

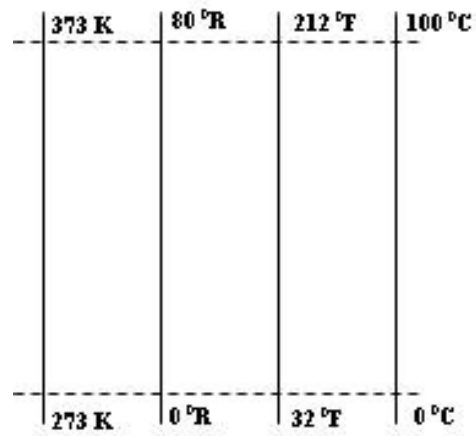
BAB II

TEORI DASAR

2.1. Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat untuk mengukur suhu cenderung menggunakan indera peraba. Tetapi dengan adanya perkembangan teknologi maka diciptakanlah termometer untuk mengukur suhu dengan valid.

Pada abad 17 terdapat 30 jenis skala yang membuat para ilmuwan kebingungan. Hal ini memberikan inspirasi pada *Anders Celcius* (1701 – 1744) sehingga pada tahun 1742 dia memperkenalkan skala yang digunakan sebagai pedoman pengukuran suhu. Skala ini diberi nama sesuai dengan namanya yaitu Skala Celcius. Apabila benda didinginkan terus maka suhunya akan semakin dingin dan partikelnya akan berhenti bergerak, kondisi ini disebut kondisi nol mutlak. Skala Celcius tidak bisa menjawab masalah ini maka *Lord Kelvin* (1842 – 1907) menawarkan skala baru yang diberi nama Kelvin. Skala kelvin dimulai dari 273 K ketika air membeku dan 373 K ketika air mendidih. Sehingga nol mutlak sama dengan 0 K atau -273°C . Selain skala tersebut ada juga skala Reamur dan Fahrenheit. Untuk skala Reamur air membeku pada suhu 0°R dan mendidih pada suhu 80°R sedangkan pada skala Fahrenheit air membeku pada suhu 32°F dan mendidih pada suhu 212°F .



Gambar 2.1. Perbandingan skala termometer

Terdapat 4 skala termometer, yaitu:

a. Skala Celcius: Titik tetap atas : 100°C

Titik tetap bawah : 0°C

Jumlah skala : 100

b. Skala Fahrenheit: Titik tetap atas : 212°F

Titik tetap bawah : 32°F

Jumlah skala : 180

c. Skala Reamur: Titik tetap atas : 80°R

Titik tetap bawah : 0°R

Jumlah skala : 80

d. Skala Kelvin: Titik tetap atas : 373K

Titik tetap bawah : 273K

Jumlah skala : 100

Apabila keempat skala diperbandingkan maka: C : F : R : K = 100 : 180 : 80 : 100

Jadi : **$C : F : R = 5 : 9 : 4$**

Berdasarkan perbandingan skala tersebut, diperoleh kesetaraan skala suhu sebagai berikut:

1. Kesetaraan Skala Celcius dan Skala Fahrenheit

$$C = \frac{5}{9} (F - 32) ^\circ C$$

$$F = \left(\frac{9}{5} C + 32 \right) ^\circ F$$

2. Kesetaraan Skala Celcius dan Skala Reamur

$$C = \left(\frac{5}{4} R \right) ^\circ C$$

$$R = \left(\frac{4}{5} C \right) ^\circ R$$

3. Kesetaraan Skala Celcius dan Skala Kelvin

$$C = (K - 273) ^\circ C$$

$$K = (C + 273) K$$

2.2 Level Suhu Tubuh Manusia

Level suhu tubuh manusia diklasifikasikan menjadi :

1. Hipotermia

Hipotermia adalah suatu kondisi dimana mekanisme tubuh untuk pengaturan suhu kesulitan mengatasi tekanan suhu dingin. Hipotermia

juga dapat didefinisikan sebagai suhu bagian dalam tubuh di bawah 0°C

2. Normal

Bila suhu tubuh berkisar antara $36 - 37,5^{\circ}\text{C}$

3. Febris / pireksia

Bila suhu tubuh berkisar antara $37,5 - 42^{\circ}\text{C}$

4. Hipertermia

Hipertermia juga dapat didefinisikan sebagai suhu tubuh yang terlalu panas atau tinggi, bila suhu tubuh lebih dari 42°C .

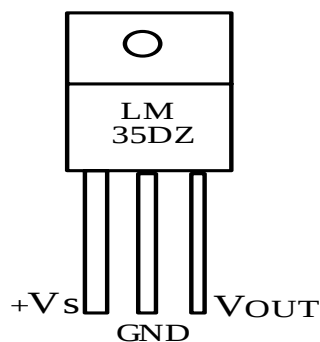
Usia	Suhu (°C)
3 bulan	37,5
6 bulan	37,7
1 tahun	37,7
3 tahun	37,2
5 tahun	37,0
7 tahun	36,8
9 tahun	36,7
11 tahun	36,7
13 tahun	36,6
Dewasa	36,4
> 70 tahun	36,0

Tabel 2.1 Perbedaan derajat suhu normal pada berbagai kelompok usia

2.3. Sensor Suhu

Sensor suhu berfungsi sebagai transduser yang mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu yang akan diukur.

Sensor suhu yang digunakan dalam skripsi ini adalah IC LM35 produksi National Semikonduktor. IC ini mempunyai ketelitian dan ketepatan yang tinggi serta mempunyai jangkauan yang memadai untuk pengontrol yang umum. IC LM35 memiliki impedansi keluaran rendah dan keluaran linier. Dengan sensitivitas $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, keluaran mengalami perubahan 10 mV untuk setiap kenaikan suhu 1°C , serta mempunyai ketelitian $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ pada suhu ruang. IC ini hanya memerlukan arus yang rendah, yaitu $60 \mu\text{A}$, sehingga memiliki pemanasan sendiri yang rendah, yaitu kurang dari $0,1^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2.2 Konfigurasi pin-pin sensor suhu IC LM35

2.4. Konverter Analog ke digital (*Analog to Digital Converter*)

Sistem mikrokontroler hanya dapat mengolah (memproses) data dalam bentuk biner (besaran digital), oleh sebab itu setiap data analog yang akan

diproses oleh mikrokontroler harus dirubah terlebih dahulu kedalam bentuk kode biner (digital).

Tegangan analog yang masuk ke *Analog to Digital Converter* (ADC) berasal dari tranduser (LM35), yang mengubah besaran kontinue temperature menjadi tegangan listrik. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh tranduser yang berubah secara kontinyu pada suatu range tertentu disebut tegangan analog, dan tegangan analog ini diubah oleh ADC menjadi bentuk digital yang sebanding dengan tengangan analognya.

Ada 3 karakteristik yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen ADC, antara lain :

- Resolusi

Merupakan spesifikasi terpenting untuk ADC, yaitu jumlah langkah dari sinyal sjkala penuh yang dapat dibagi, dan juga ukuran dari langkah – langkah. Boleh juga dinyatakan dalam jumlah bit yang ada dalam satu kata (*digital word*), ukuran LSB sebagai langkah terkecil.

- Akurasi

Adalah jumlah dari semua kesalahan, misalnya kesalahan non liniaritas, skala penuh, skala nol, dll. Dapat juga menyatakan perbedaan antara tegangan input analog secara teoritis yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu kode

biner tertentu terhadap tegangan input nyata yang menghasilkan tegangan kode biner tersebut.

- Waktu konversi

Waktu yang dibutuhkan untuk mendigitalkan setiap sampel atau waktu yang dibutuhkan oleh ADC untuk memberikan data yang valid pada saat ADC diberikan suatu masukan.

Masukan CS (*Chip Select aktif low*) digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804, jika pada pin CS tersebut berlogika 1 maka ADC 0804 tidak aktif dan semua keluaran dari ADC ini adalah *Hi-Z* atau berimpedans tinggi. Masukan RD (*read atau output enable aktif low*) digunakan untuk mengaktifkan keluaran digital hasil konversi dari ADC 0804. Jika pada pin CS = RD = *low*, maka keadaan output pada pin D0 sampai D7 akan mewakili hasil konversi analog ke digital terakhir. Pada pin WR (*write atau start conversion aktif low*) digunakan untuk memulai proses konversi. Pada keluaran dari pin INTR (*interrupt atau end of conversion aktif low*) akan menegaskan bahwa konversi telah berakhir. Saat dimulainya proses konversi maka INTR akan berubah menjadi *high* dan pada akhir konversi INTR akan kembali pada keadaan *low*.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang terintegrasi didalamnya rangkaian mikroprosesor, Mikrokontroler dapat melakukan pengolahan data, walaupun dalam taraf yang lebih sederhana. Lalu apakah perbedaan mendasar antara Mikroprosesor dan Mikrokontroler selain tingkat kerumitan dari data yang diolahnya, Sebuah pengendali, baik Mikroprosesor maupun Mikrokontroler, memerlukan ROM (*Read Only Memory*) untuk menyimpan program yang akan dieksekusinya dan RAM (*Random Access Memory*) untuk menyimpan sementara data-data yang diolahnya. Tetapi

perbedaannya, sebuah Mikroprosesor tidak memiliki fasilitas ROM dan RAM dalam *chip*-nya, sehingga memerlukan komponen-komponen lain yang bertugas sebagai ROM dan RAM untuk dapat bekerja, sedangkan sebuah Mikrokontroler memiliki fasilitas-fasilitas tersebut dalam *chip*-nya, sehingga dapat bekerja secara *single-chip*. Suatu kontroler digunakan untuk mengontrol suatu proses atau aspek-aspek dari lingkungan. Satu contoh aplikasi dari mikrokontroler adalah untuk memonitor rumah kita. Ketika suhu naik kontroler membuka jendela dan sebaliknya.

Selain sebagai sistem monitor rumah seperti diatas, mikrokontroler sering dijumpai pada peralatan rumah tangga (microwave oven, TV, stereo set dll), komputer dan perlengkapannya, mobil dan lain sebagainya. Pada beberapa penggunaan bisa ditemukan lebih dari satu prosesor didalamnya. Mikrokontroler biasanya digunakan untuk peralatan yang tidak terlalu membutuhkan kecepatan pemrosesan yang tinggi. Sifat spesial dari mikrokontroler adalah kecil dalam ukuran, hemat daya listrik serta fleksibilitasnya menyebabkan mikrokontroler sangat cocok untuk dipakai sebagai pencatat/perekam data pada aplikasi yang tidak memerlukan kehadiran operator.

Mikrokontroler saat ini sudah dikenal dan digunakan secara luas pada dunia industri. Banyak sekali penelitian atau tugas akhir mahasiswa atau peneliti menggunakan berbagai versi mikrokontroler yang dapat dibeli dengan murah dari harga 15.000 – 350.000. Hal ini dikarenakan produksi massal yang dilakukan oleh para produsen chip seperti Atmel, Maxim dan Microchip. Mikrokontroler saat ini merupakan chip utama pada hampir setiap peralatan

elektronika canggih. Robot-robot canggih pun bergantung pada kemampuan mikrokontroler dan ketekunan pembuat program mikrokontroler tersebut, hal ini karena menentukan kecepatan eksekusi program pada mikrokontroler dan kecerdasan pada mikrokontroler tersebut.

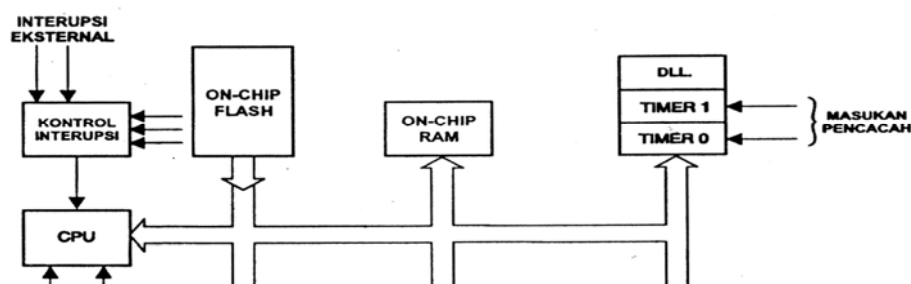
Mikrokontroler umumnya bekerja pada frekuensi sekitar 12 MHz hingga 40 MHz. Untuk meningkatkan kecerdasan pada mikrokontroler tersebut, berbagai penelitian berbasis kecerdasan buatan telah dilakukan. Salah satunya ialah penggunaan algoritma genetik untuk mencari jalur terpendek pada gerakan robot pencari sumber api. Pada kenyataannya bahwa memang benar mikrokontroler digunakan untuk orientasi pengontrolan, seperti pengontrol temperature, penampil display LCD, pemroses sinyal digital, pemroses dan pengontrol mesin-mesin industri dan sebagainya.

2.6 Mikrokontroller AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 merupakan versi terbaru dari mikrokontroler AT89C51 yang telah banyak digunakan saat ini yang diproduksi oleh perusahaan yang terkenal dengan produk mikrokontrolernya yang murah namun memiliki kualitas yang sangat bagus yaitu **ATMEL**. AT89S52 mempunyai kelebihan yaitu mempunyai flash memori sebesar 8K byte, RAM 256 byte serta 2 buah data pointer 16 bit. Mikrokontroler berteknologi memori *non volatile* kerapatan tinggi dari Atmel ini kompatibel dengan mikrokontroler standar industri MCS-51 baik pin kaki IC maupun set instruksinya serta harganya yang cukup murah. Oleh karena itu, sangatlah tepat jika kita mempelajari mikrokontroler jenis ini. Karena lebih cepat di dalam pengisian program. Adapun spesifikasinya sbb :

- Kompatibel dengan keluarga mikrokontroler MCS51 sebelumnya.
- 8 K Bytes *In system Programmable (ISP)* flash memori dengan kemampuan 1000 kali baca/tulis.
- Tegangan kerja 4-5.0V.
- Bekerja dengan rentang 0 – 33MHz.
- 256x8 bit RAM internal.
- 32 jalur I/O dapat deprogram.
- 3 buah 16 bit Timer/Counter.
- 8 sumber interrupt.
- Saluran full duplex serial UART.
- Watchdog timer.
- Dual data pointer.
- Mode pemrograman ISP yang fleksibel (Byte dan Page Mode).

AT89S52 mempunyai memori yang disebut sebagai Memori data internal. Memori data internal terdiri dari RAM internal sebesar 128 byte dengan alamat 00H-7FH dapat diakses menggunakan RAM address register. RAM Internal ini terdiri dari *Register Banks* dengan 8 buah register (R0-R7). Memori lain yaitu 21 buah *Special Function Register* dimulai dari alamat 80H- FFH. RAM ini beda lokasi dengan Flash PEROM dengan alamat 000H - 7FFH. Jika diperlukan, memori data eksternal untuk menyimpan variabel yang ditentukan oleh user dapat ditambah berupa IC RAM atau ROM maksimal sebesar 64KB



Gambar 2.3 Blok Diagram Inti Mikrokontroler AT89S52

2.6.1 Central Processing Unit (CPU)

Unit pengelola pusat (CPU) terdiri atas dua bagian, yaitu unit pengendali (unit control) serta unit aritmatika logika (ALU). Fungsi utama unit pengendali adalah mengambil, mengkode dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori. Unit pengendali mengatur urutan operasi seluruh sistem. Unit ini juga menghasilkan dan mengatur sinyal pengendali yang diperlukan untuk menselaraskan operasi, juga aliran instruksi program.

Unit pengontrol mengendalikan aliran informasi pada bus data dan bus alamat, dilanjutkan dengan menafsirkan dan mengatur sinyal yang terdapat pada bus pengendali, sedangkan ALU berfungsi melaksanakan operasi logic seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, operasi AND, OR, NAND dan sebagainya. Hasil operasi tersebut selanjutnya disimpan kembali ke dalam *accumulator*. Operasi yang terjadi pada ALU berhubungan erat dengan *accumulator* dan bit status pada register PSW (*Program Status Word*).

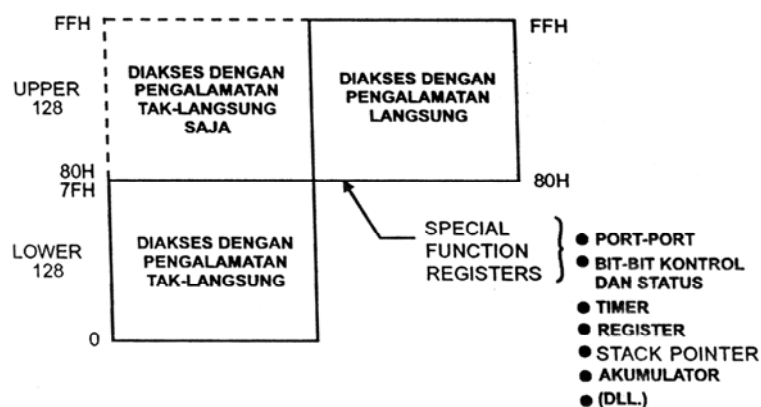
2.6.2 Organisasi Memori

Mikrokontroller AT89S52 memiliki dua buah jenis memori yang terpisah dan berbeda, yaitu memori program dan memori data.

2.6.2.1. Memori Data

Memori data (RAM) adalah memori yang hanya dapat dibaca atau ditulis. Data dalam RAM akan terhapus (bersifat *volatile*) bila catu daya dihilangkan, oleh karena sifat RAM *volatile* ini, maka program pada Mikrokontroller tidak disimpan di dalam RAM. Memori RAM ini digunakan sebagai media penyimpanan data sementara.

Memori data (RAM) adalah memori yang digunakan untuk penyimpanan variabel-variabel yang ditentukan dan dapat berubah selama program dijalankan. Memori data terbagi atas memori data internal dan memori data eksternal.

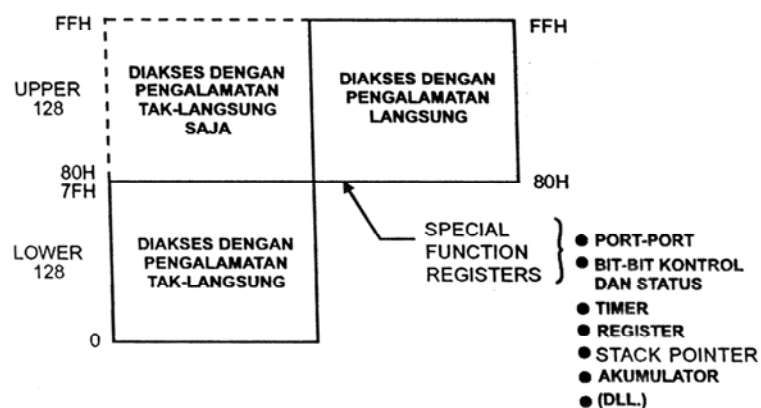


Gambar 2.4 Memori Data Internal

Memori data internal pada gambar diatas terbagi menjadi tiga blok, yang dikenal sebagai 128 bawah (*lower 128*), 128 atas (*upper 128*) dan Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*). Alamat memori data internal selalu 8 bit atau 1 byte yang hanya mampu mengalami hingga 256 byte saja. Memori data ini bisa dialamati secara langsung (*direct addressing*) dengan alamat 7Fh mengakses suatu memori, sedangkan pengaksesan tak langsung (*indirect addressing*) dengan alamat diatas 7Fh . Bagian 128 byte atas hanya dapat diakses dengan pengalamatan tidak langsung.

2.6.2.2 Memori Program

Memori program (ROM) merupakan memori yang hanya dapat dibaca saja. Data dalam ROM tidak akan terhapus meskipun catu daya diputuskan (bersifat *non-volatile*). Karena sifatnya yang demikian ROM digunakan untuk menyimpan program-program Mikrokontroler.



Gambar 2.5 Memori Program

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar diatas, masing-masing interupsi disimpan pada lokasi yang sudah ditentukan dalam memori

program. Sebuah interupsi menyebabkan CPU melompat ke lokasi interupsi yang bersangkutan, yaitu letak dari subrutin layanan interupsi tersebut. Setelah reset, CPU segera mengerjakan program mulai dari lokasi 0000h.

2.6.3. Register Pada Mikrokontroller AT89S52

Register merupakan penampung data sementara yang terletak di dalam CPU. Mikrokontroler AT89S52 memiliki register-register sebagai berikut :

1. *Accumulator* (Register A)

Accumulator adalah sebuah register 8 bit yang merupakan pusat dari semua operasi. *Accumulator* termasuk didalam operasi aritmatika, operasi logika.

2. *Register B*

Register ini mempunyai fungsi yang sama dengan register A

3. *Program counter* (PC)

Pencacah program merupakan sebuah register 16 bit yang selalu menunjukkan lokasi memori dari instruksi yang akan diakses.

4. *Stack Pointer* (SP)

Stack Pointer merupakan sebuah register 16 bit yang mempunyai khusus sebagai penunjuk alamat atau data yang berada paling atas pada operasi penumpukan di RAM. Penunjukkan penumpukan selalu berkurang setiap kali data di dorong masuk ke dalam lokasi penumpukan dan selalu bertambah setiap kali data ditarik ke luar dari lokasi penumpukan.

5. Program Status Word (PSW)

Register ini berisi beberapa bit status yang mencerminkan keadaan Mikrokontroller. Definisi dari bit-bit dalam PSW yaitu :

- Bit *carry* flag (CY)

Bit *carry* (bit ke 8) mempunyai dua fungsi yaitu : pertama : *carry* akan menunjukkan apakah operasi penjumlahan mengandung *carry* (sisanya) atau pada operasi pengurangan mengandung *borrow* (kurang). Apabila operasi ini mengandung *carry*, maka bit ini akan diset satu. Sedangkan jika mengandung *borrow*, maka bit ini akan diset nol. Kedua : *carry* dimanfaatkan sebagai bit ke delapan untuk operasi pergeseran (*shift*) atau perputaran.

- Bit *Auxiliary Carry* (AC)

Bit ini menunjukkan adanya *carry* (bawaan) dari bit ketiga menuju ke bit keempat pada operasi aritmatika atau dari 4 bit rendah ke 4 bit tinggi. Bit ini jarang digunakan dalam program tetapi digunakan oleh Mikrokontroller secara implisit pada operasi aritmatika bilangan BCD.

- Bit *Flag 0* (F0)

Bit ini menunjukkan apakah hasil operasinya nol atau tidak. Apabila hasil operasi adalah nol, maka bit ini diset 1, dan apabila hasil operasinya adalah tidak nol maka bit ini akan reset. Bit ini juga digunakan pada perbandingan dua buah data. Bila kedua data sama maka akan diset 1 sedangkan jika kedua data itu berbeda maka akan diset nol.

- Bit *Register Select* (RS)

RS0 dan RS1 digunakan untuk memilih bank *register*. Delapan buah *register* ini merupakan *register* serbaguna. Lokasinya pada awal 32 byte RAM internal. *Register* ini dapat diakses melalui *assembler* (R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 dan R7)

- Bit Parity (P)

Bit ini menunjukkan paritas dari hasil operasi, jika 1 maka hasil operasinya adalah genap, dan jika 0 maka hasil operasinya adalah ganjil.

6. *Power Control Register* (PCON)

Register PCON berfungsi sebagai pengontrol mode kerja daripada CPU.

Register PCON ini tidak dapat dialamati per bit.

7. *Register Time Mode* (TMOD)

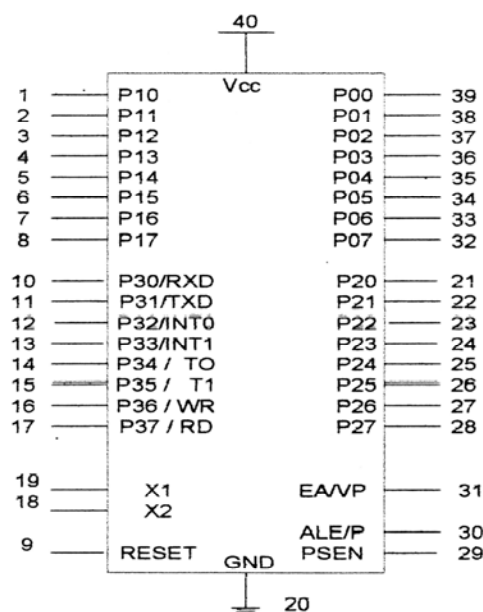
Register yang berfungsi sebagai pengontrol pemilihan mode operasi untuk *timer/counter*. Sedangkan untuk pengontrol kerja *timer/counter* adalah *register timer control* (TCON).

8. *Serial Control Register* (SCON)

Register yang berfungsi untuk mengontrol kerja port serial. Port serial pada Mikrokontroler AT89S52 bersifat full duplex, yang berarti dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan. *Register* penerima dan pengirim pada port serial diakses pada SBUF (*serial buffer*).

2.6.4. Susunan Pin Pada Mikrokontroler AT89S52

AT89S52 memiliki 32 jalur input/output yang dikelompokkan ke dalam empat port 8 bit, yaitu P0, P1, P2, dan P3. Setiap port bersifat bi-directional yang pengontrolannya diatur oleh perangkat lunak (*software*). Berikut ini akan ditunjukkan susunan pin-pin yang terdapat pada Mikrokontroler AT89S52.



Gambar 2.6 Susunan Pin Mikrokontroler AT89S52

Penjelasan susunan pin (kaki) Mikrokontroler AT89S8252 adalah sebagai berikut :

- Pin 1 sampai 8 (port 1) merupakan port parallel 8 bit dua arah (bidireksional) yang digunakan untuk berbagai keperluan.
- Pin 9 (reset) adalah masukan reset (aktif tinggi). Pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan mereset AT89S52.

- c. Pin 10 sampai 17 (port 3) adalah port parallel 8 bit dua arah yang memiliki fungsi pengganti. Fungsi pengganti meliputi TxD (transmit data), RxD (receive data), Int 0(*interrupt 0*), Int 1 (*interrupt 1*), T0 (*timer 0*), T1 (*timer 1*), bila fungsi pengganti ini tidak dipakai, pin-pin ini dapat digunakan sebagai port parallel 8 bit serbaguna.
- d. Pin 18 (XTAL 1) adalah pin masukan ke rangkaian *oscillator* internal. Sebuah *oscillator* kristal atau sumber *oscillator* luar dapat digunakan.
- e. Pin 19 (XTAL 2) adalah pin masukan ke rangkaian *oscillator* internal. Pin ini digunakan bila menggunakan *oscillator* crystal.
- f. Pin 20 (ground) dihubungkan ke ground.
- g. Pin 21 sampai 28 adalah port parallel sebesar 8 bit dua arah (bidireksional). Port ini mengirimkan data bila dilakukan pengaksesan memori eksternal.
- h. Pin 29 adalah pin PSEN (*Program Store Enable*) yang membolehkan program memori eksternal masuk ke dalam bus selama proses pemberian/pengambilan instruksi (*fetching*).
- i. Pin 30 adalah pin ALE (*Address Latch Enable*) yang digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
- j. Pin 31 (EA) bila pin ini diberi logika tinggi, mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari ROM/EPROM, bila diberi logika rendah mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori program luar.
- k. Pin 32 sampai 39 (port 0) merupakan port parallel 8 bit *open drain* dua arah. Bila digunakan untuk mengakses memori luar, port ini akan memultipleks alamat memori data.

- I. Pin 40 (Vcc) dihubungkan ke Vcc (+ 5 Volt)

2.6.5. Timer / Counter

Pada mikrokontroler AT89S52 terdapat dua buah *timer/counter* 16 bit. *Timer/ Counter* juga diatur oleh *Special Function Register* yaitu *Timer/Counter Control* (TCON) dan *Timer/Counter Mode Control* (TMOD). Nilai byte bawah dan byte atas dari Timer/Counter disimpan dalam register TL dan TH.

THx dan TLx (x adalah nomor Timer) merupakan register yang menunjukkan nilai dari timer, dimana masing – masing timer mempunyai dua register, yaitu :

TH0 : Timer 0 High byte

TL0 : Timer 0 Low byte

TH1 : Timer 1 High byte

TL1 : Timer 1 Low byte

Perbedaan antara timer dan counter terletak pada fungsinya, jika difungsikan sebagai Timer, maka akan menggunakan system clock sebagai masukan pulsanya. Jika difungsikan sebagai Counter maka akan menggunakan pulsa dari luar sebagai masukan pulsanya.

Register Timer Control (TCON) terdiri atas 4 bit saja, yaitu TF1, TR1, TF0, TR0, yang berhubungan dengan fungsi timer. Adapun definisi dan penjelasan bit-bit pada TCON adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Bit-bit pada regsiter TCON

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TF1 TCON. 7 Timer 1 *overflow flag*. Di set oleh perangkat keras saat *timer/counter* menghasilkan limpahan (*overflow*).

TR1 TCON.6 Bit untuk menjalankan timer 1. Di set/clear oleh software untuk membuat timer on/off.

TF0 TCON.5 Timer 0 *overflow flag*. Di set oleh perangkat keras

TR0 TCON.4 Bit untuk menjalankan timer 0. di set/clear oleh software untuk membuat timer on/off.

IE1 TCON.3 External interupsi 1 edge flag.

IT1 TCON.2 Interupsi 1 tipe kontrol byte. Set/clear oleh software untuk menspesifikasikan sisi turun/level rendah trigger dari interupsi eksternal.

IE0 TCON.1 External interupsi 0 edge flag.

IT0 TCON.0 Interupsi 0 tipe kontrol byte

Jika timer yang diprogram digunakan sebagai sumber interupsi maka IE dan IT juga harus diatur.

Pada penggunaan *timer/counter* terdapat beberapa mode operasi dengan fungsinya masing-masing. *Register Timer Mode* (TMOD) adalah *register* yang digunakan dalam pemilihan mode operasi *timer/conter*. Berikut ini adalah definisi bit-bit pada TMOD.

Tabel 2.3 Bit-bit pada *register* TMOD

Gate (1)	C/T (1)	MI (1)	M0 (1)	Gate (0)	C/T (0)	MI (0)	M0 (0)

Register TMOD berupa 8 bit *register* dengan fungsi setiap bitnya adalah sebagai berikut :

Gate : Timer akan berjalan jika bit ini di set dan INT0 (untuk timer 0)

atau INT1 (untuk timer 1 berkondisi high).

C/T : 1 = Counter

0 = Timer

M1 & M0 : untuk memilih mode time

Tabel 2.4 Kombinasi M0 dan M1 pada TMOD sebagai pemilihan mode *Timer/Counter*

MI	M0	MOD E	OPERASI
0	0	0	Timer 13 bit
0	1	1	Timer/counter 16 bit
1	0	2	Timer auto reload 8 bit (pengisian otomatis)
1	1	3	TL0 adalah timer/counter 8 bit yang dikontrol oleh kontrol bit standar timer 0. TH0 adalah timer 8 bit dan dikontrol oleh kontrol bit timer 1

Pada mode 1 register timer disusun sebagai register 16 bit. Setelah semua perhitungan selesai, mikrokontroler akan men-set *Timer Interrupt Flag* (TF1)

2.6.6. Interupsi

Apabila CPU sedang melaksanakan suatu program, maka pelaksanaan program tersebut dapat dihentikan sementara dengan meminta interupsi. Apabila CPU mendapat permintaan interupsi, *program counter* (PC) akan diisi alamat dari vektor interupsi. CPU kemudian melaksanakan rutin

pelayanan interupsi mulai dari alamat tersebut. Bila rutin pelayanan interupsi selesai dilaksanakan, maka CPU akan kembali ke pelaksanaan program yang ditinggalkan.

Mikrokontroler AT89S52 memiliki sistem interupsi yang berasal dari lima sumber, dua eksternal interupsi yaitu INT0 dan INT1, dua interupsi yaitu *timer/counter* 0 dan *timer/counter* 1, dan satu interupsi port serial. Kelima sistem interupt dapat diaktifkan sendiri-sendiri (individual).

2.6.7. Sistem Bilangan

Sebelum mempelajari instruksi-instruksi yang terdapat pada mikronkontroler AT89S52, ada baiknya apabila agar memahami bilangan-bilangan yang meliputi sistem bilangan biner, oktal dan heksadesimal yang akan digunakan dalam pemrograman mikrokontroler.

2.6.7.1. Bilangan Biner

Bilangan biner merupakan bilangan dengan dasar 2. Bilangan ini hanya memiliki lambang bilangan 0 dan 1, karena mikrokontroler merupakan alat digital maka bilangan ini yang dipakai pada mikrokontroler.

2.6.7.2. Bilangan Heksadesimal

Bilangan heksadesimal merupakan bilangan berbasis 16, dengan simbol bilangannya : 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Keenam huruf mewakili bilangan desimal 10 sampai 15.

Bilangan heksadesimal banyak dipakai dalam sistem komputer karena setiap digit bilangan heksadesimal mewakili 4 bit dari bilangan biner.

Dengan demikian, 1 byte (8 bit) bilangan biner cukup dituliskan dalam 2 digit bilangan heksadesimal. Sebagai contoh :

$$A9H = 1010\ 1001$$

Tabel 2.5 Tabel Kesetaraan Heksadesimal-Biner-Desimal

DESIMAL	BINER	HEKSADESIMAL
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C

13	1101	D
14	1011	E
15	1111	F

2.7 LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display (LCD) matriks adalah salah satu jenis tampilan yang dapat digunakan untuk menampilkan karakter-karakter angka, huruf dan karakter-karakter simbol lainnya. Keistimewaan dari LCD matriks dibandingkan dengan seven segment adalah dapat digunakan untuk menampilkan karakter-karakter simbol seperti : α , β , Σ , $\pm$ dan lain sebagainya. Hal ini karena pada LCD matriks digunakan dot-matriks (titik-titik yang membentuk matriks) untuk menampilkan suatu karakter sehingga LCD matriks dapat ditampilkan lebih banyak bentuk karakter dibanding modul lainnya.

Pada perancangan ini untuk penampilan informasi atau data mempergunakan LCD matriks 2x16 sebagai pengganti daripada LED yang memiliki keterbatasan untuk menampilkan beberapa karakter huruf.

Modul LCD dapat dihubungkan langsung ke kaki Mikrokontroler tanpa membutuhkan IC tambahan sehingga memudahkan untuk digunakan dan lebih sederhana. Proses transfer atau pengiriman data tampilan LCD diatur melalui program Mikrokontroler AT89S52.

LCD matriks yang dipakai memiliki 14 pin, data yang dikirim melalui jalur data ke LCD dan diatur dengan pulsa kendali yang sesuai. Adapun pin kendali-kendali yang terdapat pada rangkaian LCD adalah sebagai berikut :

- Pin R/W berfungsi sebagai pengendali data yang menyatakan apakah data tersebut akan ditulis atau dibaca.
- Pin Rs berfungsi sebagai penentu jenis data yang dikirim ke modul LCD.
- Pin LCD EN berfungsi sebagai pin untuk mengaktifkan pulsa kendali pada kontroler LCD agar menerima data yang dikirim.

Data yang dikirim ke jalur data LCD dapat berupa kode karakter maupun kode instruksi. Kedua jenis data tersebut dapat dibedakan dari cara pengirimannya.

Tabel 2. 6 Konfigurasi Kaki LCD Matriks

	Input/Output	Fungsi
Vss	-	Ground dari modul ke rangkaian
VDD	Input	Catu daya luar +5 Volt ke modul tampilan
V0	Input	Tegangan kemudi LCD – Tegangan pengatur kontras dan sudut penglihatan modul LCD
RS	Input	Sinyal pemilih kode : 0 = Operasi kirim instruksi ke LCD

		1 = Operasi kirim data ke LCD
R /W	Input	Kontrol arah data : 0 = Tulis ke modul LCD 1 = Baca dari modul LCD
E	Input	Operasi Enable = mengaktifkan fungsi baca atau tulis.
DB0 – DB3	Input/Output	4 bit MSB dari bus data dua arah. Jalur-jalur ini hanya digunakan pada mode transfer data 8 bit
DB4 – DB7	Input/Output	4 bit MSB dari bus data dua arah. Jalur-jalur ini hanya digunakan pada mode transfer data 8 bit

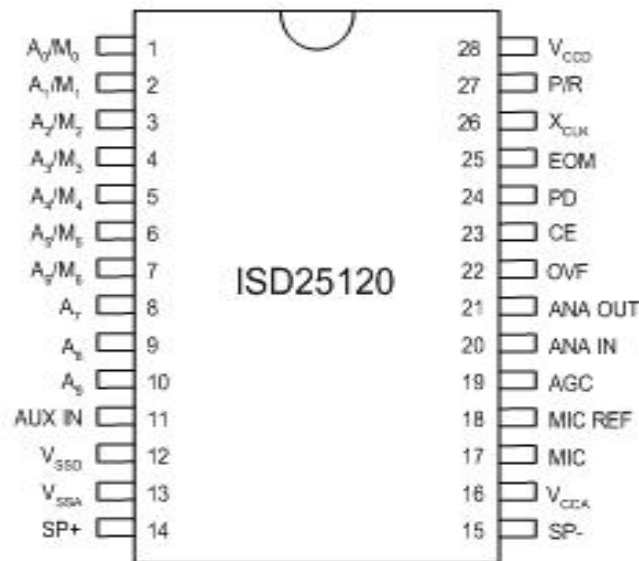
2.8. ISD25120



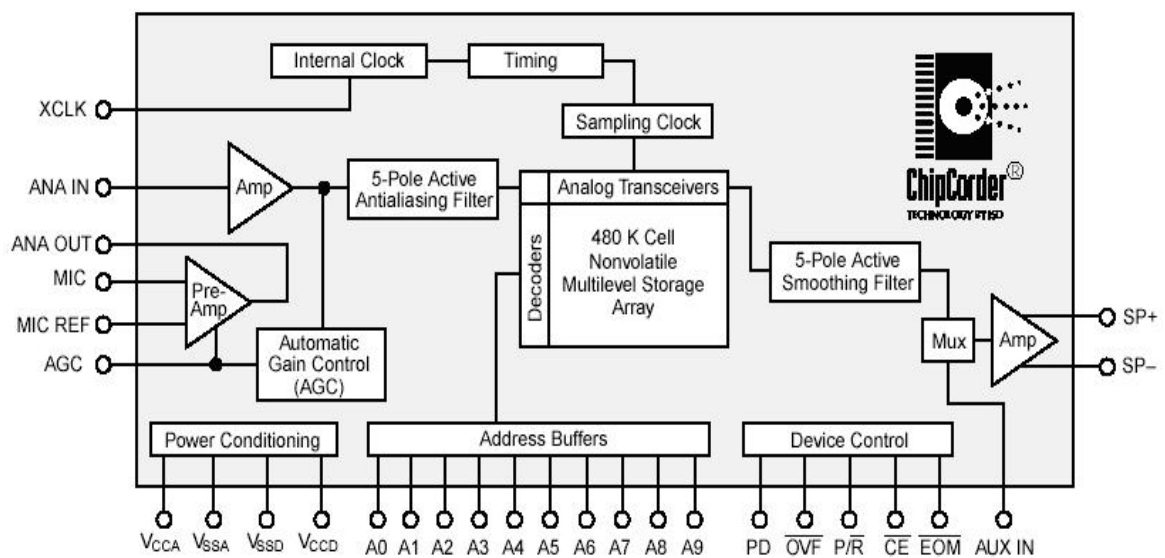
Gambar 2.7 IC ISD25120

ISD merupakan IC suara yang dapat merekam suara sekitar 1-2 menit (tergantung tipenya) kemudian dapat memutaranya kembali dengan kualitas yang cukup bagus.

IC perekam suara ISD25120 merupakan piranti perekam dan pemutar kembali suara dalam bentuk *single chip* (chip tunggal) yang mampu menyimpan suara dengan durasi 120 detik, dengan frekuensi *sampling* 4 KHz, dengan penyimpanan sebesar 480k. Pada rumpun ISD2500 terdapat tujuh tipe yaitu, IC perekam suara ISD2532, 40, 48, 60, 64, 75, 90 dan 120, yang masing-masing memiliki kemampuan penyimpanan suara dengan durasi sesuai dengan tipenya, IC perekam suara ISD2532 sampai 32 detik, IC perekam suara ISD2540 sampai 40 detik dan seterusnya. Implementasi sistem IC perekam suara ISD25120 sangatlah mudah, karena hanya memerlukan sedikit komponen eksternal seperti resistor dan kapasitor, karena dalam *chip corder* ISD25120 sudah terintegrasi semua rangkaian yang berfungsi masing-masing sebagai penguat sinyal, *filter*, ADC, memori, DAC, *timing circuit*, *control circuit* dan *speaker*. ISD 25120 memiliki berbagai kelebihan dan fungsi *built in* seperti : kompatibel dengan berbagai macam mikrokontroller. Suara hasil rekaman disimpan dalam ISD yang memiliki *cell memory*, pesan hasil rekaman ini dapat bertahan sampai 100 tahun tanpa catu daya, dan dapat direkam ulang sampai 100,000 kali. Memiliki kaki 28 pin dengan deskripsi fungsi kaki dan blok diagram pada **gambar 2.9**.



Gambar 2.8 Susunan pin IC ISD25120



Gambar 2.9 Blok Diagram IC ISD25120

Berikut penjelasan dari fungsi pin-pin IC perekam suara ISD25120:

1. Chip enable input (CE)

Sebagai pin pengaktif operasi *record* dan *playback*, operasi *record* atau *playback* dapat dilakukan bila masukan di pin ini terhubung ke *ground* (*active low*).

2. *Playback/record input (P/R)*

Sebagai pin pemilih antara operasi *playback* atau *record*, operasi *playback* dapat dilakukan bila masukan pada pin ini terhubung ke sumber (*Vcc*), dan sebaliknya operasi *record* dapat dilakukan bila masukan pada pin ini terhubung ke *ground* (0 Volt).

3. *End of message/ Run output (EOM)*

Merupakan pin penanda operasi, pada saat operasi *record* atau *playback* keluaran pin ini berlogika tinggi dan bila operasi selesai pin ini berlogika rendah.

4. *Overflow output (OVF)*

Merupakan pin penanda *overflow*, pin ini akan berlogika rendah bila memori penyimpanan sudah penuh.

5. *Microphone input (MIC)*

Merupakan jalur masukan yang terhubung ke mikropon

6. *Microphone reference input (MIC REF)*

Merupakan jalur masukan, sebagai referensi dari input *microphone amplifier*.

7. *Automatic gain control input (AGC)*

Pengontrol penguatan sinyal audio secara otomatis.

8. *Analog output (ANA OUT)*

Berfungsi sebagai analog output.

9. *Analog input (ANA IN)*

Merupakan jalan masuk sinyal menuju bagian recording. Jika inputnya berupa mikrophone pada pin ini ada baiknya dihubungkan ke *ANA IN* melalui kapasitor dan resistor yang terhubung secara seri.

10. *External Clock Input (XCLK)*

Merupakan input *clock* bila clocknya berasal dari rangkaian luar, sesungguhnya di dalam IC tersebut sudah terdapat sumber *clock*, bila yang digunakan adalah sumber *clock* internal maka, pada pin ini harus terhubung ke *ground*.

11. *Speaker output (SP+/SP-)*

Merupakan bagian output yang terhubung langsung ke speaker.

12. *Auxiliary input (AUX IN)*

Merupakan masukan yang terhubung langsung ke penguat akhir, pada saat *playback mode* secara otomatis hubungan ini akan terputus.

13. *Address/Mode input (Ax/Mx)*

Address/mode input memiliki dua fungsi tergantung dari level dari dua MSB alamatnya (A8 dan A9 untuk ISD2560/75/90/120, dan A7 dan A8

untuk ISD2532/40/48/64), bila salah satu atau keduanya dari MSB adalah rendah maka input dari semua bit alamat, yang digunakan sebagai alamat awal pada playback mode. Jika bit MSB keduanya adalah tinggi maka input dari bit alamat digunakan sebagai mode operasi.

Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing mode :

a. M0 – Message cueing

Mode ini hanya bekerja pada saat operasi *playback*, yaitu akan melompati pesan dan menuju pesan berikutnya

b. M1 – Delete OEM marker

Mode ini untuk menggabungkan beberapa pesan menjadi satu

c. M2 - tidak digunakan

d. M3 – Message looping

Mode ini digunakan untuk memutar pesan secara terus menerus (*looping*)

e. M4–Consecutiveaddressing

Pada mode ini mengijinkan untuk memutar pesan selanjutnya

f. M5 – CE level activated

Mode ini digunakan untuk megaktifkan sinyal CE pada kondisi level, maksudnya selama CE pin dalam kondisi rendah, *playback* mode

akan bekerja, dan akan berhenti pada saat CE pin dalam kondisi berlogika

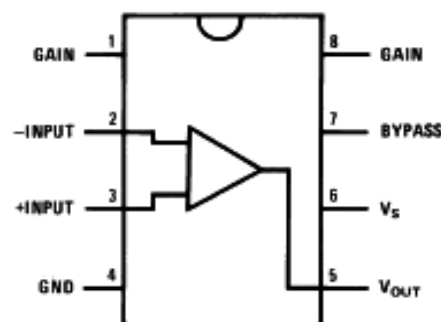
tinggi.

g. M6 – Push button mode

Push button mode merupakan operasi dasar yang hanya memerlukan sedikit komponen eksternal. Dengan memfungsikan dua pin pendukung yaitu CE pin sebagai *Start/pause push button* dan PD pin sebagai *Stop/reset push button*.

2.9. Rangkaian Penguat (LM386)

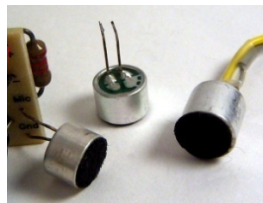
Fungsi *amplifier* pada alat ini adalah agar pengguna dapat mendengarkan suara dengan jelas, karena output yang dikeluarkan oleh ISD25120 sangat kecil, dalam hal ini penulis memakai IC LM 386 sebagai komponen utama dalam penguatan suara. LM 386 adalah suatu *amplifier* yang dirancang untuk penggunaan *low voltage*. Pada rangkaian *internalnya*, penguatan di-set sebesar 20 kali. Bila pengguna ingin dapat meningkatkan nilai penguatan, maka dapat ditambahkan resistor dan kapasitor pada pin 1 dan pin 8. Dengan demikian, nilai penguatan dapat naik yaitu antara 20 kali sampai 200 kali. Daya yang dibutuhkan untuk bekerja pada tegangan 6 volt hanya 24 *miliwatts*



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin LM386

2.10 Mikrofon

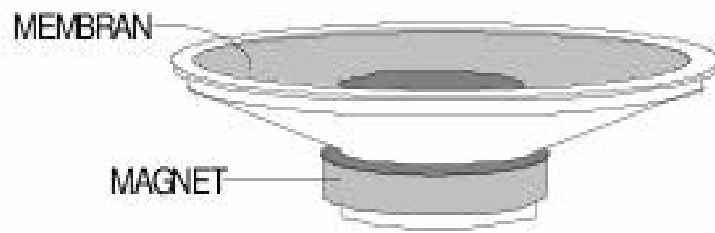
Mikrofon adalah alat yang biasa digunakan untuk berpidato atau menyanyi, karena mikrofon berfungsi sebagai *transducer* yaitu dapat mengubah gelombang suara manusia menjadi sinyal listrik agar dengan mudah untuk diperkuat. Mikrofon selalu dihubungkan dengan alat penguat suara (amplifier), agar keluaran mikrofon dalam bentuk sinyal listrik yang masih lemah tersebut dapat diperkuat semaksimal mungkin sesuai kebutuhan dan hasilnya dapat didengar melalui loud speaker



Gambar 2.11 Condenser microphone

2.11 Speaker

Speaker pada radio digunakan untuk mengubah getaran listrik yang berasal dari detector menjadi getaran suara. Dalam speaker terdapat magnet dan suatu kumparan yang dapat bergerak bebas. Kumparan tersebut dihubungkan dengan suatu membran audio. Bila kumparan dilalui oleh arus AC audio, akan bergerak-gerak dan menggetarkan membran audio.



Gambar 2.12 Speaker