

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Rochma Ratryana, mahasiswa dari Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Surabaya. Mengembangkan alat ”*Monitoring Heart Rate* dengan LCD Grafik”. Telah dapat dibuat alat *Monitoring heart rate* dengan LCD grafik. Datarata-rata BPM modul dengan pembanding BPM memiliki selisih paling besar yaitu 5 BPM (hanya sekali pengukuran) dan 1-2 BPM (dalam setiap pengukuran lainnya) sehingga dapat disimpulkan untuk alat BPM ini sudah memenuhi standart karena kurang dari ketentuan toleransi *error* sebesar 5% [4]. Kekurangan alat ini ada pada sensornya, jika disentuh atau digerakkan maka akan mempengaruhi pengukuran, dan alat ini hanya mengukur satu buah parameter saja.

Juliani Shela Asta, mahasiswa dari Program Studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Mengembangkan alat “Alat Penghitung Denyut Jantung yang di Sertai Tampilan 10 Data Terahir”. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa alat ukur yang dirancang telah dapat bekerja seperti yang telah direncanakan baik untuk kondisi *relax*. Kekurangan dari alat ini adalah hanya mengukur satu parameter saja, hanya mengukur detak jantung,

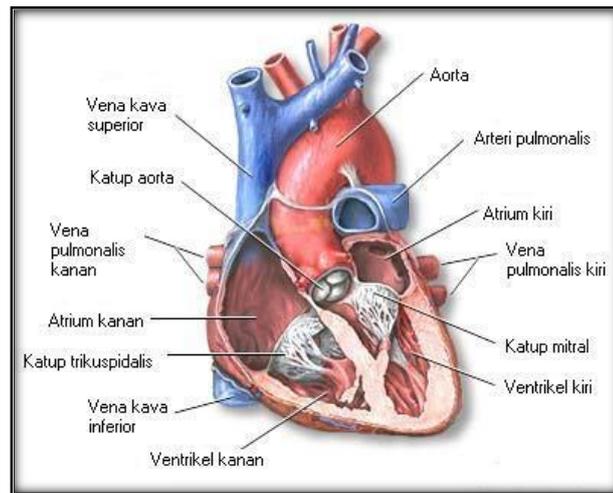
Indra Bagus Setiawan, mahasiswa dari Program Studi Teknik Elektromedik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Mengembangkan alat “perancangan penghitung deyt jantung disertai takikardia dan bradikardia berbasis ATMega8”. Prinsip kerja yang digunakan alat tersebut adalah menghitung detak jantung disertai

dengan indikator BPM pada LED tunggu hingga 60 detik hingga alat menyelesaikan perhitungan dan *buzzer* berbunyi. Hasil akan ditampilkan pada LCD apakah normal, diatas normal (takikardia) atau dibawah normal (bradikardia). Kekurangan pada penelitian ini adalah hanya mengukur satu parameter saja.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Jantung

Jantung merupakan suatu organ otot berongga yang terletak di pusat dada. Dua pertiga jantung berada disebelah kiri atrium. Aspek jantung, berada di sela iga ke empat atau kelima pada garis tengah *klavikula*. Pada dewasa rata-rata panjangnya kira-kira 12 cm dan lebar 9 cm dengan berat 300-400 gram. Bagian kanan dan kiri jantung masing-masing memiliki ruang sebelah atas (atrium yang mengumpulkan darah dan ruang sebelah bawah (ventrikel) yang mengeluarkan darah. Agar darah hanya mengalir dalam satu arah, maka ventrikel memiliki satu katup pada jalan masuk dan satu katup pada jalan keluar. Fungsi utama jantung adalah menyediakan oksigen keseluruh tubuh dan membersihkan tubuh dari hasil metabolisme (karbondioksida). Jantung melaksanakan fungsi tersebut dengan mengumpulkan darah yang kekurangan oksigen dari seluruh tubuh dan memompa ke dalam paru-paru, dimana darah akan mengambil oksigen dan membuang karbondioksida. Jantung kemudian mengumpulkan darah yang kaya oksigen dari paru-paru dan memompanya ke jaringan di seluruh tubuh.

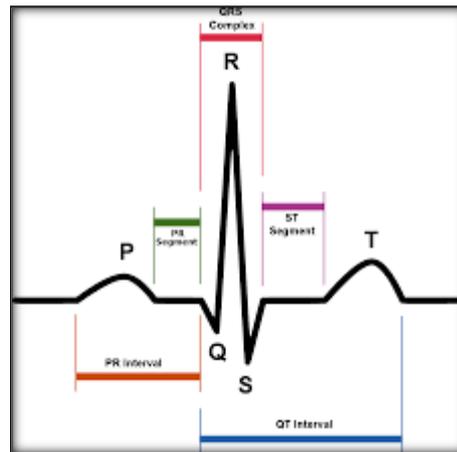


Gambar 2.1 Jantung manusia

Pada saat berdenyut, setiap ruang jantung mengendur dan terisi darah (disebut *diastol*), selanjutnya jantung berkontraksi dan memompa darah keluar dari ruang jantung (disebut *sistol*). Kedua atrium mengendur dan berkontraksi secara bersamaan, dan kedua ventrikel juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan. Darah yang kehabisan oksigen dan mengandung banyak karbondioksida dari seluruh tubuh mengalir melalui 2 vena terbesar (vena kava) menuju ke dalam atrium kanan. Setelah atrium kanan terisi darah, dia akan mendorong darah ke dalam ventrikel kanan. Darah dari ventrikel kanan akan dipompa melalui katup *pulmoner* kedalam arteri *pulmonalis* menuju ke paru-paru. Darah akan mengalir melalui pembuluh yang sangat kecil (kapiler) yang mengelilingi kantong udara di paru-paru, menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida yang selanjutnya dihembuskan. Darah yang kaya akan oksigen mengalir di dalam

vena *pulmonalis* menuju ke atrium kiri. Peredaran darah diantara bagian kanan jantung, paru-paru dan atrium kiri disebut sirkulasi *pulmoner*. Darah dalam

atrium kiri akan didorong ke dalam ventrikel kiri, yang selanjutnya akan memompa darah yang kaya akan oksigen ini melewati katup aorta masuk ke dalam aorta (arteri terbesar dalam tubuh). Darah kaya oksigen ini disediakan untuk seluruh tubuh, kecuali paru-paru.



Gambar 2.2 Sinyal interval jantung

- Gelombang P, terjadi akibat kontraksi otot atrium, gelombang ini relatif kecil karena otot atrium yang relatif tipis.
- Gelombang QRS, terjadi akibat kontraksi otot ventrikel yang tebal sehingga gelombang QRS cukup tinggi. Gelombang Q merupakan deplesi pertama kebawah. Selanjutnya deplesi ke atas adalah gelombang R. Deplesi ke bawah setelah gelombang R disebut gelombang S.
- Gelombang T, terjadi akibat kembalinya otot ventrikel ke keadaan listrik istirahat (repolarisasi)

Denyut jantung berhubungan dengan denyut nadi adalah tanda penting dalam bidang medis yang bermanfaat untuk mengevaluasi dengan cepat kesehatan atau mengetahui kebugaran seseorang secara umum.

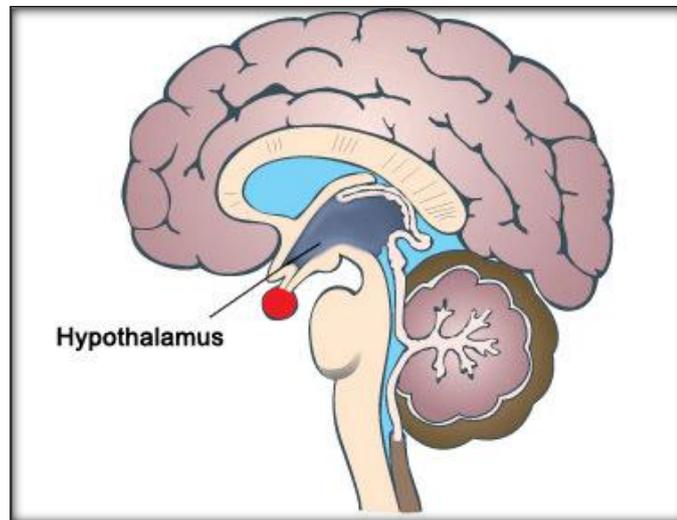
Perhitungan denyut jantung dapat juga dinamakan *beats per minutes* (BPM), menggunakan teknik langsung dan tidak langsung. Secara langsung dilakukan dengan mendeteksi pada jantung itu sendiri. Sedangkan secara tidak langsung dengan memanfaatkan pembuluh darah, yaitu dengan memanfaatkan indera perasa pada ketiga jari tangan yang di tempelkan pada pembuluh darah dan menghitungnya secara manual selama 1 menit, atau menggunakan sadapan (sensor) yang terhubung dengan alat penghitung detak jantung [2].

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi frekuensi denyut jantung:

- a. Jenis kelamin
- b. Jenis aktifitas
- c. Usia
- d. Berat badan
- e. Keadaan emosi atau psikis

2.2.2 Suhu Tubuh

Perubahan suhu tubuh diluar rentang normal mempengaruhi *set point* hipotalamus sebagai kelenjar pengatur suhu tubuh. Perubahan ini dapat berhubungan dengan produksi panas yang berlebihan, pengeluaran panas yang berlebihan, produksi panas minimal, pengeluaran panas minimal atau setiap gabungan dari perubahan tersebut. Sifat perubahan ini akan mempengaruhi masalah klinis yang dialami pasien.



Gambar 2.3 Organ pengatur suhu tubuh manusia

Pusat pengatur panas dalam tubuh adalah *hipotalamus*, *hipotalamus* ini dikenal sebagai *thermostat* yang berada dibawah otak. Terdapat dua *hipotalamus*, yaitu:

- a. *Hipotalamus anterior* yang berfungsi mengatur pembuangan panas
- b. *Hipotalamus posterior* yang berfungsi mengatur upaya penyimpanan panas

Saraf-saraf yang terdapat pada bagian preoptik *hipotalamus anterior* dan *hipotalamus posterior* memperoleh dua sinyal, yaitu :

- a. berasal dari saraf *perifer* yang menghantarkan sinyal dari reseptor panas/dingin
- b. berasal dari suhu darah yang memperdarahi bagian *hipotalamus* itu sendiri.

Thermostat hipotalamus memiliki semacam titik kontrol yang disesuaikan untuk mempertahankan suhu tubuh. Jika suhu tubuh turun sampai dibawah atau

naik sampai di titik ini, maka pusat akan memulai impuls untuk menahan panas atau meningkatkan pengeluaran panas.

a. *Termoreseptor perifer*

Termoreseptor yang terletak dalam kulit ,mendeteksi perubahan suhu kulit dan membrane mukosa tertentu serta mentransmisi informasi tersebut ke *hipotalamus*.

b. *Termoreseptor sentral*

Termoreseptor ini terletak diantara hipotalamus anterior, medulla spinalis, organ abdomen dan struktur internal lainnya juga mendeteksi perubahan suhu darah.

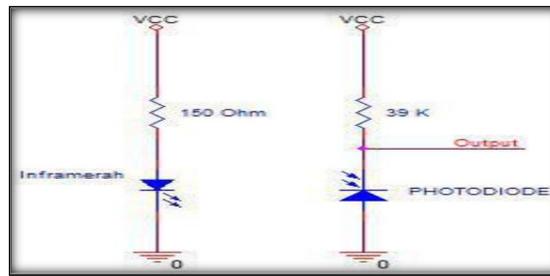
2.3 Rangkaian Sensor

2.3.1 *Finger Sensor*

Sensor dibangun dengan menggunakan *infrared* dan *Photodiode*. Penempatan pada jari terlihat seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.4 *Finger sensor*



Gambar 2.5 Rangkaian *finger sensor*

Letak IR dan Photodiode secara refleksi sejajar di bawah ujung jari. IR memancarkan cahaya infra merah ke ujung jari, dan *photodiode* sebagai penerima cahaya. Intensitas cahaya dipengaruhi kepekatan darah di ujung jari. Jadi, setiap detak jantung sedikit merubah jumlah kepekatan darah sehingga merubah dari intensitas cahaya *infra* merah yang di deteksi oleh *photodiode*.

Infra merah memancarkan cahaya dan melewati jari tangan, kemudian hasil dari perubahan *volume* darah pancaran cahaya di tangkap oleh *photodiode*. Hasil *photodiode* di pengaruhi oleh kondisi detak jantung.

Cara kerja sensor :

- a. Saat mendapatkan denyut.

Volume darah naik maka intensitas cahaya yang diterima photodiode turun, jika nilai hambatan photodiode naik maka *output* tegangan sensor akan naik turun.

- b. Saat tidak mendapatkan denyut.

Volume darah turun maka intensitas cahaya yang di dapat dari photodiode naik, jika nilai hambatan photodiode turun maka *output* tegangan sensor turun [2].

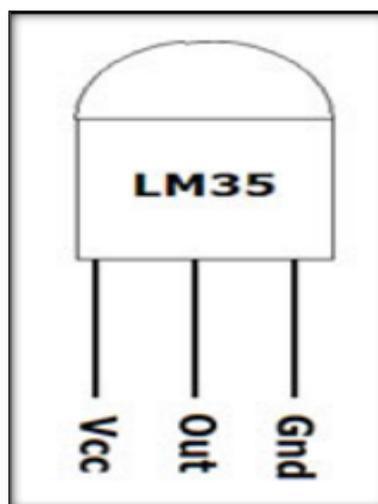
2.3.2 Sensor Suhu

Sensor suhu IC LM35 merupakan *chip* IC produksi *national semiconductor* yang berfungsi untuk mengetahui *temperature* (suhu) suatu objek. Adapun gambar dari *chip* IC LM35 ditunjukkan oleh Gambar 2.6



Gambar 2.6 IC LM35

Sensor suhu IC LM35 pada dasarnya memiliki 3 pin yang berfungsi sebagai sumber *supply* tegangan DC+5 volt, Sebagai pin *output* hasil pengindraan dalam bentuk perubahan tegangan DC pada *Vout* dan pin untuk *ground* Adapun gambar dari keterangan kaki *chip* IC LM35 ditunjukkan oleh Gambar 2.7



Gambar 2.7 Keterangan Kaki IC LM35

Sensor suhu IC LM35 dapat mengubah perubahan *temperature* menjadi perubahan tegangan pada bagian outputnya

Kelebihan IC LM 35 sebagai sensor suhu :

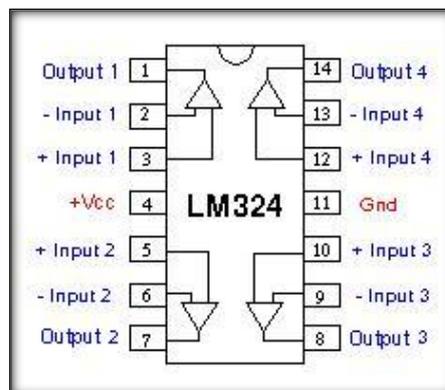
- a. Linearitas tinggi dengan $10\text{mV}/^\circ\text{C}$
- b. Jangkauan Suhu -55 sampai 50°C
- c. Keakuratan $0,5^\circ\text{C}$ pada suhu 25°C

2.4. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pada modul ini menggunakan dua rangkaian yaitu rangkain penguat *non-inverting* dan rangkaian komparator yang dibangun menggunakan IC LM324.

2.4.1 Rangkaian *Non-Inverting*

Rangkaian ini berfungsi menguatkan tegangan yang di dapat dari pantulan cahaya *infrared* yang ditangkap oleh *photodiode*. Adapun gambar dari IC LM324 ditunjukkan oleh Gambar 2.8



Gambar 2.8 IC LM324

2.4.2 Rangkaian Komparator

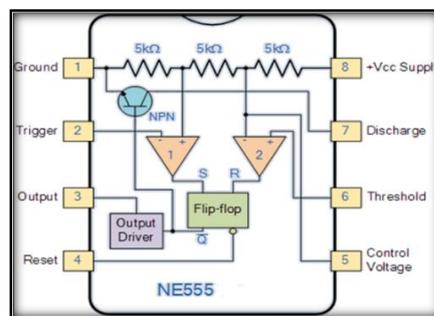
Komparator merupakan rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi kondisi dimana sebuah sinyal yang berubah terhadap waktu telah mencapai nilai

ambangannya. Komparator ini dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi dari sebuah sinyal elektrik ketika mencapai atau melampaui level tegangan tertentu yang telah didefinisikan sebelumnya.

Rangkaian komparator memiliki sebuah penguat diferensial pada sisi masukannya. Adapun keluarannya merupakan sebuah tingkat penggerak untuk mencapai keadaan yang dapat beralih nilainya. Sebuah rangkaian komparator yang paling sederhana memiliki tegangan sinyal yang dikenakan langsung pada dari salah satu dari terminal masukannya. Sementara diterminal masukan lainnya dikenakan tegangan referensi [2].

2.5 Rangkaian *Monostable*.

Rangkaian *monostable* ini berfungsi agar logika yang masuk ke *microcontroller* menjadi nilai output 5 volt dan 0 volt. Ketika *monostable* mendapatkan *input trigger*, maka akan menghasilkan tegangan 5V atau *high*, ketika tidak mendapatkan tegangan *trigger* maka akan menghasilkan tegangan *output* 1V atau *low*, rangkaian ini dibangun menggunakan IC NE555. Adapun gambar dari *chip* IC NE555 ditunjukkan oleh Gambar 2.9

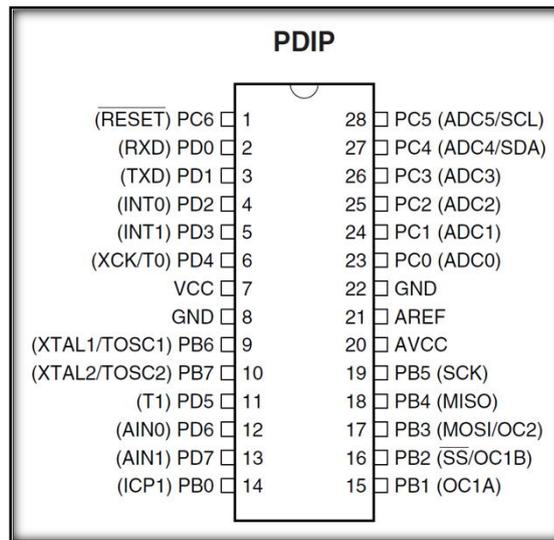


Gambar 2.9 IC NE555

Terdapat keluaran tegangan dari rangkaian *monostable* yang kemudian dihubungkan pada pin ADC pada *microcontroller* [2].

2.6 *Microcontroller* ATmega8

Microcontroller AVR ATmega8 merupakan CMOS dengan konsumsi daya rendah, mempunyai 8-bit proses data (CPU) berdasarkan arsitektur AVR RISC. Dengan mengeksekusi instruksi dalam satu (siklus) *clock* tunggal, ATmega8 memiliki kecepatan data rata-rata (*throughputs*) mendekati 1 MIPS per MHz, yang memungkinkan perancang sistem dapat mengoptimalkan konsumsi daya dan kecepatan pemrosesan. AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8-bit buatan *Atmel*, berbasis arsitektur *reduced instruction set computer* (RISC). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 *register general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, *serial USART*, *Programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*. Beberapa diantaranya mempunyai ADC dan PWM *internal*. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Penggunaan rangkaian *microcontroller* ATmega8 ada dua pilihan, dengan menggunakan *board* ATmega8 *development board* yang sudah ada dipasaran atau dengan membuat sendiri rangkaian *microcontroller* tersebut. Jika menggunakan rangkaian *microcontroller* yang sudah tersedia dipasaran maka akan memepersingkat waktu pembuatan sistem, karena hanya tinggal membeli rangkaian berupa kit dan hanya tinggal menggunakannya.



Gambar 2.10 Konfigurasi pin ATmega8

- a. VCC: Merupakan *supply* tegangan untuk digital
- b. GND: Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan grounding
- c. *Port B*: Adalah 8 buah pin mulai dari pin B.0 sampai dengan pin B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai *input* dan juga *output*. *Port B* merupakan sebuah 8-bit *bit-directional I/O port* dengan *internal pull-up* resistor. Sebagai *input*, pin – pin yang terdapat pada *port B* yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Jika ingin menggunakan tambahan kristal, maka cukup untuk menghubungkan kaki dari kristal ke kaki pada pin *port B*. Namun jika tidak digunakan, maka cukup untuk dibiarkan saja. Pengguna kegunaan dari masing-masing kaki ditentukan dari *clock fuse setting-nya*.
- d. *Port C*: merupakan sebuah 7-bit *bi-directional I/O* yang di dalam masing-masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin-nya hanya 7 buah mulai dari

C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran / *output*, *port C* memiliki karakteristik yang sama dalam hal kemampuan menyalurkan arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

- e. *Reset / PC6* : Jika *RSTDISBL Fuse* diprogram, maka *PC6* akan berfungsi sebagai pin I/O. Untuk diperhatikan juga bahwa pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin – pin yang terdapat pada *port C*. Namun jika *RSTDISBL Fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai *input reset*. jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi *reset* meskipun *clock*-nya tidak berkerja.
- f. *Port D*: *Port D* merupakan 8-bit *bi-directional I/O* dengan *internal pull-up* resistor. Fungsi dari *port* ini sama dengan *port –port* yang lain. Hanya saja pada *port* ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada *port* ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.
- g. *AVCC*: Pada pin ini memiliki fungsi sebagai *power supply* tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ACD pada AVR tidak digunakan, tetap saja disarankan untuk menghubungkan secara terpisah dengan VCC. Cara menghubungkan
- h. *AVCC* adalah melewati *low-pass filter* setelah itu dihubungkan dengan VCC.
AREF: Merupakan pin referensi analog jika menggunakan ADC. Pada AVR status *register* mengandung beberapa informasi mengenai hasil dari kebanyakan hasil eksekusi intruksi aritmatik. Informasi ini dapat digunakan

untuk altering arus program sebagai kegunaan untuk meningkatkan performa pengoperasian. Perlu diketahui bahwa *register* ini di-*update* setelah semua operasi *arithmetic logic unit* (ALU). Hal tersebut seperti yang telah tertulis dalam *datasheet* khususnya pada bagian *intruction set reference*. Dalam hal ini untuk beberapa kasus dapat membuang kebutuhan penggunaan instruksi perbandingan yang telah didedikasikan serta dapat menghasilkan peningkatan dalam hal kecepatan dan kode yang lebih sederhana dan singkat. *Register* ini tidak secara otomatis tersimpan ketika memasuki sebuah rutin *interupsi* dan juga ketika menjalankan sebuah perintah setelah kembali dari *interupsi*.

2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah salah satu jenis teknologi yang telah ada sejak tahun 1888. LCD merupakan layar digital yang dapat menampilkan nilai yang dihasilkan oleh sensor dan dapat menampilkan menu yang terdapat pada aplikasi yang bernama *microcontroller* dan juga dapat menampilkan teks.

Rangkaian LCD pada umumnya di buat dengan menggunakan sistem komunikasi jenis *parallel*. Dalam hal ini tentunya akan banyak *port microcontroller* yang di butuhkan pada saat menggunakan LCD. Untuk dapat mengkover segala jenis komunikasi atau semua sistem yang akan saling terhubung dengan *microcontroller* memerlukan penghematan *port microcontroller*. Ada beberapa bagian dari rangkaian LCD yang sangat berfungsi.



Gambar 2.11 *Liquid crystal display (LCD)*

LCD yang penulis gunakan berfungsi untuk menampilkan Jumlah detak jantung dan suhu tubuh. LCD ini hanya memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga sangat rendah yaitu +5 Volt DC

Tabel 2.1 Fungsi pin pada LCD.

No	Symbol	Level	Keteranagn
1	Vss	-	Dihubungkan ke 0 V (<i>Ground</i>)
2	Vcc	-	Dihubungkan dengan tegangan <i>supply</i> +5V dengan toleransi $\pm 10\%$.
3	Vee	-	Digunakan untuk mengatur tingkat kontras LCD.
4	RS	H/L	Bernilai <i>logic</i> '0' untuk input instruksi dan bernilai <i>logic</i> '1' untuk <i>input</i> data.
5	R/W	H/L	Bernilai <i>logic</i> '0' untuk proses ' <i>write</i> ' dan bernilai <i>logic</i> '1' untuk proses ' <i>read</i> '.
6	E	H	Merupakan sinyal <i>enable</i> . Sinyal ini akan aktif pada <i>failing edge</i> dari <i>logic</i> '1' ke <i>logic</i> '0'.
7	DB0	H/L	Pin data D0
8	DB0	H/L	Pin data D1
9	DB0	H/L	Pin data D2
10	DB0	H/L	Pin data D3
11	DB0	H/L	Pin data D4
12	DB0	H/L	Pin data D5
13	DB0	H/L	Pin data D6
14	DB0	H/L	Pin data D7
15	V+BL	-	<i>Back Light</i> pada LCD ini dihubungkan dengan tegangan sebesar 4 – 4,2 V dengan arus 50 – 200 mA
16	V-BL	-	<i>Back Light</i> pada LCD ini dihubungkan dengan <i>ground</i>

menjalankan LCD :

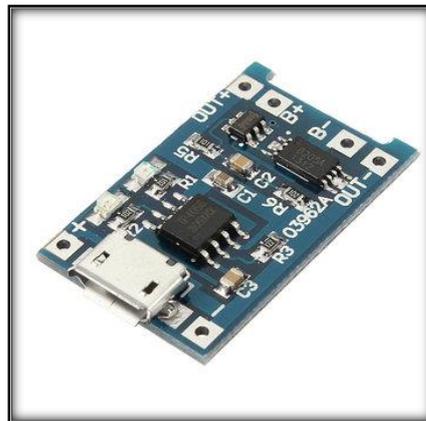
Langkah 1 : Inisialisasi LCD

Langkah 2 : Arahkan pada alamat yang dikehendaki (lihat tabel alamat)

Langkah 3 : Tuliskan data ke LCD, maka karakter akan tampil pada alamat tersebut

2.8 *Module Charger*

Module charger adalah sebuah modul yang digunakan untuk *nge-charge* Baterai *Lithium Ion* memanfaatkan sambungan USB dari komputer atau piranti lainnya. Adapun gambar dari *module charger* ditunjukkan oleh Gambar 2.12



Gambar 2.12 *Module charger*

Module untuk *charger* baterai *lithium ion* dari *input micro* USB, juga dilengkapi dengan fitur *over-discharge* dan *over-load protection* untuk melindungi batrai *Li-Ion*.

Spesifikasi:

Input: micro USB.

Tegangan *input* : 4.5V-5.5V.

Tegangan *stop cas* penuh : 4.2V 1%

Arus *cas maximum* : 1000 mA (1A)

Perlindungan *over-discharge* : 2.5V

Perlindungan arus berlebih : 3A

Suhu kerja : -10 s/d 85°C

Terdapat 2 lampu indikator: merah sedang cas, hijau sudah penuh.

Cara kerja:

- a. *Micro* dihubungkan ke *charger adaptor*
- b. Kutub Baterai *Li-Ion* dihubungkan ke B+ dan B-
- c. Beban listrik seperti lampu, mainan, *handphone* dan lain-lain, dihubungkan ke OUT+ dan OUT-, agar perlindungan *over current* dan *over discharge* berfungsi. Bila *bypass* langsung ke B+ dan B- fungsi perlindungan tersebut tidak akan berfungsi dan berpotensi merusak baterai *Li-Ion*.

2.9 *Module Step Up*

Module IC XL6009E1 adalah salah satu *switching* regulator yang termasuk jenis operasi *boost* konverter, yaitu memberikan tegangan *output* yang lebih tinggi dari *input*. Adapun gambar dari *module step up* ditunjukkan oleh Gambar 2.13



Gambar 2.13 *Module step up*

Dengan jumlah komponen eksternal yang minimum, pemakaian menjadi lebih mudah dan hemat biaya. Regulator jenis ini memiliki jangkauan tegangan *input* yang besar dan tegangan *output* dapat disesuaikan. Pada tugas akhir ini penulis mengatur keluaran tegangan dari modul ini yaitu sebesar 5V, sesuai kebutuhan *system*.

2.10 Baterai Li-Ion

Baterai jenis *Li-Ion (Lithium-Ion)* merupakan jenis Baterai yang paling banyak digunakan pada peralatan Elektronika *portabel*. Adapun gambar dari baterai *li-ion* ditunjukkan oleh Gambar 2.14



Gambar 2.14 Baterai *Li-Ion*

Baterai *Li-Ion* memiliki daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta menyediakan kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% jika dibandingkan dengan Baterai *Ni-MH*. Rasio *Self-discharge* adalah sekitar 20% per bulan. Baterai *Li-Ion* lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung zat berbahaya *Cadmium*. Sama seperti Baterai *Ni-MH (Nickel- Metal Hydride)*, Meskipun tidak memiliki zat berbahaya *Cadmium*, Baterai *Li-Ion* tetap mengandung sedikit zat berbahaya yang dapat merusak kesehatan manusia dan

Lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang di sembarang tempat.