

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Bakteri adalah kelompok organisme yang tidak memiliki membran inti sel. Organisme ini termasuk ke dalam domain *prokariota* dan berukuran sangat kecil (mikroskopik), serta memiliki peran besar dalam kehidupan di bumi. Beberapa kelompok bakteri dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit, sedangkan kelompok lainnya dapat memberikan manfaat dibidang pangan, pengobatan, dan industri. Struktur sel bakteri relatif sederhana: tanpa *nukleus*/inti sel, kerangka sel, dan organel-organel lain seperti *mitokondria* (tempat berlangsungnya fungsi respirasi sel makhluk hidup) dan kloroplas. Dalam menganalisa bakteri dilakukan dengan cara mengambil sampel pada titik-titik proses tertentu dan melihat berapa banyak bakteri yang tumbuh di tempat tersebut. Pada proses ini diperlukan suatu media inkubator bakteri dimana mempunyai suhu ruang 37°C (suhu optimum). Oleh karena itu, Inkubator yang dibutuhkan untuk menginkubasi harus dilengkapi dengan pengatur suhu dan pengatur waktu (*Anonim, 2015*).

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat alat yang mampu menginkubasi bakteri dengan memanfaatkan PLC (*Programable Logic Control*) oleh Gigil Yudhanto dan Chomsyarini. Penelitian tersebut dirancang dengan mengkombinasikan berbagai komponen seperti PLC sebagai pengendali suhu dan komponen pelengkap yang lain menggunakan *sensor* LM35, *seven segment* sebagai tampilan dan *pushwheel* sebagai

pengatur durasi bekerjanya alatnya selama 2x24 jam. Jadi, penelitian tersebut memiliki kekurangan yaitu menggunakan sisematik yang rumit dan sulit untuk dipelajari (*Purbonoto et al,2011*).

Triyas Yuhendar S (2011), pada penelitiannya membuat inkubator berbasis *Microcontrolleri* AVR ATMega8535. Prinsip kerja alat tersebut adalah memanfaatkan *sensor* LM35 sebagai pengendali suhu yang digunakan untuk menginkubasi darah dan *driver* pemanasnya menggunakan *relay*. ATMega 8535 sebagai pengendali *sensor* LM 35 yang akan ditampilkan pada LCD Karakter 2x16. Namun, dalam penelitian tersebut tidak menggunakan *timer*, dan suhu yang ditampilkan hanya 2 digit (*Setiawan, 2011*).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengaruh Suhu

Suhu berperan penting dalam mengatur jalannya reaksi metabolisme bagi semua makhluk hidup. Khususnya bagi bakteri, suhu lingkungan yang berada lebih tinggi dari suhu yang dapat ditoleransi akan menyebabkan *denaturasi* protein dan komponen sel *esensial* lainnya sehingga sel akan mati. Demikian pula bila suhu lingkungannya berada di bawah batas toleransi, membran *sitoplasma* tidak akan berwujud cair sehingga transportasi nutrisi akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti.

Berdasarkan kisaran suhu aktivitasnya, bakteri dibagi menjadi 4 golongan yaitu bakteri *psikrofil*, yaitu bakteri yang hidup pada daerah

suhu antara 0°–30 °C, dengan suhu optimum 15 °C. Bakteri *mesofil*, yaitu bakteri yang hidup di daerah suhu antara 15°–55 °C, dengan suhu optimum 25°–40 °C. Bakteri *termofil*, yaitu bakteri yang dapat hidup di daerah suhu tinggi antara 40°–75 °C, dengan suhu optimum 50–65 °C. Dan bakteri *hipertermofil*, yaitu bakteri yang hidup pada kisaran suhu 65 - 114 °C, dengan suhu optimum 88 °C.

Bakteri memberikan manfaat dibidang kesehatan yaitu antibiotik. Antibiotik merupakan zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan mempunyai daya hambat terhadap kegiatan mikroorganisme lain dan senyawa ini banyak digunakan dalam menyembuhkan suatu penyakit. Beberapa bakteri yang menghasilkan antibiotik adalah *Streptomyces griseus*, menghasilkan antibiotik *streptomycin*, *Streptomyces aureofaciens*, menghasilkan antibiotik *tetracycline*, *Streptomyces venezuelae*, menghasilkan antibiotik *chloramphenicol*, *Penicillium*, menghasilkan antibiotik *penisilin* dan *Bacillus polymyxa*, menghasilkan antibiotik *polymixin*.

Terlepas dari prosesnya dalam menghasilkan antibiotik, banyak jenis bakteri yang justru bersifat *patogen*. Pada manusia, beberapa jenis bakteri yang sering kali menjadi agen penyebab penyakit adalah *Salmonella enterica* subspecies I *serovar Typhi* yang menyebabkan penyakit tifus, *Mycobacterium tuberculosis* yang menyebabkan penyakit TBC, dan *Clostridium tetani* yang menyebabkan penyakit tetanus. Bakteri patogen juga dapat menyerang hewan ternak, seperti

Brucella abortus yang menyebabkan brucellosis pada sapi dan *Bacillus anthracis* yang menyebabkan antraks. Untuk infeksi pada tanaman yang umum dikenal adalah *Xanthomonas oryzae* yang menyerang pucuk batang padi dan *Erwinia amylovora* yang menyebabkan busuk pada buah-buahan (Anonim, 2015).

Mesofilik: suhu optimum 37 °C. Suhu ini merupakan suhu normal gudang atau suhu kamar. Berikut merupakan contoh mikroorganisme yang hidup pada suhu *mesofil*.

1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus (*Staphylococcus pyogenes*) merupakan kokus gram positif, berbentuk lonjong atau bulat, tidak bergerak, tidak bersimpai dan tidak berspora. Tersusun dalam kelompok seperti buah anggur. *S. aureus* bersifat anaerob dan tumbuh dengan baik pada temperatur optimum 37°C dan pH 7,4. Pada perbiakan cair, *S. aureus* menyebabkan kekeruhan merata dan memperlihatkan pertumbuhan khas berupa endapan di dasar tabung. *S. aureus* merupakan salah satu kuman yang cukup kebal di antara organisme-organisme tak berspora. Tahan dipanaskan pada 60°C selama 30 menit (Gupte, 1990). Sumber lain mengatakan bahwa temperatur optimum 30-37°C, range 6-48°C.

2. *Streptococcus*

Sel yang berbentuk bola sampai lonjong, berdiameter kurang dari 2µm, terdapat berpasangan atau dalam rantai bil

ditumbuhkan dalam medium cair. Kadang-kadang terdapat galur motil dalam kelompok *serologi D*. gram positif. *Kemoorganotrof*, metabolisme fermentatif, *anaerobik facultatif*. Persyaratan nutrisi minimumnya biasanya kompleks (namun beragam). Suhu optimum sekitar 37°C. Kandungan G+ C DNA berkisar dari 33 sampai 42 mol%. Tidak semua *streptokokus* menyebabkan penyakit. Beberapa merupakan anggota mikrobiota normal, dan bahkan berguna dalam pembuatan produk-produk makanan tertentu seperti keju “cheddar”. Spesies *S. Pyogenesis*.

3. *Neisseria*

Kokus, berdiameter 0,6 sampai 1,0µm, terdapat tunggal tapi sering berpasangan dengan sisi-sisi yang bersebelahan mendatar. Membelah pada dua bidang yang tegak lurus satu dengan yang lainnya, terkadang mengakibatkan pembentukan *tetrad*. Tidak membentuk endospora. Nonmotil. Dapat mempunyai kapsul atau *fimbrie*. Gram negatif, kemoorganotrofik. Menggunakan beberapa karbohidrat. Aerobik/ anaerobik fakultatif. Suhu optimum sekitar 37°C. Parasit pada selaput lendir mamalia. Spesies tipe: *N. Gonorrhoeae* (Pelczar et al, 2008)

2.2.2 *Sensor LM35*

Sensor suhu IC LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. IC LM35 adalah sebagai sensor suhu yang

dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV/}^{\circ}\text{C} \quad (2.1)$$

Secara prinsip *sensor* akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01°C karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya .

Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang ditanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antenna penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengkoreksi pada kasus yang sedemikian, dengan menggunakan metode *bypass* kapasitor dari V_{in} untuk ditanahkan.

Berikut merupakan karakteristik dari *sensor* LM35 diantaranya:

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala *linier* antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celsius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C.
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 µA.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}$ °C.

Adapun kelebihan dari *sensor* suhu IC LM35 antara lain rentang suhu yang jauh, antara -55 sampai +150°C, *Low self-heating*, sebesar 0.08 °C, dan beroperasi pada tegangan 4 sampai 30 V. Rangkaian yang digunakan menjadi sederhana serta tidak memerlukan pengkondisian sinyal.

2.2.3 IC *Microcontroller* ATmega8535

Microcontroller merupakan chip cerdas yang menjadi tren dalam pengendalian dan otomatisasi. Dengan banyak varian, kapasitas

memori, dan berbagai fitur, *microcontroller* menjadi pilihan dalam aplikasi prosesor mini untuk pengendalian skala kecil (Iswanto, 2008).

ATMega8535 buatan Atmel yang menggunakan arsitektur RISC (*reduced instruction set computer*), yang artinya prosesor tersebut memiliki set instruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC (*complex instruction set computer*). Instruksi prosesor RISC hampir semuanya adalah instruksi dasar (belum tentu sederhana), sehingga instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan 1 siklus mesin untuk menjalankannya, kecuali instruksi percabangan yang membutuhkan 2 siklus mesin. RISC biasanya dibuat dengan arsitektur Harvard, karena arsitektur ini yang memungkinkan untuk membuat eksekusi instruksi selesai dikerjakan dalam 1 atau 2 siklus mesin, sehingga akan semakin cepat dan handal. Proses downloading programnya relatif lebih mudah, karena dapat dilakukan langsung pada sistemnya.

Microcontroller ATMega8535 memerlukan minimal catu daya 5V *clock* dan reset untuk dapat bekerja. Sumber *clock* diperoleh dari sebuah kristal 12Mhz yang dipasang pada kaki 12 dan 13 IC ATMega8535. Tombol reset yang bersifat aktif *low* digunakan untuk me-reset pelaksanaan program dalam *microcontroller* sehingga dimulai dari awal (*restart*). Resistor yang dipasang pada kaki reset dan

terhubung pada VCC (+5V) digunakan *pull-up*, yaitu untuk mempertahankan nilai 1 *high*) pada kaki reset (ISWANTO *et al.* 2011).

Microcontroller ATMega 8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain (Budiharto & Widodo. 2011):

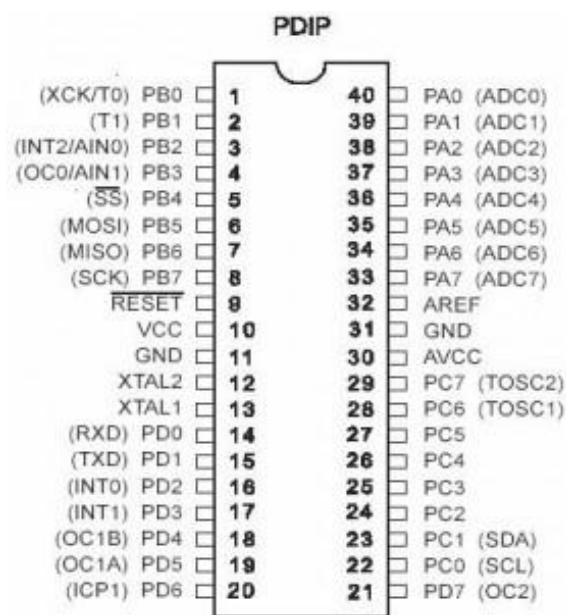
1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yang terdiri atas *Port* A, B, C dan D
2. *ADC (Analog to Digital Converter)*
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan
4. *CPU* yang terdiri atas 32 *register*
5. *Watchdog Timer* dengan *osilator internal*
6. *SRAM* sebesar 512 *byte*
7. *Memori Flash* sebesar 8kb dengan kemampuan *read while write*
8. Unit Interupsi *Internal* dan *External*
9. *Port* antar muka *SPI* untuk *men-download* program ke *flash*
10. *EEPROM* sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi
11. Antarmuka komparator *analog*.
12. *Port* *USART* untuk komunikasi serial.

Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik *microcontroller* ATMega8535.



Gambar 2.2 *Microcontroller* ATMega8535

Konfigurasi pin ATMega8535 dapat ditunjukkan oleh Gambar 2.3 pin-pin pada ATMega 8535 dengan kemasan 40-pin DIP (*dual inline package*). Kemasan pin tersebut terdiri dari 4 Port yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D yang masing-masing Port terdiri dari 8 buah pin. Selain itu juga terdapat RESET, VCC, GND 2 buah, VCC, AVCC, XTAL1, XTAL2 dan AREF (Iswanto & Raharja, 2015).



Gambar 2.3 Konfigurasi *pin* ATMega8535.

Secara umum konfigurasi dan fungsi *pin* ATMega8535 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **VCC** *Input* sumber tegangan (+)
2. **GND** *Ground* (-)
3. **Port A (PA7 ... PA0)** Berfungsi sebagai *input* analog dari ADC (*Analog to Digital Converter*). Port ini juga berfungsi sebagai port I/O dua arah, jika ADC tidak digunakan.

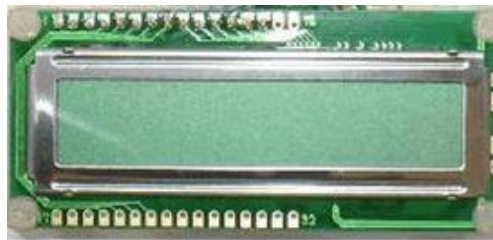
4. **Port B (PB7 ... PB0)** Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PB5, PB6 dan PB7 juga berfungsi sebagai MOSI, MISO dan SCK yang dipergunakan pada proses downloading. Fungsi lain port ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
5. **Port C (PC7 ... PC0)** Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Fungsi lain port ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
6. **Port D (PD7 ... PD0)** Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial. Fungsi lain port ini selengkapnya bisa dibaca pada buku petunjuk "AVR ATmega8535".
7. **RESET** *Input reset.*
8. **XTAL1** *Input ke amplifier inverting osilator dan input ke sirkuit clock internal.*
9. **XTAL2** *Output dari amplifier inverting osilator.*
10. **AVCC** *Input tegangan untuk Port A dan ADC.*
11. **AREF** *Tegangan referensi untuk ADC.*

Timer dan counter merupakan sarana input yang kurang dapat perhatian pemakai *microcontroller*, dengan sarana input ini *microcontroller* dengan mudah bisa dipakai untuk mengukur lebar pulsa, membangkitkan pulsa dengan lebar yang pasti. ATmega8535

memiliki tiga buah *timer*, yaitu *Timer/Counter0* (8 bit), *Timer/Counter1* (16 bit), dan *Timer/Counter3* (16 bit) (Iswanto & Raharja,2015).

2.2.4 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD merupakan komponen *display* yang dapat menampilkan berbagai macam karakter. Gambar 2.4 menunjukkan tampilan dari modul LCD (Triwiyanto, 2013).



Gambar 2.4 Modul LCD karakter 2x16

Tabel 2.4 menunjukkan *pin* dan fungsi dari setiap kaki LCD karakter 2x16 yang nantinya akan dihubungkan pada *pin* di *minimum system*.

Tabel 2.1 *Pin* dan Fungsi Kaki LCD

PIN	Name	Function
1	VSS	<i>Ground voltage</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	<i>Contrast voltage</i>
		<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>

		<i>Read/ Write, to choose write or read mode</i> 0 = write mode 1 = read mode
		<i>Enable</i> 0 = start to lacht data to LCD character 1= disable
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	<i>Back Plane Light</i>
16	GND	<i>Ground voltage</i>

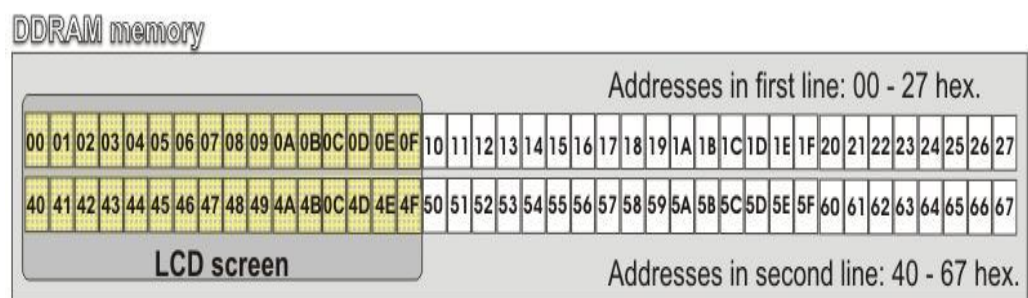
Jalur EN dinamakan *Enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa anda sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika *low* “0” dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika *low* “0” lagi.

Jalur RS adalah jalur *Register Select*. Ketika RS berlogika *low* “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*, posisi kursor dll). Ketika RS

berlogika *high* “1”, data yang dikirim adalah data *text* yang akan ditampilkan pada *display* LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf “T” pada layar LCD maka RS harus diset logika *high* “1”.

Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/ Write*. Ketika RW berlogika low (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* ”1”, maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* ”0”.

Memori pada LCD atau memori *display* Data RAM (DDRAM) digunakan untuk menyimpan karakter yang akan ditampilkan. Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD adalah disimpan didalam memori ini, dan modul LCD secara berturut-turut membaca memori ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri. Berikut merupakan gambar lokasi memori *display* LCD karakter 2x16, yang ditunjukkan oleh Gambar 2. 5.



Gambar 2.5. Lokasi memori *display* LCD karakter 2x16

Pada peta memori tersebut, daerah yang berwarna kuning (00 s/d 0F dan 40 s/d 4F) adalah display yang tampak. Sebagaimana

yang anda lihat, jumlahnya sebanyak 16 karakter per baris dengan dua baris. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang bersesuaian dengan posisi dari layar. Demikianlah karakter pertama di sudut kiri atas adalah menempati alamat 00h. Posisi karakter berikutnya adalah alamat 01h dan seterusnya.

2.2.5 Heater

Heater atau pemanas yang digunakan pada modul ini mendapatkan *supply* dari tegangan AC. Pemanas ini akan terus bekerja sesuai dengan pengaturan *driver* hingga mencapai panas yang dibutuhkan, dalam pencapaian panas ini dikontrol oleh sebuah sistem kontrol *driver heater*.

Panas yang dihasilkan oleh *heater* ini merupakan bentuk dari energi kalor. Makin besar tegangan dan arus serta waktu pada *heater* yang digunakan, maka akan semakin banyak kalor yang diberikan ruangan dan akan menghasilkan kenaikan suhu yang lebih besar dan begitu pula sebaliknya, jadi dapat diketahui banyak kalor yang diberikan oleh *heater* ruangan ditentukan oleh faktor tegangan, arus, dan waktu.

Usaha atau W yang dilakukan untuk memanaskan ruangan atau suhu oleh *heater* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W = V.I.T \quad (2.2)$$

dengan :

W = Usaha (*Joule*)

V =Tegangan(Volt)

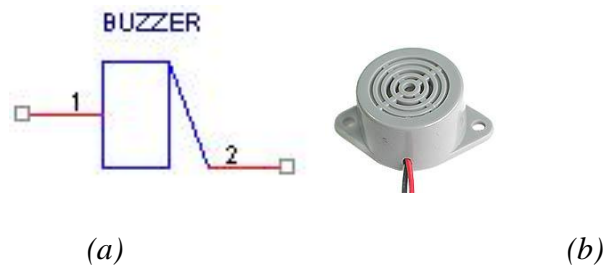
I = Arus(Ampere)

T =Waktu(detik)

Energi yang diberikan (W), dapat dibuat dalam satuan kalori, dimana satu *joule* sama dengan 0,24 kalori. Berdasarkan persamaan (2.2) dapat diketahui bahwa panas yang dihasilkan sebanding dengan daya, dan waktu pemanas yang digunakan. Dari daya itu sendiri akan sebanding dengan perkalian tegangan arus (*Anonim, 2005*).

2.2.6 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) (*Anonim, 2007*). Gambar 2.6 menunjukkan simbol dan bentuk dari *buzzer*.



Gambar 2.6 (a) Simbol *buzzer*, (b). Bentuk *Buzzer*