

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang alat penghitung BPM sebelumnya pernah dibuat oleh Abdul Latif, Jurusan D3 Teknik Elektromedik, Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta, dengan judul Alat Penghitung BPM dengan Menggunakan Finger Sensor Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA8 [4]. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem ini mampu mengukur denyut jantung manusia. Pada penelitian ini digunakan IC Atmega8 sebagai pengendali serta sebuah sensor yaitu *finger sensor*. Desain penelitian alat ini yaitu *finger sensor* terhubung dengan IC Atmega8 untuk kemudian data pengukuran yang dihasilkan diolah dan ditampilkan pada LCD . Kekurangan pada alat ini yaitu: Belum terdapat buzzer setelah penghitungan denyut jantung selesai.

Penelitian BPM dari Abdul Latif kemudian dikembangkan dengan menambahkan diagnosa Takikardi dan Bradikardi oleh Indra Bagus Setiawan, Jurusan D3 Teknik Elektromedik, Fakultas Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan judul Alat Penghitung Detak Jantung Disertai Diagnosa Takikardi dan Bradikardi Berbasis Atmega8 [5]. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem ini mampu mengukur denyut jantung manusia dan menampilkan diagnosa *takikardi* dan *bradikardi* menggunakan *finger sensor*.

Pada penelitian ini digunakan IC Atmega8 sebagai pengendali serta sebuah *finger sensor*. Data yang didapat dari *finger sensor* kemudian diolah oleh

mikrokontroler Atmega8 dan ditampilkan, sehingga didapatkan suatu informasi mengenai denyut jantung manusia dengan satuan BPM pada sebuah LCD . Kekurangan pada alat ini yaitu alat ini hanya bisa digunakan untuk orang dewasa dan baterai belum menggunakan indikator pada saat baterai dalam kondisi *high, medium*, dan *low*.

Fajar Ahmad Fauzi mengembangkan alat penghitung BPM dengan menambahkan parameter pengukuran suhu. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sistem ini mampu mengukur denyut jantung dan temperatur tubuh manusia. Pada penelitian ini digunakan IC Atmega 8535 sebagai pengendali serta dua buah sensor yaitu *finger sensor* dan sensor suhu LM35. Desain penelitian alat ini yaitu *finger sensor* dan sensor suhu LM35 terhubung dengan IC Atmega 8535 dan sensor suhu LM35 untuk kemudian data pengukuran yang dihasilkan diolah dan ditampilkan pada LCD [6]. Kekurangan pada alat ini yaitu: Bentuk fisik dan kinerja alat yang belum maksimal, masih ada perhitungan yang acak, tidak berurutan.

Dari beberapa penelitian tersebut, alat ukur suhu yang digunakan masih menggunakan sensor suhu LM35, akan tetapi pada penelitian ini penulis menggunakan sensor suhu DS18B20. Keuntungan menggunakan sensor suhu DS18B20 yaitu lebih tahan air sehingga pada saat pengukuran temperatur tubuh manusia yang biasanya ditempelkan di ketiak, kinerja sensor tidak terganggu. Alat ukur detak jantung yang digunakan dari beberapa penelitian di atas masih menggunakan photodiode, rangkaian kontrolnya masih menggunakan rangkaian analog, akan tetapi pada penelitian ini penulis menggunakan modul *pulse sensor*

yaitu sensor yang memang dikhususkan untuk mengukur detak jantung sehingga rangkaiannya menjadi lebih sederhana.

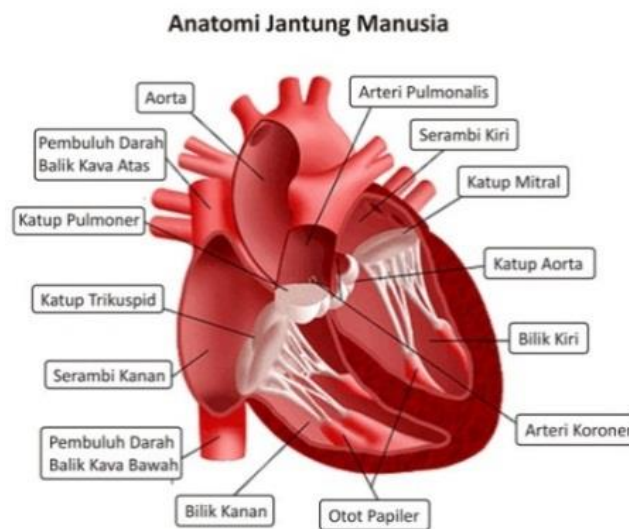
## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1. Jantung**

Jantung adalah sebuah rongga organ berotot yang memompa darah ke pembuluh darah dengan berirama yang berulang. Istilah kardiak berarti berhubungan dengan jantung, dari kata Yunani *cardia* untuk jantung. Jantung adalah salah satu organ manusia yang berperan penting dalam sistem peredaran darah. Letak Jantung berada agak sebelah kiri bagian dada, di antara paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Beratnya kurang lebih 300 gram, besarnya kira-kira sebesar kepalan tangan. Fungsi jantung adalah sebagai pompa yang melakukan tekanan terhadap darah untuk menimbulkan gradien tekanan yang diperlukan agar darah dapat mengalir ke jaringan. Darah, seperti cairan lain, mengalir dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah sesuai penurunan gradien tekanan [3].

Jantung hampir sepenuhnya diselubungi oleh paru-paru, tertutup oleh selaput ganda yang bernama *perikardium*, yang tertempel pada *diafragma*. Lapisan pertama menempel sangat erat pada jantung, sedangkan lapisan luarnya lebih longgar dan berair, untuk menghindari gesekan antar organ dalam tubuh yang terjadi karena gerakan memompa konstan jantung. Secara *internal*, jantung dipisahkan oleh sebuah lapisan otot menjadi dua belah bagian, dari atas ke bawah, menjadi dua pompa. Kedua pompa ini sejak lahir tidak pernah tersambung.

Belahan ini terdiri dari dua rongga yang dipisahkan oleh dinding jantung. Maka dapat disimpulkan bahwa jantung terdiri dari empat rongga, serambi kanan dan kiri juga bilik kanan dan kiri [3]. Pada Gambar 2.1 menunjukkan gambar anatomi jantung manusia:



Gambar 2.1 *Anatomi Jantung* [3].

### 2.2.2. Perhitungan Denyut Jantung

BPM dan *Heart rate* merupakan representasi dari denyut nadi per satuan waktu dari suatu objek [7]. Pengukuran denyut jantung dari suatu objek mempunyai pola tertentu dalam mencapai suatu denyut persatuan waktu, sedangkan data pengukuran mewakili tingkat kelelahan dari objek tersebut. Data denyut jantung ini memberikan informasi tentang energi *ekspenditur* dan tingkat kelelahan dari suatu objek dalam melakukan suatu aktivitas.

*Palpitasi-palpitasi* adalah perasaan (sensasi) yang tidak menyenangkan yang disebabkan oleh denyut jantung yang tidak teratur. Beberapa orang dengan

*palpitasi-palpitasi* (jantung berdebar), tidak menderita penyakit jantung atau kelainan irama jantung (*abnormal*) dan penyebab jantung berdebarnya tidak diketahui. Pada penderita lainnya jantung berdebarnya disebabkan oleh kelainan irama jantung atau *aritmia* [3].

*Bradikardia* adalah suatu kondisi medis yang ditandai dengan denyut jantung yang lebih lambat daripada denyut jantung normal. Biasanya jantung orang dewasa berdetak sebanyak 60 sampai 100 kali per menit pada kondisi istirahat. Pada *bradikardia*, jantung biasanya berdetak kurang dari 60 detakan per menit karena adanya gangguan impuls elektrik yang mengatur detak jantung [8].

*Takikardia* adalah denyut jantung yang lebih cepat daripada denyut jantung normal. Jantung orang dewasa yang sehat biasanya berdetak 60 sampai 100 kali per menit ketika sedang beristirahat. Pada *takikardia*, jantung biasanya berdetak lebih dari 100 detakan per menit. *Takikardia* terjadi ketika terdapat masalah pada sinyal-sinyal listrik dan menghasilkan detak jantung lebih cepat dari normal [3]. Tujuan mengetahui jumlah denyut nadi seseorang adalah:

- a. Untuk mengetahui kerja jantung
- b. Untuk mengetahui *diagnosa*
- c. Untuk segera mengetahui adanya kelainan-kelainan pada seseorang

Jumlah denyut jantung normal manusia dapat dibagi beberapa tahap, pada Tabel 2.1 menunjukkan usia seseorang yang sesuai dengan nilai denyut jantungnya [9] :

Tabel 2.1 *Range* BPM [10]

No.	Usia	BPM
1	Bayi baru lahir	130-150 kali per menit
2	Umur 1 bulan	130-140 kali per menit
3	Umur 1-6 bulan	120-140 kali per menit
4	Umur 6-12 bulan	110-125 kali per menit
5	Umur 1-2 tahun	105-120 kali per menit
6	Umur 2-6 tahun	100-110 kali per menit
7	Umur 6-10 tahun	90-110 kali per menit
8	Umur 10-14 tahun	85-110 kali per menit
9	Umur 14-18 tahun	82-105 kali per menit
10	Umur 18-30 tahun	60-100 kali per menit
11	Umur 30-60 tahun	60-70 kali per menit

Akan tetapi, tidak selamanya jumlah denyut jantung manusia sesuai seperti *range* yang disebutkan di atas. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi denyut jantung, seperti yang ada di bawah ini [9]:

- a. Tingkat aktivitas fisik
- b. Tingkat kebugaran
- c. Suhu udara
- d. Posisi tubuh (berdiri atau berbaring, misalnya)
- e. Emosi
- f. Ukuran tubuh

g. Konsumsi obat-obatan

*Monitoring* denyut jantung dapat dilakukan menggunakan teknik langsung (*direct*) ataupun tidak langsung (*indirect*). Secara langsung dilakukan dengan mensensor pada jantung itu sendiri. Sedangkan secara tidak langsung dengan memanfaatkan pembuluh darah, yaitu dengan melakukan sadapan atau sensor pada aliran darah tersebut.

### **2.2.3. Sirkulasi Darah dalam Tubuh**

Jantung adalah organ yang berupa otot, berbentuk kerucut, berongga, dengan pangkal di atas dan puncaknya di bawah miring ke sebelah kiri. Jantung terletak di dalam rongga dada di antara kedua paru-paru, di belakang dada, dan lebih menghadap ke kiri daripada ke kanan. Jantung berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah [11].

Ketika darah dipompa keluar dari jantung pada arteri atau dikenal dengan pembuluh nadi, teraba suatu gelombang denyut dan denyut ini dapat teraba pula pada tempat dimana pembuluh arteri melintas, misalnya *arteri radialis* yaitu di sebelah depan pergelangan tangan dan ujung jari. Saat keadaan ini *volume* darah pada ujung jari bertambah atau menggumpal. Kemudian sebaliknya pada saat jantung tidak memompa darah *volume* darah pada ujung jari menjadi lebih kecil [11].

Dengan meraba gelombang denyut pada arteri, dapat dihitung kecepatan jantung yang berbeda-beda karena dipengaruhi oleh aktifitas seseorang dan juga oleh makanan, umur, dan emosi. Denyut arteri dapat menjadi lebih cepat atau

lebih lambat ketika seseorang sedang gelisah, hilang kesadaran atau koma, ada gangguan pada jantungnya atau menderita panas [12].

Kondisi kesehatan manusia menurut denyut jantungnya dikelompokkan dalam tiga kelompok, di antaranya:

- a. Denyut jantung seseorang yang sedang sakit berada di bawah 60 denyutan per menit, tergantung dari sakit yang sedang dideritanya.
- b. Denyut jantung manusia sehat sekitar 60-100 denyutan per menit.
- c. Denyut jantung manusia yang sedang berolahraga (kondisi kesehatannya sangat bagus) sekitar 80-100 denyutan per menit.

#### **2.2.4. Mekanisme Temperatur Tubuh Manusia**

Temperatur tubuh adalah perbedaan antara jumlah panas yang diproduksi oleh proses tubuh dan jumlah panas yang hilang ke lingkungan luar. Temperatur tubuh manusia dapat diukur dengan menggunakan termometer. Temperatur tubuh manusia mempunyai beberapa kondisi, antara lain: normal, *hipertermi* (38-39°C) dan *hipotermi* (33-36°C). Biasanya *hipertermi* dialami oleh seseorang yang sedang sakit, misalnya demam dan sakit ringan lainnya. *Hipotermi* sering dialami seseorang yang tinggal di daerah kutub yang udaranya lebih dingin.

Ketika seseorang telah meninggal, cadangan panas lepas pada tingkatan temperatur yang dapat ditentukan hingga temperatur tubuh setara dengan suhu lingkungan (30°C) [13]. Tempat yang biasa digunakan untuk mengukur temperatur tubuh manusia biasanya adalah di mulut, ketiak dan anus. Temperatur normal pada ketiak sekitar 37°C (98,6°F) [12].



### 2.2.5. Pulse Sensor

*Pulse Sensor* pada dasarnya adalah alat medis yang berfungsi untuk memantau kondisi denyut jantung manusia. Rangkaian dasar dari sensor ini dibangun menggunakan *phototransistor* dan LED. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan sinar LED. Kulit dipakai sebagai permukaan *reflektif* untuk sinar LED. Kepadatan darah pada kulit akan mempengaruhi *reflektifitas* sinar LED. Aksi pemompaan jantung mengakibatkan kepadatan darah meningkat. Pada saat jantung memompa darah, maka darah akan mengalir melalui pembuluh arteri dari yang besar hingga kecil seperti di ujung jari. *Volume* darah pada ujung jari bertambah, maka intensitas cahaya yang mengenai *phototransistor* akan kecil karena terhalang oleh *volume* darah, begitu pula sebaliknya. Keluaran sinyal dari *phototransistor* kemudian dikuatkan oleh sebuah *Op-Amp* sehingga dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik dari *pulse sensor*.



Gambar 2.2 *Pulse sensor* atau sensor detak jantung [14].

### 2.2.6. Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor temperatur *digital* yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka *1-Wire*. Sensor ini dikemas secara

khusus sehingga kedap air, cocok digunakan sebagai sensor di luar ruangan / pada lingkungan dengan tingkat kelembaban tinggi. Dengan kabel sepanjang 1 meter, penempatan komponen sensor elektronika ini dapat diatur secara *fleksibel*. Gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik dari sensor suhu DS18B20.

*Protokol 1-Wire* hanya membutuhkan 1 kabel koneksi (selain *ground*) untuk mentransmisikan data. Berikut ini adalah ringkasan fitur IC DS18B20:

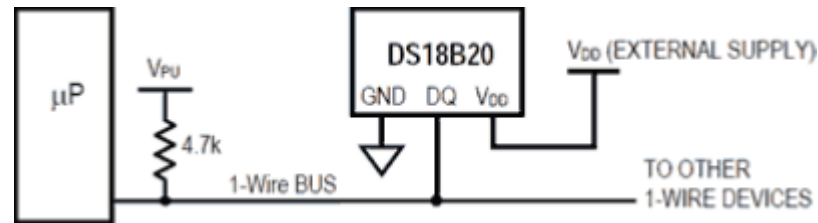
- a. Antarmuka *1-Wire* yang hanya membutuhkan 1 pin I/O untuk komunikasi data.
- b. Tidak membutuhkan komponen *eksternal* tambahan selain 1 buah pull-up resistor, artinya hanya menambahkan sebuah sensor yang tersambung dari pin data ke pin Vcc sensor suhu DS18B20.
- c. Dapat mengukur suhu antara  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan akurasi  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada  $-10^{\circ}\text{C}$  s.d.  $+85^{\circ}\text{C}$ .
- d. Kecepatan pendeteksian suhu pada resolusi maksimum kurang dari 750ms.

Pada Gambar 2.3 menunjukkan gambar tampak nyata dari sensor suhu DS18B20.



Gambar 2.3 *Sensor suhu DS18B20* [14].

Pada Gambar 2.4 merupakan contoh cara menyambungkan IC DS18B20 ke 1-wire bus pada mode catu daya eksternal.

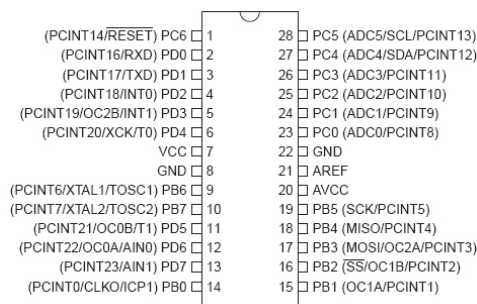


Gambar 2.4 Koneksi DS18B20 ke mikrocontroller [14].

Sensor suhu DS18B20 digunakan sebagai pendeteksi temperatur tubuh pada alat deteksi kenormalan denyut jantung dan suhu tubuh manusia. Sensor ini dipilih karena memiliki kelebihan tahan terhadap air (*waterproof*), karena penggunaan sensor ini hanya ditempelkan pada ketiak manusia, sehingga tahan terhadap keringat manusia.

### 2.2.7. ATMega 328

ATMega 328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*reduce instruction set computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*completed instruction set computer*). Pada Gambar 2.5 merupakan gambar konfigurasi ATMega328.



Gambar 2.5 Konfigurasi pin ATMEGA 328 [5].

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- a. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- b. 32 x 8-bit *register* serba guna.
- c. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
- d. 32 KB *flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memori* sebagai *bootloader*.
- e. Memiliki EEPROM (*electrically erasable programmable read only memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- f. Memiliki SRAM (*static random access memory*) sebesar 2KB.
- g. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*pulse width modulation*) output.
- h. *Master / Slave SPI Serial interface*.

Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*.

### **2.2.8. Liquid Cristal Display (LCD)**

#### **1. Pengertian LCD**

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk

karakter, huruf, angka ataupun grafik [30]. Bentuk fisik dari LCD ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Modul LCD 16x4 [14].

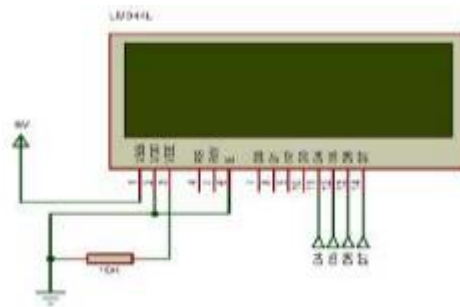
Pin, kaki atau jalur *input* dan kontrol dalam suatu LCD di antaranya adalah:

- a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- b. Pin *Read Write* (R/W) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- c. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 K $\Omega$ , jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

## 2. Skema LCD HD44780

*Liquid Crystal Display* adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan.

Gambar 2.7 merupakan skema dari LCD 16x4.



Gambar 2.7 Skema LCD 16x4

- a. Pin 1 (Vss) sebagai jalur *power supply* (+5V)
- b. Pin 2 (Vdd) sebagai jalur *power supply* (GND)
- c. Pin 3 (Vee) merupakan kontrol kontras LCD
- d. Pin 4 (RS) jalur instruksi pemilihan data atau perintah
- e. Pin 5 (R/W) merupakan jalur instruksi *read/write* pada LCD
- f. Pin 6 (E) jalur kontrol *enable* LCD
- g. Pin 7 – pin 14 (DB0-DB7) adalah jalur data kontrol dan data karakter untuk LCD.

### 2.2.9 Analisis Data

#### 1. Rata-rata

Rata-rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata - rata } (\bar{x}) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} \quad (2.1)$$

dengan,

X = rata-rata

X<sub>1</sub>, ..., X<sub>n</sub> = nilai data

n = banyak data

## 2. Simpangan

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan:

$$\text{Simpangan} = Y - \underline{X} \quad (2.2)$$

dengan,

Y = alat pembanding

X = rata-rata modul alat

## 3. Error

*Error* (rata-rata simpangan) adalah selisih antara mean terhadap masing-masing data. Rumus error adalah:

$$\text{Error \%} = \left( \frac{X - X'}{X} \right) \times 100\% \quad (2.3)$$

dengan,

X = data yang diukur

X' = rata-rata