut.

## 2.12 IoT (Internet Of Things)

*Internet of thing* (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari koneksi internet yang tersambung secara terus menerus. *Internet of thing* (IoT) bisa dimanfaatkan pada gedung untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer. Penelitian ini bertujuan untuk membangun perangkat remote control dengan memanfaatkan teknologi internet untuk melakukan proses pengendalian lampu berbasis mobile. Penelitian dilakukan dengan membangun sebuah prototype dan aplikasi berbasis mobile menggunakan bahasa pemrograman python. Dalam rancangan bangun alat ini terdapat fitur tampilan yaitu menampilkan data SPO2, detak jantung dan suhu pengguna secara bersamaan dan realtime [17].

*Internet of Things* (IoT) merupakan infrastruktur koneksi jaringan global, yang mengkoneksikan benda fisik dan vital melalui eksploitasi data *capture* dan teknologi komunikasi. Infrastruktur IoT terdiri dari jaringan yang telah ada dan internet berikut pengembangannya. Hal ini menawarkan identifikasi objek, identifikasi sensor dan kemampuan koneksi yang menjadi dasar untuk pengembangan layanan dan aplikasi koperatif yang berdiri secara independen, juga ditandai dengan tingkat otonomi dan *capture* yang tinggi, event transfer, koneksi kawasan pada jaringan dan juga interoperabilitas.



Gambar 2. 8 Konsep Internet of Things (IoT)[17]

Dasar prinsip kerja perangkat IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas unik dan dapat dikali disistem komputer dan dapat di representasikan dalam bentuk data di sebuah sistem komputer. Pada awal-awal implementasi gagasan IoT pengenal yang digunakan agar benda dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer adalah dengan menggunakan kode batang (*Barcode*), Kode QR (*QR Code*) dan Identifikasi Frekuensi Radio (*RFID*). Dalam perkembangannya sebuah benda dapat diberi pengenal berupa IP address dan menggunakan jaringan internet untuk bisa berkomunikasi dengan benda lain yang memiliki pengenal IP address.

Cara Kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun. Internetlah yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung [17].