

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian sebelumnya telah dikembangkan oleh Andi Gofer Alvian, mahasiswa dari program studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul “Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh dilengkapi Penyimpanan Data”. Dari hasil pengukuran datanya, alat ini mengambil data dari 20 orang dengan 5 kali pengukuran dan dibandingkan dengan alat pembanding, dan hasil *error* yang didapat masih memenuhi standar karena masih dibawah maksimal *error* 5%. Kekurangan dari alat ini yaitu masih menggunakan *display* LCD *Character* untuk menampilkan hasilnya [5].

Muhlis Agung Saputro, Edita Rosana Widasari, Hurriyatul Fitriyah, mahasiswa dari Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, telah mengembangkan alat dengan judul “Implementasi Sistem *Monitoring* Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara *Wireless*”. Dari hasil pengukuran datanya, alat ini mengambil data dari 10 orang dan dibandingkan dengan alat pembanding, dan hasil *error* yang didapat masih memenuhi standar karena masih dibawah maksimal *error* 5%. Alat tersebut juga telah menggunakan sistem *wireless* NRF24L01 sebagai pengirim data ke *personal computer*. Tetapi alat ini masih belum praktis karena hanya menampilkan data pada *personal computer* saja dan belum dilengkapi dengan *Telemedicine* [1].

Maka untuk penelitian selanjutnya penulis merancang dan membuat alat *monitoring* detak jantung dan suhu tubuh dengan memakai sensor DS18B20 yang lebih tahan air sehingga pada saat pengukuran temperatur tubuh manusia yang biasanya ditempelkan di ketiak membuat kinerja sensor tidak terganggu. Alat yang akan penulis buat juga dapat menampilkan data pada tampilan *Android* dengan bantuan *Bluetooth* dan juga dilengkapi *telemedicine* berupa SMS dengan sistem pengiriman data 1 arah untuk mengirim informasi data kondisi pasien jika sewaktu-waktu pasien mengalami kenaikan atau penurunan suhu tubuh.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Suhu Tubuh**

Suhu tubuh sangat mudah sekali berubah dan dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor eksternal maupun faktor internal. Perubahan suhu tubuh sangat erat kaitannya dengan produksi panas yang berlebihan, produksi panas maksimal maupun pengeluaran panas yang berlebihan. Sifat perubahan panas tersebut sangat memengaruhi masalah klinis yang dialami setiap orang.

Untuk mempertahankan suhu tubuh manusia dalam keadaan konstan, diperlukan regulasi suhu tubuh. Suhu tubuh manusia diatur dengan mekanisme umpan balik (*feedback*) yang diperankan oleh pusat pengaturan suhu di hipotalamus. Apabila pusat temperatur hipotalamus mendeteksi suhu tubuh yang terlalu panas, maka tubuh akan melakukan mekanisme umpan balik. Mekanisme umpan balik ini terjadi bila suhu inti tubuh telah melewati batas dari toleransi tubuh untuk mempertahankan suhu yang disebut titik tetap (*set point*) [6].

### 2.2.2 Klasifikasi Suhu Tubuh

#### a. Hipotermia

Hipotermia didefinisikan sebagai suhu tubuh kurang dari 95°F (35°C). Penyebab hipotermia adalah ketidakmampuan sistem regulasi suhu tubuh untuk menjaga suhu inti tubuh antara 35.6°C dan 37.5°C (96.08°F dan 99.5°F). Biasanya hipotermia terjadi ketika pengaturan suhu tubuh kewalahan oleh lingkungan yang dingin dan orang tersebut tidak menggunakan pakaian penghangat sehingga orang tersebut akan kehilangan panas tubuh.

#### b. Suhu Tubuh Normal

Batasan normal dari suhu tubuh orang dewasa adalah 97 – 99.5 °F atau 36 – 37.5 °C [7]. Suhu tubuh normal bisa berubah sepanjang hari. Aktivitas yang Anda lakukan sehari-hari juga bisa memengaruhi suhu tubuh. Biasanya, suhu akan naik hingga 0,6 derajat *Celcius* sepanjang hari [8].

#### c. Fibris / Pyrexia

Demam dianggap sebagai suatu keadaan dimana suhu tubuh diatas 100.4°F (38°C). Sebuah sensasi demam, bagaimanapun, dapat terjadi ketika suhu tubuh diatas normal rata-rata 98.6°F (37°C).

#### d. Hipertermia

Hipertermia adalah suatu kondisi ketika suhu tubuh diatas 40°C. Umumnya, manusia akan mengeluarkan keringat untuk menurunkan suhu tubuh. Namun, pada keadaan tertentu, suhu dapat meningkat dengan cepat

hingga pengeluaran keringat tidak memberikan pengaruh yang cukup. Hipertermia cenderung lebih sering terjadi pada bayi dan anak di bawah usia 4 tahun dan orang tua yang berumur 65 tahun ke atas. Selain itu, orang yang kelebihan berat badan, sedang sakit, atau berada dalam pengobatan tertentu juga memiliki risiko yang lebih besar untuk mengalami hipertermia [7].

### **2.2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Suhu Tubuh**

Banyak faktor-faktor yang mempengaruhi suhu tubuh. Suhu tubuh adalah tingkat atau derajat panas tubuh, yang merupakan salah satu indikator kesehatan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu tubuh antara lain sebagai berikut:

a. Usia

Pada saat lahir bayi meninggalkan lingkungan yang hangat yang relatif konstan, masuk ke dalam lingkungan yang suhu berfluktuasi dengan cepat. Mekanisme tubuh masih imatur. Suhu tubuh bayi dapat berespon secara drastis terhadap perubahan suhu. Pada bayi baru lahir pengeluaran suhu tubuh melalui kepala, oleh karena itu perlu menggunakan penutup kepala untuk mencegah pengeluaran panas. Regulasi tidak stabil sampai pada anak-anak mencapai pubertas. Rentang suhu normal turun secara berangsur sampai seseorang mendekati masa lansia.

b. Stres

Stres fisik dan emosi meningkatkan suhu tubuh melalui stimulasi hormonal dan persarafan. Perubahan fisiologi tersebut meningkatkan panas. Pasien yang cemas saat masuk rumah sakit atau sedang melakukan

pemeriksaan kesehatan suhu tubuhnya akan lebih tinggi dari normal. Adanya stres dapat dijumpai dengan menggunakan sistem pendukung, intervensi krisis dan peningkatan harga diri. Sistem pendukung sangat penting untuk penatalaksanaan stres seperti keluarga (orang tua) yang dapat mendengarkan, perhatian, merawat dengan dukungan secara emosional selama mengalami stress. Sistem pendukung pada intinya dapat mengurangi reaksi stres dan peningkatan kesejahteraan fisik dan mental. Intervensi krisis merupakan teknik untuk menyelesaikan masalah, memulihkan seseorang secepat mungkin pada tingkat fungsi semua dimensi sebelum krisis. Peningkatan harga diri dilakukan untuk membantu dalam strategi reduksi stres yang positif yang dilakukan untuk mengatasi stres.

c. Lingkungan

Lingkungan mempengaruhi suhu tubuh dimana suhu dikaji dalam ruangan yang sangat hangat, pasien mungkin tidak mampu meregulasi suhu tubuh akan naik. Apabila klien berada pada lingkungan luar tanpa baju hangat, suhu tubuh mungkin rendah karena penyebaran yang efektif dan pengeluaran panas yang konduktif. Bayi dan lansia paling sering dipengaruhi oleh suhu lingkungan karena mekanisme suhu mereka kurang klien.

d. Perubahan suhu

Perubahan suhu tubuh diluar rentang normal mempengaruhi *set point* hipotalamus. Perubahan ini dapat berhubungan dengan produksi panas

yang berlebihan, produksi panas minimal. Pengeluaran panas minimal atau setiap gabungan dari perubahan tersebut. Sifat perubahan tersebut mempengaruhi masalah klinis yang di alami klien [9].

#### **2.2.4 Telemedicine**

*Telemedicine* adalah penggunaan telekomunikasi dan teknologi informasi dalam rangka memberikan pelayanan kesehatan klinis di kejauhan. Ini membantu menghilangkan hambatan jarak dan dapat meningkatkan akses ke pelayanan medis yang sering tidak konsisten tersedia dalam masyarakat pedesaan yang jauh. Hal ini juga digunakan untuk menyelamatkan nyawa dalam perawatan kritis dan situasi darurat .transmisi medis, pencitraan dan kesehatan informatika data dari satu situs ke situs lainnya. Bentuk awal *Telemedicine* dicapai dengan telepon dan radio yang telah dilengkapi dengan *videotelephony*, metode diagnostik didukung oleh terdistribusinya klien / *server* aplikasi yang canggih , dan ditambah dengan perangkat *telemedical* untuk mendukung perawatan di rumah.

*Telemedicine* dapat dibagi menjadi tiga kategori utama: *Store-and-forward* , *remote monitoring and(real-time) interactive services*.

- a. *Telemedicine Store-and-forward* melibatkan perolehan data medis (seperti gambar medis , *biosignals*, dll) dan kemudian mengirimkan data ini ke dokter atau spesialis medis pada waktu yang tepat untuk penilaian *online* . Hal ini tidak memerlukan kehadiran kedua belah pihak pada saat yang sama. *Dermatology*, radiologi , dan patologi adalah spesialisasi umum yang kondusif untuk *telemedicine asynchronous*. Kebenaran data medis yang terstruktur sebaiknya disimpan dalam

media elektronik dan harus berupa komponen dari transfer file ini. Proses *Store-and-forward* membutuhkan dokter untuk bergantung pada laporan sejarah dan *audio / video* informasi sebagai pengganti pemeriksaan fisik.

- b. Pemantauan jarak jauh (*remote monitoring*), juga dikenal sebagai pemantauan diri atau pengujian, memungkinkan para profesional medis untuk memantau pasien jarak jauh menggunakan perangkat teknologi yang beragam. Metode ini terutama digunakan untuk mengelola penyakit kronis atau kondisi tertentu, seperti penyakit jantung, diabetes melitus, atau asma. Layanan ini dapat memberikan hasil kesehatan sebanding dengan tradisional di-orang pertemuan pasien, pasokan kepuasan yang lebih besar untuk pasien, dengan biaya yang efektif.
- c. *Interactive (real-time) services* menyediakan *real-time* interaksi antara pasien dan penyedia, untuk memasukkan percakapan telepon, komunikasi online dan kunjungan rumah. Banyak kegiatan seperti kajian sejarah, pemeriksaan fisik, evaluasi psikiatri dan penilaian oftalmologi dapat dilakukan dengan membandingkan langsung untuk mereka yang melakukan cara tradisional yakni dengan bertatap muka langsung. Selain itu, "*interactive-doctor*" dari layanan *telemedicine* mungkin lebih murah daripada kunjungan klinik secara langsung [10].

### **2.2.5 Android APK**

APK adalah model paket aplikasi *Android (Android PacKage)* yang umumnya digunakan untuk menyimpan sebuah aplikasi atau program yang

dijalankan pada perangkat *Android*. APK pada dasarnya berisi kompres file seperti *zip file*, karena berisi dari kumpulan file.

APK dapat diperoleh dari berbagai metode, mulai dari mengunduh sendiri di *Googe Playstore*, *download* dari sebuah situs kemudian dapat di *install* sendiri secara *manual*, memindah dari personal komputer, maupun membuat dan mengembangkan sendiri dengan bahasa yang sebagian besar berbasis *java*. APK biasanya sudah ada atau disertakan bersama dengan ROM, namun sebagian besar yang diketahui APK berarti aplikasi yang di *install* hasil dari pengembangan *developer Android* baik berupa *tools*, *game*, *organizer*, *internet* ataupun aplikasi lainnya.

Hampir seluruh aplikasi *installer Android* berjenis ini. Namun walaupun berbasis *Android*, *file* APK tidak memerlukan koneksi *internet* saat melakukan instalasi dan umunya hanya berisi satu *file* saja. Mencari dan mengunduh *file* APK memungkinkan untuk mengakses aplikasi yang telah bocor terlebih dahulu sebelum dirilis oleh orang lain..

*File* APK juga memungkinkan untuk melangkahi operator untuk mendapatkan *update* terbaru dari *Google*, yang dapat mengambil waktu sangat lama untuk mengambil *update* dari jaringan, dan jika perangkat *Android* tidak memiliki akses ke *Google Play Store*, *file* APK mungkin satu-satunya pilihan untuk menginstal aplikasi pada semua perangkat [11].

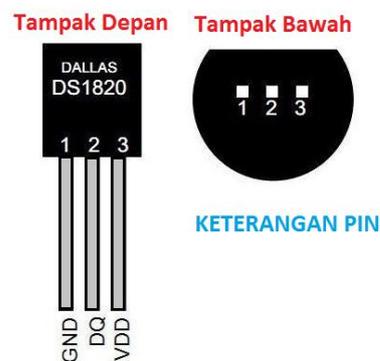
### **2.2.6 Sensor Suhu DS18B20**

DS18b20 adalah sensor suhu *digital* yang di produksi oleh MAXIM *Integrated* (dulunya DALLAS *Semiconductor*) yang di dalamnya sudah terdapat

ADC (*Analog to Digital Converter*) dengan resolusi 12 *bit*. Sensor ini memiliki tingkat akurasi cukup tinggi yaitu  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  di rentang suhu  $-10^{\circ}\text{C}$  sampai  $+85^{\circ}\text{C}$  dan secara keseluruhan dapat mengukur suhu dari  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $+125^{\circ}\text{C}$ .

DS18B20 terdiri dari 4 bentuk dan ukuran, yaitu: 3-pin TO-92, 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin  $\mu\text{SOP}$  dan TO-92 yang dilapisi pipa *stainless steel*.

DS18B20 sangat presisi, sebab jika tegangan referensi sebesar 5 *Volt*, maka akibat perubahan suhu, ia dapat merasakan perubahan terkecil sebesar  $5/(2^{12}-1) = 0.0012$  *Volt*. Sensor ini bekerja menggunakan protokol komunikasi 1-wire (*one-wire*).



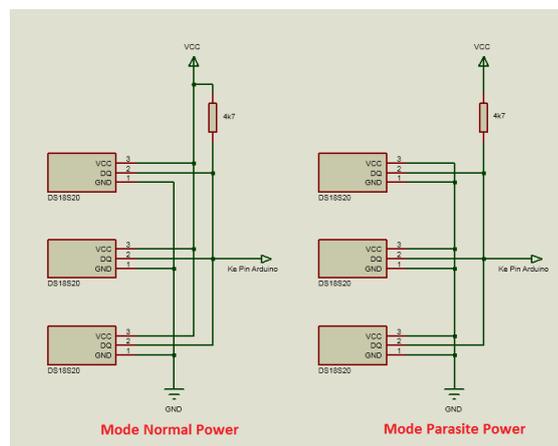
**Gambar 2. 1** Keterangan Kaki-kaki IC DS18B20 [12].

Amatilah Gambar 2.1. IC DS18B20 memiliki tiga kaki, yaitu GND (*ground*, pin 1), DQ (Data, pin 2), VDD (*power*, pin 3). Pada *Arduino*, VDD dikenal sebagai VCC. Dalam hal ini, dapat diasumsikan VCC sama dengan VDD. Tergantung *mode* konfigurasi, ketiga kaki IC ini harus dikonfigurasi terlebih dahulu. Sensor dapat bekerja dalam dua mode, yaitu *mode normal power* dan *mode parasite power*.

Pada *Mode Normal*, GND akan terhubung dengan *ground*, VDD akan terhubung dengan 5V dan DQ akan terhubung dengan *pin Arduino*, namun

ditambahkan *resistor pull-up* sebesar 4,7k. Mode ini sangat direkomendasikan pada aplikasi yang melibatkan banyak sensor dan membutuhkan jarak yang panjang.

Pada Mode *Parasite*, GND dan VDD disatukan dan terhubung dengan *ground*. DQ akan terhubung dengan pin Arduino melalui *resistor pull-up*. Pada mode ini, *power* diperoleh dari *power data*. Mode ini bisa digunakan untuk aplikasi yang melibatkan sedikit sensor dalam jarak yang pendek. Mode tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2. 2** Konfigurasi DS18B20 dalam dua mode [12].



**Gambar 2. 3** Sensor Suhu DS1820 *Waterproof* [12].

Terdapat juga sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) dimana sensor DS18b20-nya dilapisi pipa *stainless steel* berdiameter 0,6 cm dan panjang 3,6 cm. Sensor ini juga tahan air dan mempunyai panjang kabel

mencapai sekitar 91 cm sehingga cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena *ouput* data produk ini merupakan data *digital*, maka tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit (yang dapat dikonfigurasi) data.

Karena setiap sensor DS18B20 memiliki *silicon serial number* yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 *bus*. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara *datasheet*, sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C.

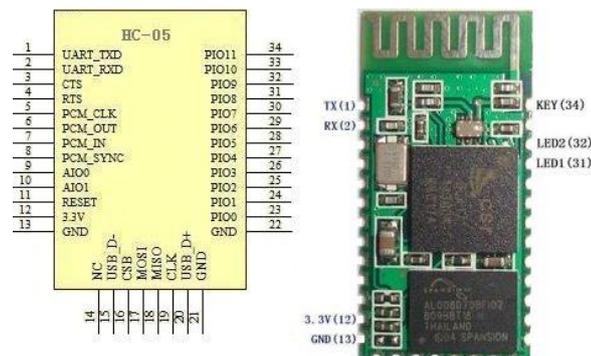
Adapun spesifikasi DS18B20 antara lain :

1. Jarak Ukur Suhu : -55°C sampai +125°C (-67°F to +257°F)
2. Akurasi :  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  di rentang suhu -10°C sampai +85°C
3. Tegangan *Input* : 3.0 V – 5 V
4. Antarmuka : *Maxim's 1-Wire Bus Protocol*
5. Waktu konversi ADC 12-bit data suhu *analog* ke *digital* : 750 ms (maks)
6. 9 to 12 bit *selectable resolution*
7. *Unique 64 bit ID burned into chip*
8. *Multiple sensors can share one pin*
9. *Temperature-limit alarm system*
10. *wires interface:*
  - a. *Red wire* - VCC
  - b. *Black wire* - GND
  - c. *Yellow wire* - DATA

11. Dimensi Pipa *Stainless Steel* : diameter 0,6 cm dan panjang 3,6 cm
12. Panjang Kabel *Jumper* : 91 cm diameter 0.4 cm
13. Dapat menggunakan 127 DS18B20 sekaligus secara *parallel* [12]

### 2.2.7 Bluetooth HC-05

*Bluetooth Module* HC-05 merupakan *module* komunikasi nirkabel pada frekuensi 2.4GHz dengan pilihan koneksi bisa sebagai *slave*, ataupun sebagai *master*. HC-05 menggunakan modulasi *bluetooth* V2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate*) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Sangat mudah digunakan dengan mikrokontroler untuk membuat aplikasi *wireless*. *Interface* yang digunakan adalah serial RXD, TXD, VCC dan GND. *Built in* LED sebagai indikator koneksi *bluetooth*.



**Gambar 2. 4** Konfigurasi *Bluetooth* HC-05 [13].

Tegangan *input* antara 3.6 ~ 6V, jangan menghubungkan dengan sumber daya lebih dari 7V. Arus saat *unpaired* sekitar 30mA, dan saat *paired* (terhubung) sebesar 10mA. 4 pin *interface* 3.3V dapat langsung dihubungkan ke berbagai macam *microcontroller* (khusus *Arduino*, 8051, 8535, AVR, PIC, ARM, MSP430, etc.). Jarak efektif jangkauan sebesar 10 meter, meskipun dapat mencapai lebih dari 10 meter, namun kualitas koneksi makin berkurang.

HC-05 memiliki 2 *mode* konfigurasi, yaitu *AT mode* dan *Communication mode*. *AT mode* berfungsi untuk melakukan pengaturan konfigurasi dari HC-05. Sedangkan *Communication mode* berfungsi untuk melakukan komunikasi *bluetooth* dengan piranti lain.

Dalam penggunaannya, HC-05 dapat beroperasi tanpa menggunakan *driver* khusus. Untuk berkomunikasi antar *Bluetooth*, minimal harus memenuhi dua kondisi berikut :

1. Komunikasi harus antara *master* dan *slave*
2. *Password* harus benar (saat melakukan *pairing*) [14]

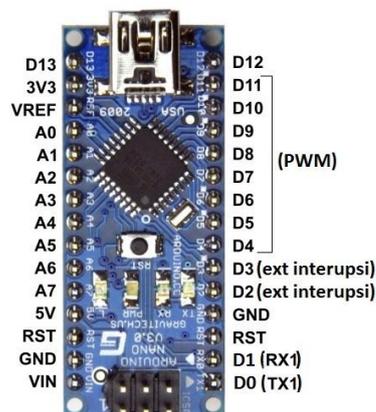
Spesifikasi dari *Bluetooth* HC-05, yaitu :

1. *Bluetooth protocol: Bluetooth Specification v2.0+EDR*
2. *Frequency: 2.4GHz ISM band*
3. *Modulation: GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)*
4. *Emission power: 4dBm, Class 2*
5. *Sensitivity: -84dBm at 0.1% BER*
6. *Speed: Asynchronous: 2.1Mbps(Max) / 160 kbps, Synchronous: 1Mbps/1Mbps*
7. *Security: Authentication and encryption*
8. *Profiles: Bluetooth serial port*
9. *Power supply: +3.3VDC 50mA*
10. *Working temperature: -20 ~ +75 Centigrade*
11. *Dimension: 3.57cm x 1.52cm [15]*

### 2.2.8 Arduino Nano

*Arduino Nano* adalah salah satu varian dari produk board *microcontroller* keluaran *Arduino*. *Arduino Nano* tidak dilengkapi dengan soket catu daya, tetapi terdapat *pin* untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari *mini USB port*. *Arduino Nano* didesain dan diproduksi oleh *Gravitech*.

Gambar berikut ini menunjukkan *lay-out board Arduino Nano* serta keterangan pin-pin yang terdapat pada *board Arduino Nano*.



**Gambar 2. 5** Konfigurasi pin pada *board Arduino Nano* [16].

*Arduino Nano* memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. *Chip microcontroller* : ATmega328P
2. Tegangan operasi : 5V
3. Tegangan *input* : 7V - 12V (yang direkomendasikan)
4. *Digital I/O* : pin 14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
5. *Analog Input pin* : 6 buah
6. Arus DC per *pin I/O* : 40 mA
7. *Memori Flash* : 32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk *bootloader*

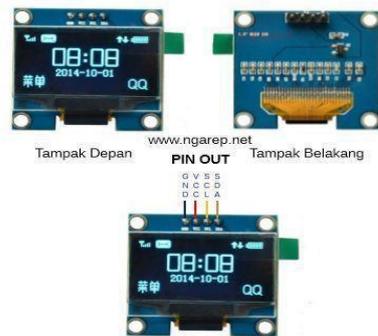
- 8. SRAM : 2 KB
- 9. EEPROM : 1 KB
- 10. *Clock speed* : 16 Mhz
- 11. Dimensi : 45 mm x 18 mm
- 12. Berat : 5 g [16]

### 2.2.9 LCD Oled

LCD *Oled* merupakan salah satu pilhan untuk media *display out* atau penampil data pada *Arduino* ataupun *Microcontroller Unit* (MCU) lainnya. Bahan dasar dari *module* ini yaitu dengan material dasar *Organic Led*. Kelebihan dari *display* ini yaitu kontras *pixel*-nya yang sangat tajam serta tidak memerlukan cahaya *backlight* tambahan yang membuat konsumsi dayanya menjadi hemat dalam rangkaian.

Untuk kekurangan dari *display* jenis ini yaitu dari segi ukuran yang relatif lebih kecil dibanding dengan LCD TFT ataupun LCD *Graphic*, yang pada umumnya masih menggunakan *single color* (*MonoChrome*).

Tampilan OLED *Display* ini dikendalikan dengan *driver* IC SSD1306 yang dirancang untuk mengarah-kendalikan tampilan LED organik / *polimer* 128 *segments* x 64 *commons* bertipe *common cathode*. Dalam IC ini sudah termuat pengendali tingkat kontras dan kecerahan (hingga 256 *brightness level*), memori tampilan (*display* RAM, 128 x 64 bit SRAM), *osilator* internal, pemompa tegangan teregulasi (*internal charge pump regulator*), dan sirkuit antarmuka kendali yang fleksibel dengan 5 (lima) moda akses.

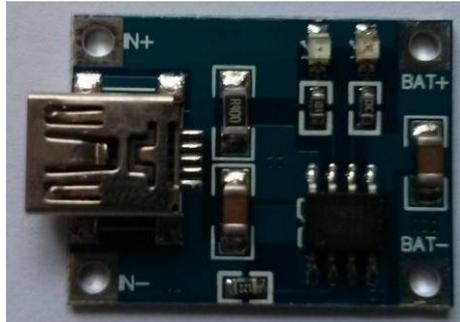


**Gambar 2. 6** *LCD Oled* [17].

*LCD Oled* yang berada dipasarkan memiliki antarmuka *i2c* dalam hal konektivitas dengan *Arduino*, yang sebelumnya menggunakan antarmuka *SPI*. Sehingga memudahkan dalam hal penggabungan dengan modul lainnya dan dapat menghemat penggunaan pin *I/O (Input Output)*, dikarenakan pemasangannya di paralel serta hanya mendeklarasikan alamat tiap modul *i2c* [17].

### **2.2.10** *Battery Charger*

Modul pengisian daya baterai atau *Mini USB 1A Lithium Battery Charger Module* adalah sebuah modul yang dapat digunakan untuk nge-charge Baterai *Lithium Ion* atau *Li-Ion* 1 sel dengan arus *charging* 1A memanfaatkan sambungan USB dari komputer atau piranti lainnya. Modul ini sangat sederhana dan simple dengan komponen *SMD*, yang membuat modul ini dapat langsung digunakan dengan mudah tanpa tambahan apapun. Selain bentuk yang simpel, modul ini memiliki sistem proteksi yang baik dan *charging* dengan presisi yang tinggi. Untuk mengetahui status dari *charging* baterai, terdapat dua buah LED indicator dimana berfungsi sebagai penanda proses *charging* (merah) dan baterai *full* (biru).



**Gambar 2. 7** Modul *Battery Charger* [18].

Adapun spesifikasi dari modul ini ialah :

1. Metode *charging Linear*.
2. Arus *charging* 1A (*max*).
3. Kepresisian *charging* 1.5%.
4. Tegangan *Input* berkisar dari 4.5V sampai 5.5V.
5. Tegangan *output* pada saat *full charged* 4.2V.
6. Terdapat dua buah indikator, yaitu proses *charging* (merah) dan *full charge*(biru).
7. Sambungan *input* menggunakan konektor *mini* USB.
8. Dapat beroperasi pada temperatur -10 ° C sampai +85 ° C.
9. Polaritas tidak boleh terbalik.
10. Dimensi modul 25 x 19 x 10mm [18].

### **2.2.11 Modul Step Up**

Modul ini berfungsi untuk mengubah tegangan yang rendah atau dibawah 5V menjadi USB 5V. Berkemampuan melakukan *fast charge* untuk HP *Smartphone*, *Tablet* dan peralatan elektronik lain yang rakus daya hingga 1200mA maksimum.



**Gambar 2. 8** Modul *Step Up* [19].

Spesifikasi teknis, yaitu:

- a. Tegangan *input*: 2.0V ~ 5.0V.
- b. Tegangan *output* tanpa beban: 5.1V +/- 0.1V.
- c. Efisiensi konversi: hingga 90%, rata-rata 85%.
- d. Memiliki lampu indikator .

Data arus output maksimum (pemakaian menerus) sebagai berikut:

- a. ( $V_{in} \geq 2.0V$ ): 600ma
- b. ( $V_{in} \geq 2.5V$ ): 800ma
- c. ( $V_{in} \geq 3.0V$ ): 1000ma
- d. ( $V_{in} \geq 3.5V$ ): 1200ma [20]

