BAB II
DASAR TEORI

2.1 SENSOR

Sensor merupakan suatu komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversikan suatu besaran tertentu menjadi suatu analog, sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektrik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu *transducer* yang dapat mendeteksi fenomena fisis seperti suhu, tekanan dan lain-lain, yang kemudian dapat mengubahnya menjadi sinyal-sinyal listrik. Sedangkan *receiver* merupakan alat yang menerima sinyal dari tranduser mengubah suatu energi dari satu bentuk ke bentuk lain, yang merupakan elemen penting dalam sistem pengendali.

2.1.1 Teori Gelombang

Gelombang adalah suatu gejala terjadinya penjalaran suatu gangguan melalui suatu medium, dimana setelah gangguan ini lewat medium akan kembali kepada keadaan semula. Perpindahan dari suatu partikel pada suatu medium oleh gaya-gaya mekanik disebut gelombang mekanik. Sifat-sifat gelombang mekanik ini tergantung pada sifat-sifat elastik dari medium yang dilaluinya sehingga gelombangnya disebut juga sebagai gelombang elastik.

Perpindahan partikel-partikel di dalam medium selalu searah dengan penjalaran gelombangnya (pandang suatu medium dimana gelombang longitudinal menjalar didalamnya), maka di dalam medium tersebut akan terjadi proses perenggangan di suatu tempat dan proses perapatan di tempat lain sehingga perpindahan translasi antara 2 bidang titik harus sama. Akibat perubahan volume dari elemen yang dibatasi oleh kedua bidang ini, maka karena massanya selalu tetap, rapat massanya akan berubah sehingga akan menyebabkan tekanan berubah. Jadi gelombang yang sama ini dapat dipandang sebagai gelombang perpindahan, gelombang volume, gelombang rapat rapat massa atau gelombang tekanan. Bila kita memandangnya sebagai gelombang tekanan, maka gelombangnya disebut gelombang akustik (besaran yang biasanya diukur dalam akustik adalah tekanan). Gelombang akustik yang paling umum adalah suara yang biasa didengar. Gelombang suara ini menjalar di udara sebelum sampai di telinga. Bila ada gelombang suara, maka tekanan udara akan berubah-ubah di sekitar tekanan akustik.

2.1.1.1 Gelombang Ultrasonik

Menurut frekuensinya, gelombang akustik terbagi menjadi tiga yaitu : Gelombang infrasonik, gelombang sonik (suara), dan gelombang ultasonik.

Gelombang infrasonik adalah gelombang akustik yang berfrekuensi sangat rendah sehingga tidak dapat didengar. Batas tertinggi frekuensi gelombang ini adalah sekitar 20 Hz. Analoginya pada optic adalah sinar inframerah yang tidak dapat dilihat karena frekuensinya rendah (panjang gelombang > 700 nm).

Gelombang sonik adalah gelombang akustik yang dapat didengar (sering disebut bunyi) karena frekuensinya berada diantara batas pendengaran telinga. Batas atas dan batas bawah frekuensi gelombang suara ini masing-masing adalah 20 Hz dan 20 kHz. Analoginya pada optic adalah sinar tampak atau cahaya yang dapat dilihat.

Gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik berfrekuensi tinggi di atas 20 kHz sehingga seperti halnya gelombang infrasonic, tidak dapat kita dengar. Analoginya pada optic adalah sinar ultraviolet yang tidak dapat kita lihat karena frekuensinya tinggi (panjang gelombang < 400 nm).

Seperti yang telah disebutkan di atas, gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik yang mempunyai gelombang di atas 20 kHz. Batas atas dari frekuensi gelombang ultrasonik ini masih belum dapat ditentukan dengan jelas. Yang dapat ditentukan adalah daerah-daerah frekuensi yang bisa dipakai dalam berbagai macam penggunaan. Di dalam penggunaan yang memerlukan intensitas tinggi (*macrosonic*) biasanya digunakan frekuensi dari puluhan kilohertz sampai ratusan kilohertz. Demikian juga aplikasi di bidang akustik bawah air (*underwater acoustics*). Penggunaan frekuensi rendah ini disebabkan karena attenuasi yang kecil (berbanding lurus dengan kuadrat frekuensi).

Di dalam aplikasi di bidang kedokteran (*ultrasonography*) dan uji tak merusak (*non destrictive testing*) biasanya digunakan gelombang ultrasonik dengan frekuensi antara 1 MHz – 10 MHz. gelombang ultrasonik yang mempunyai frekuensi sangat tinggi diatas 1 GHz sering disebut sebagai *microwave ultrasonik* (meminjam nama dari gelombang elektromagnetik).

2.1.2 TRANDSER ULTRASONIK

Gelombang ultrasonik berasal dari suatu tranduser ultrasonik. Tranduser ultrasonik ini biasanya terbuat dari piezoelektrik yang akan mengubah energi listrik menjadi energi akustik. Energi akustik ini kemudian diradiasikan ke dalam medium di depannya. Pola radiasi dari berkas gelombangnya tergantung pada ukuran tranduser dan panjang gelombangnya. Bahan piezoelektrik yang digunakan untuk membuat tranduser ultrasonik dan pola radiasi yang dihasilkan masing-masing akan dijelaskan di bawah ini:

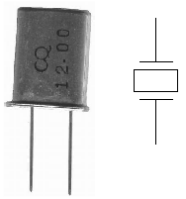
2.1.2.1 Bahan Piezoelektrik

Bahan Piezoelektrik adalah suatu bahan yang bila mendapat tekanan (piezo), maka pada kedua permukaannya akan timbul muatan listrik (elektrik). Oleh karena bahan tersebut juga merupakan kapasitor dengan konstanta dielektrik tertentu, maka pada kedua permukaanya akan timbul perbedaan tegangan listrik. Peristiwa ini disebut efek piezoelektrik langsung. Sebaliknya bila kedua permukaan bahan piezoelektrik diberi tegangan listrik, maka akan timbul tekanan pada kedua permukaannya. Oleh karena bahan piezoelektrik juga merupakan bahan elastik dengan modus elastisitas tertentu, maka tebal bahan ini akan berubah. Peristiwa ini disebut efek piezoelektrik balik. Bila tegangan listrik yang diberikan merupakan tegangan sinusoidal dengan frekuensi tertentu, maka kedua permukaannya akan bergetar dengan frekuensi yang sama. Kedua efek diatas menyebabkan tranduser ultrasonik dapat dipakai baik sebagai pemancar (transmitter) maupun sebagai penerima (reciver). Bahan-bahan alam yang bersifatpiezoelektrik adalah kuarsa, Garam Rochelle, dan Tourmaline sedangkan bahan-bahan buatan manusia adalah Barium Titanate, Lead Circonate-titanate, dan Lead Metaniobate.

2.1.2.2 RANGKAIAN OSILATOR

Osilator merupakan rangkaian tanpa masukan yang dapat membangkitkan suatu gelombang dengan frekuensi tertentu. Osilator terdiri atas rangkain penguat dan rangkaian *feedback* atau umpan balik. Gelombang yang dapat dihasilkan berupa gelombang persegi, gelombang sinusoidal maupun gelombang gigi gergaji. Osilator yang didukung oleh kristal sebagai *feedback*nya merupakan osilator yang mempunyai kepresisian dan kestabilan frekuensi yang tinggi.

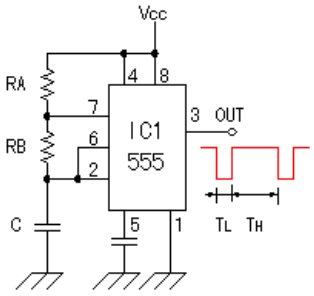
Osilator ini berupa kristal dengan rangkaian ekuivalen seperti di bawah ini:



Gambar 2.1 Kristal

Sebuah rangkaian yang berbasiskan IC 555 dapat digunakan untuk menghasilkan frekuensi kerja sesuai yang kita kehendaki. IC 555 dapat bekerja dengan dua mode yaitu mode monostabil dan mode astabil. Pada mode monostabil, IC 555berfungsi menghasilkan sinyal kejut yaitu hanya satu pulsa yang dihasilkan, sedangkan mode astabil memungkinkan IC 555 menghasilkan sinyal yang tetap dengan frekuensi bebas.

Keluaran osilator gelombang persegi ini dapat kita gunakan sebagai sumber *clock* untuk rangkaian-rangkaian logika. Rangkaian berikut merupakan rangkaian yang bekerja pada mode astabil :



Gambar 2.2 Rangkaian Osilator

Untuk mengatur frekuensi keluaran dari rangkaian tersebut kita hanya mengatur harga Ca, Ra, dan Rb. Dengan *datasheet* yang ada, kita dapat menentukan selang waktu dengan beberapa persamaan berikut ini :

$$T_{tinggi} = T_H = 0{,}693(R_A + R_B)Ca \quad \ldots\ldots(2.1)$$

$$T_{rendah} = T_L = 0{,}693RB\ Ca \quad \ldots\ldots(2.2)$$

Priode totalnya sebesar :

$$T = T_H + T_L = 0{,}693(R_A + 2R_B)Ca \quad \ldots\ldots(2.3)$$

Maka dapat kita hitung frekuensi keluaran sebesar:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B)C_a} \quad \text{.....(2.4)}$$

dari persamaan diatas, kita dapat menentukan daur tugas rangkaian dengan mengatur perbandingan harga dari Ra dan Rb. Daur tugas diberikan oleh :

$$D = \frac{T_L}{T} \quad \text{.....(2.5)}$$

atau

$$D = \frac{R_B}{(R_A + 2R_B)} \quad \text{.....(2.6)}$$

2.1.2.3 RANGKAIAN PENGUAT OPERASIONAL (OP-AMP)

Penguat Operasional atau Op-Amp merupakan suatu jenis penguat yang dapat menguatkan sinyal. Op-Amp mempunyai keluaran sinyal dengan frekuensi dan fasa yang sama sesuai sinyal masukannya tetapi dengan amplitude yang telah diperbesar. Dalam memahami Op-Amp, pendekatan yang paling baik adalah dengan menganggap Op-Amp dalam keadaan ideal.

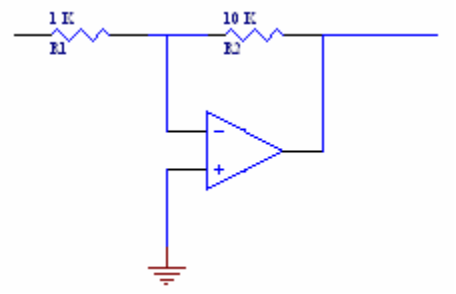
Suatu penguat ideal mempunyai sifat-sifat sbb:

- Penguatan tegangan (A_V) = ∞
- Impedansi input (Zin) = ∞
- Impedansi output (Zout) = nol
- Kinerja tidak terpengaruh oleh temperature

Penguat Operasional ada dua jenis yaitu :

1. Penguat *inverting*

Gambar 2.4 menunjukkan penguat inverting, rangkaian penguat operatif yang sangat populer. Terminal inverting pada pertanahan semu *(virtual ground)* yang berarti tegangan terhadap tanah mendekati nol. Tetapi karena pertanahan semu tidak dapat melepaskan arus, semua arus input didorong melalui *R2.*



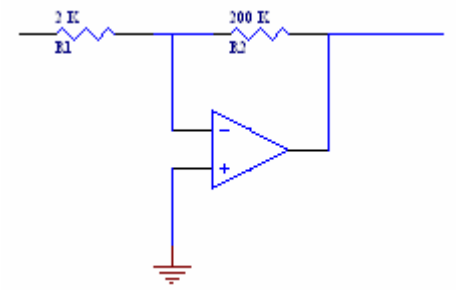
Gambar 2.3. Penguat inverting

$$V_{IN} = I_{IN} R_1 \quad \text{..... (2.7)}$$

$$V_{OUT} = -I_{IN} R_2 \quad \text{.....(2.8)}$$

Tanda minus terjadi karena inversi. Dengan mengambil rasio kedua persamaan diatas, diperoleh penguatan tegangan :

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -\frac{R_2}{R_1} \quad \text{.....(2.9)}$$



Gambar 2.4. Contoh aplikasi penguat inverting

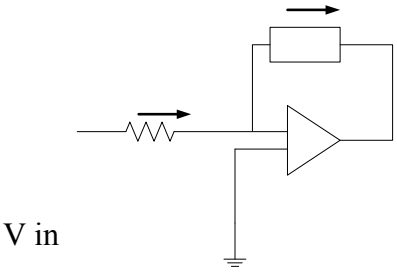
Pentanahan semua impedansi input adalah

$$Z_{IN} = R_1 \quad \text{.....(2.10)}$$

Salah satu sebab kepopuleran dari penguat inverting adalah penguat tersebut memungkinkan kita menset satu harga yang tepat dari impedansi input, demikian juga penguatan tegangan. Banyak penggunanan dimana kita ingin memastikan impedansi input bersama dengan penguatan tegangan. Sebagai contoh, misalkan kita memerlukan

impedansi input sebesar 2 kilo ohm dan penguatan tegangan sebesar 100. Maka tugas ini dapat dilakukan oleh rangkaian seperti gambar 2.8. Gambar 2.9 berikut menunjukkan penguat inverting yang digunakan ke sumber arus melalui beban.

$$I_{OUT} = \frac{V_{IN}}{R} \quad \text{..... (2.11)}$$



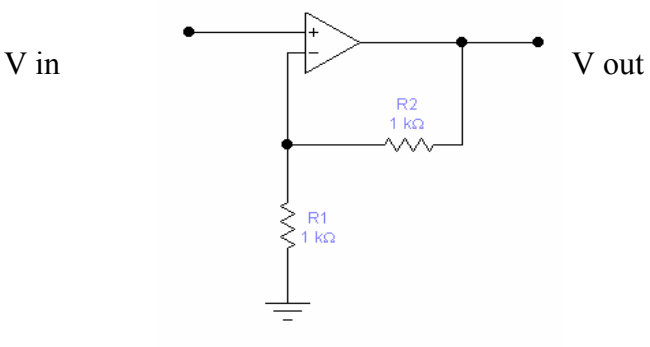
Gambar 2.5. Sumber arus

2. Penguat non inverting

Penguat non-inverting mempunyai impedansi input yang tinggi, impedansi output yang rendah dan penguatan tegangan yang stabil .

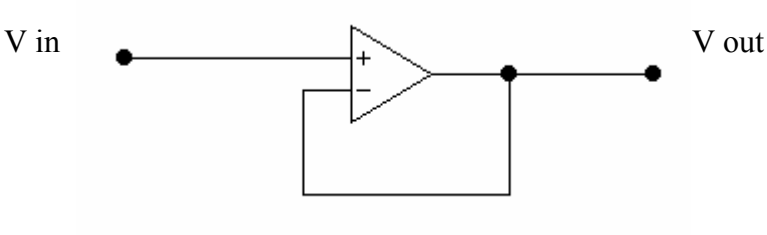
$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{R_2}{R_1} + 1 \quad \text{..... (2.12)}$$

(Untuk V_{OUT} dan V_{IN} digunakan huruf besar karena penguat operatif dapat bekerja secara langsung dengan sinyal dc). Penguat non-inverting dapat populer karena penguat tersebut mendekati penguat tegangan ideal.



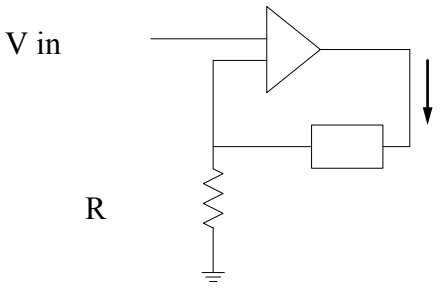
Gambar 2.6. Penguat non-inverting

Gambar 2.8 adalah pengikut tegangan, yang banyak digunakan karena kualitas bufernya yang baik sekali , dimana memiliki impedansi input ekstrim tinggi, impedansi output ekstrim rendah dan penguatan tegangan *unity*. Karena dalam sebuah pengikut tegangan umpan balik negatif adalah maksimum, maka lebar pita sama dengan f_{unity}



Gambar 2.7. Pengikut tegangan

Pada kondisi tertentu ada kemungkinan perlu memberi arus dalam jumlah yang tetap melalui beban. Gambar 2.6 menunjukkan satu cara untuk melakukan hal tersebut. Karena tegangan kesalahan kecil dapat diabaikan, pada dasarnya semua V_{IN} muncul pada R yang menimbulkan arus.



Gambar 2.8. Sumber arus

$$I_{OUT} = \frac{V_{IN}}{R} \quad \text{.....(2.13)}$$

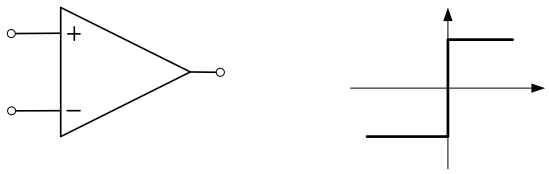
Semua arus ini harus mengalir melalui beban, karena arus yang dapat diabaikan mengalir ke dalam input inverting dari penguat operatif. Tergantung pada penggunaan, beban dapat berupa resistor, kapasitor, induktor atau gabungan.

2.1.3 RECEIVER ULTRASONIK

Gelombang ultrasonik yang berasal dari suatu tranduser ultrasonik akan diterima oleh reciver. Sehingga receiver yang akan mengubah suatu masukkan dari tranduser dengan energi listrik. Receiver terbuat dari bahan piezoelektrik sama halnya dengan yang digunakan untuk membuat tranduser ultrasonik

2.1.3.1 KOMPARATOR

Cara yang termudah untuk menggunakan suatu penguat operasional adalah loop terbuka (tidak ada resistor umpan balik), seperti ditunjukkan dalam gambar 2.13(a) karena penguat yang tinggi dari penguat operasional tegangan kesalahannya sedikit (secara tipikal dalam mikrovolt) menimbulkan ayunan (*swing*) output maksimum. Misalnya, jika V_1 lebih besar daripada V_2, tegangan kesalahan adalah positif dan tegangan output menuju harga positif maksimum secara tipikal 1 sampai 2 V kurang dari tegangan catu. Jika V_1 lebih kecil dari V_2, tegangan output berayun ke tegangan negatif maksimum.



Gambar 2.9. Komparator

Gambar 2.13 (b) meringkaskan gerak tersebut. Tegangan kesalahan positif mendorong output ke $+V_{SAT}$. Harga maksimum dari tegangan output. Tegangan kesalahan negatif menimbulkan tegangan output $-V_{SAT}$. Jika sebuah penguat operasional digunakan seperti ini, maka disebut *komparator* karena semua yang dapat dilakukannya adalah membandingkan V_1 dan V_2 yang menghasilkan output positif atau negatif jenuh, tergantung pada apakah V_1 lebih besar atau lebih kecil daripada V_2.

2.2 MIKROKONTROLER

Rangkaian mikrokontroler merupkan system rangkaian yang dapat menjalankan fungsi-fungsi tertentu tergantung program apa yang kita isi ke dalamnya. Rangkaian ini mempunyai system minimum yang menjadi rangkaian dasar untuk dapat digunakan dengan berbagai fungsi yang diinginkan.

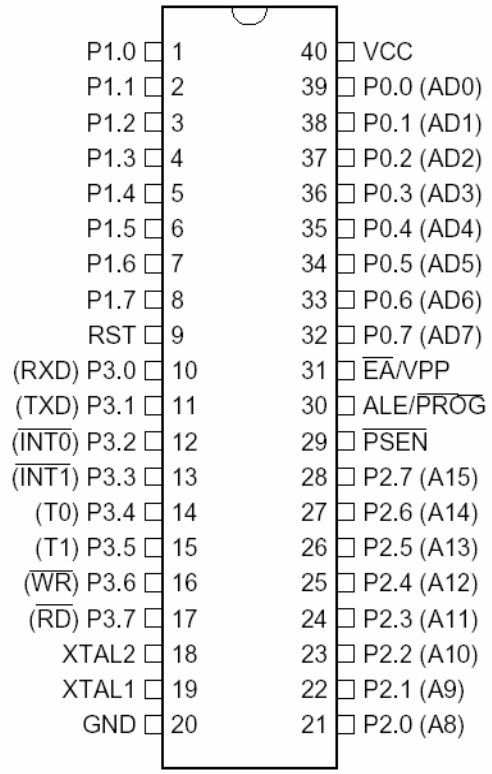
2.2.1 Mikrokontroler AT89C51

AT89C51 adalah mikrokontroler keluaran Atmel dengan 4 Kbyte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*). AT89C51 merupakan memori dengan teknologi *nonvolatile memory*, yaitu isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali.

Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi berstandar MCS-51 sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam mode *single chip operation* yang tidak memerlukan *external memory* untuk menyimpan *source code* tersebut.

2.2.2 Deskripsi Pin

AT89C51 mempunyai 40 kaki, 32 kaki diantaranya adalah kaki untuk keperluan port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal sebagai Port-0, Port-1, Port-2 dan Port-3. Nomor dari masing-masing kaki dari port paralel mulai dari 0 sampai 7. Jalur atau kaki pertama Port-0 disebut sebagai P0.0 dan jalur terakhir untuk port-0 adalah P0.7. Letak dari masing-masing port diperlihatkan pada gambar 3.0 dibawah ini.



Gambar 2.10 Konfigurasi pin ATMEL AT89C51

Adapun nama dan fungsi dari kaki-kaki pin pada mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut:

1. VCC (pin 40) : Power supply
2. GND (pin 20) : Ground
3. Port 0 (pin 32 – 39)

   Port 0 dapat berfungsi sebagai I/O biasa, *low order multiplex address/data* ataupun menerima kode byte pada saat *Flash Programming*. Pada fungsi sebagai I/O biasa port ini dapat memberikan *output sink* ke delapan buah TTL Input atau dapat diubah sebagai input dengan memberikan logika 1 pada port tersebut. Pada fungsi sebagai *low order multiplex address/data* port ini akan mempunyai *internal pull up*. Pada saat *Flash Programming* diperlukan *external pull up* terutama pada saat verifikasi program.
4. Port 1 (pin 1 – 8)

   Port 1 berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima *low order address bytes* pada saat *Flash Programming*. Port ini mempunyai *internal pull up* dan berfungsi sebagai input

dengan memberikan logika 1. Sebagai output port ini dapat memberikan *output sink* keempat buah input TTL.

5. Port 2 (pin 21 – 28)

   Port 2 berfungsi sebagai I/O biasa atau *high order address*, pada saat mengakses memori secara 16 bit (Movx @Dptr). Pada saat mengakses memori secara 8 bit, (Mov @Rn) port ini akan mengeluarkan isi dari *P2 Special Function Register*. Port ini mempunyai *internal pull up* dan berfungsi sebagai input dengan memberikan logika 1. Sebagai output, port ini dapat memberikan *output sink* keempat buah input TTL.

6. Port 3 (pin 10 – 17)

   Sebagai I/O biasa port 3 mempunyai sifat yang sama dengan port 1 maupun port 2. Port 3 menyediakan beberapa fungsi khusus sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.1 dibawah.

Tabel 2.1 Fungsi-fungsi alternatif pada port 3

Kaki Port	**Fungsi Alternatif**
P3.0	RXD (port input serial)
P3.1	TXD (port output serial)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (input eksternal timer 0)
P3.5	T1 (input eksternal timer 1)
P3.6	WR (sinyal *write* pada data memori eksternal)
P3.7	RD (sinyal *read* pada data memori eksternal)

   Fungsi-fungsi alternatif pada tabel diatas hanya dapat diaktifkan jika bit-bit pengancing (*latch*) port yang bersangkutan berisi ‘1’.

7. RST (pin 9)

   Masukan reset kondisi 1 selama 2 siklus mesin selama osilator bekerja akan me-*reset* mikrokontroler yang bersangkutan ke alamat awal.

8. ALE/PROG (pin 30)

Pin ini dapat berfungsi sebagai *Address Latch Enable* (ALE) yang me-*latch low byte address* pada saat mengakses memori eksternal. Sedangkan pada saat *Flash Programming* (PROG) berfungsi sebagai pulse input. Pada operasi normal ALE akan mengeluarkan sinyal *clock* sebesar 1/16 frekuensi oscillator kecuali pada saat mengakses memori eksternal. Sinyal *clock* pada pin ini dapat pula di-*disable* dengan men-set bit 0 dari *special function register* di alamat 8EH. ALE hanya akan aktif pada saat mengakses memori eksternal (MOVX & MOVC)

9. PSEN (pin 29)

   Pin ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal. PSEN akan aktif dua kali setiap *cycle*.

10. EA/VPP (pin 31)

    Pada kondisi *low*, pin ini akan berfungsi sebagai *External Acces Enable* (EA), yaitu mikrokontroler akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah sistem di-*reset*. Jika berkondisi *high*, pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada di memori internal.

11. XTAL1 (pin 19) : *input oscillator*
12. XTAL2 (pin 18) : *output oscillator*

2.2.3 Struktur Memori

AT89C51 mempunyai struktur memori yang terdiri dari :

1. RAM Internal

   RAM internal memiliki memori sebesar 128 byte yang biasanya digunakan untuk menyimpan variabel atau data yang bersifat sementara, dialamati oleh *RAM Address Register* (Register Alamat RAM). RAM internal terdiri atas :

   a. *Register Banks*

      89C51 memiliki delapan buah register yang terdiri dari R0 sampai R7 yang tereletak pada alamat 00H hingga 07H pada setiap kali *reset*.

   b. *Bit Addressable* RAM

      RAM dengan alamat 20H hingga 2FH dapat diakses secara pengalamatan bit *(bit addressable)* sehingga hanya dengan sebuah instruksi saja setiap bit dalam area ini dapat di-set, *clear*, AND dan OR.

c. RAM Keperluan Umum

RAM keperluan umum dimulai dari alamat 30H hingga 7FH dan dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun tak langsung. Pengalamatan langsung dilakukan ketika salah satu *operand* merupakan bilangan yang dialamati. Sedangkan pengalamatan tak langsung pada lokasi dari RAM Internal ini adalah akses data dari memori ketika alamat memori tersebut tersimpan dalam suatu register R0 atau R1 yang dapat digunakan sebagai *pointer* dari lokasi memori pada RAM Internal.

2. *Special Function Register* (Register Fungsi Khusus)

Memori yang berisi register-register yang memiliki fungsi khusus yang tersediakan oleh mikrokontroler, seperti *timer*, serial dan lain-lain. 89C51 memiliki 21 *Special Function Register* yang terletak pada alamat 80H hingga FFH dengan rincian pada tabel 2.2. Salah satu contoh dari *Special Function Register* adalah *Accumulator*, register ini terletak pada alamat E0H. Semua operasi aritmatika dan operasi logika dan proses pengambilan dan pengiriman data ke memori selalu menggunakan register ini.

Tabel 2.2 Alamat register fungsi khusus

Register	**Mnemonic**	**Alamat**
P0	Port 0 Latch	80H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer	82H-83H
DPL	Data Pointer Low Byte	82H
DPH	Data Pointer High Byte	83H
PCON	Power Control	87H
TCON	Timer/Counter Control	88H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89H
TL0	Timer/Counter 0 Low Byte	8AH
TL1	Timer/Counter 1 Low Byte	8BH

TH0	Timer/Counter 0 High Byte	8CH
TH1	Timer/Counter 1 High Byte	8DH
P1	Port 1 Latch	90H
SCON	Serial Port Control	98H
SBUF	Serial Data Port	99H
P2	Port 2 Latch	A0H
IE	Interrupt Enable	A8H
P3	Port 3 Latch	B0H
IP	Interrupt Priority Control	B8H
PSW	Program Status Word	D0H
ACC	Accumulator	E0H
B	Register B	F0H

3. Flash PEROM

Memori yang digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi MCS-51 dialamati oleh *Program Address Register* (Register Alamat Program). AT89C51 memiliki 4 Kb *Flash* PEROM yang menggunakan *Atmel's High-Density Non Volatile Technology*.

Program yang ada pada *Flash* PEROM akan dijalankan jika pada saat sistem di-*reset*, pin EA/VP berlogika satu maka mikrokontroler aktif berdasarkan program yang ada pada *Flash* PEROM-nya. Namun jika pin EA/VP berlogika nol, mikrokontroler aktif berdasarkan program yang ada pada memori eksternal.

2.2.4 Timer AT89C51

AT89C51 mempunyai dua buah timer, yaitu Timer 0 dan Timer 1, setiap timer terdiri dari 16 bit timer yang tersimpan dalam dua buah register yaitu THx untuk *Timer High Byte* dan TLx untuk *Timer Low Byte* yang keduanya dapat berfungsi sebagai counter maupun sebagai timer. Perbedaan terletak pada sumber *clock* dan aplikasinya.

Jika timer mempunyai sumber *clock* dengan frekuensi tertentu yang sudah pasti sedangkan counter mendapat sumber *clock* dari pulsa yang hendak dihitung jumlahnya. Aplikasi dari counter atau penghitung biasa digunakan untuk aplikasi menghitung jumlah kejadian yang terjadi dalam periode tertentu sedangkan timer atau pewaktu biasa digunakan untuk aplikasi menghitung lamanya suatu kejadian yang terjadi. Perilaku dari register THx dan TLx diatur oleh register TMOD dan register TCON. Timer dapat diaktifkan melalui perangkat keras maupun perangkat lunak.

Perioda waktu timer/counter dapat dihitung menggunakan rumus 2.1 dan 2.2 sebagai berikut :

1. Sebagai timer/counter 8 bit

$$T = (255 - TLx) * \frac{12}{frekuensi.XTAL}\ \mu s \quad \text{..... (2.20)}$$

2. Sebagai timer/counter 16 bit

$$T = (65535 - THx\ TLx) * \frac{12}{frekuensi.XTAL}\ \mu s \quad \text{.....(2.21)}$$

dimana : THx = isi register TH0 atau TH1

TLx = isi register TL0 atau TL1

Dapat diakses secara bit

	Register Timer				Register Interupsi			
88H	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
	TCON.7	TCON.6	TCON.5	TCON.4	TCON.3	TCON.2	TCON.1	TCON.0

Tidak dapat diakses secara bit

	Timer 1				Timer 0			
89H	Gate	C/T	M1	M0	Gate	C/T	M1	M0

Gambar 2.11 Register TCON dan TMOD

Pengontrolan kerja timer/counter diatur oleh register TCON. Register ini bersifat *bit addressable* sehingga bit TF1 dapat disebut TCON.7 dan seterusnya hingga bit IT0 sebagai TCON.0. Register ini hanya mempunyai 4 bit saja yang berhubungan dengan timer seperti diperlihatkan gambar 2.11 dan dijelaskan pada tabel 2.3 di bawah.

Tabel 2.3 Fungsi bit register TCON yang berhubungan dengan timer

Nama Bit	Fungsi
TF1	Timer 1 *Overflow Flag* yang akan diset jika timer *overflow*.
TR1	Membuat timer 1 aktif (set) dan nonaktif (clear)
TF0	Timer 0 *Overflow Flag* yang akan diset jika timer *overflow*.
TR0	Membuat timer 0 aktif (set) dan nonaktif (clear)

Register TMOD berfungsi untuk pemilihan mode operasi timer/counter dengan fungsi setiap bitnya adalah sebagai berikut:

Gate : Pada saat TRx = 1, timer akan berjalan tanpa memperhatikan nilai pada Gate (timer dikontrol software).

C/T : Pemilihan fungsi timer (0) atau counter (1).

M1 & M0 : Untuk memilih mode timer dengan variasi seperti pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Mode timer

M1	M0	Mode	Operasi
0	0	0	Timer 13 bit
0	1	1	Timer/counter 16 bit
1	0	2	Timer 8 bit dimana nilai timer tersimpan pada TLx. Register THx berisi nilai isi ulang yang akan dikirim ke TLx setiap *overflow*.

Tabel 2.4 Lanjutan

1	1	3	Pada mode ini, AT89C51 bagaikan memiliki 3 buah timer. Timer 0 terpisah menjadi 2 buah timer 8 bit (TL0 – TF0 dan TH0 – TF1) dan timer 1 tetap 16 bit.

2.3 *Buzzer*

Buzzer adalah suatu alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya *buzzer* digunakan untuk alarm, karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan *input* maka *buzzer* akan mengeluarkan bunyi.

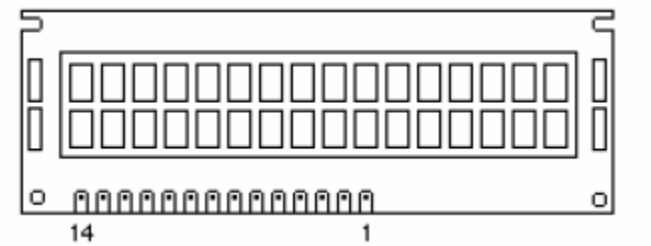


Gambar 2.12 Bentuk fisik Buzzer

2.4 DIPLAY LCD

Sistem yang dikembangkan penulispada kesempatan ini memiliki bagian output atau suatu keluaran yaitu suatu perubahan keepatan yang ditampilkan berupa data desimal pada satu buah display peraga, dengan tujuan untuk mempermudah dalam melihat dan mengetahui terjadinya perubahan kecepatan, terjadi pada input system yaitu sebuah sensor ultrasoik.

Jenis display LCD yang di gunakan pada system ini ialah jenis type 16 X 2 karena lcd 16 X 2 mudah didapat di pasaran dan tidak begitu mahal. Dibawah ini ialah susunan pin-pin lcd dan gambar lcd :



Gambar 2.13 LCD

1. Vss Power GND
2. Vdd Power +5 V
3. Vcc contras Adj (-2) 0 - 5V
4. Rs command Register Select
5. R/W command Read/Write
6. E command Enable (strobe)
7. D0 I/O Data LSB
8. D1 I/O Data
9. D2 I/O Data
10. D3I/O Data
11. D4I/O Data
12. D5 I/O Data
13. D6I/O Data
14. D7 I/O Data

LCD yang digunakan adalah jenis lcd LMB162A. LMB162A merupakan modul lcd dengantampilan 16 X 2 baris dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroller yang di desain khusus untuk mengendalikan lcd. Mikrokontroller LMB162A buatan TOPWAY yag berfungsi sebagai pengendali lcd Memiliki CGROM (Characte Generator Read Only Memory),CGRAM (Character Generator Random Acces Memory), dan DDRAM (Display Data Generator Random Acces Memory). Berikut ini bagian-bagian dari LCD LMB162A :

2.4.1 DDRAM

DDRAM merupakan memory tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh untuk karakter J yang ingin ditampilkan pada baris pertama dan kolom pertama maka penulisan programya dengan menulis perintah:

Loate line1,1

LD “ J ”

CGRAM

CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk darikarakter dapat diubah-ubah sesuai keinginan, namun memori akan hilang saat power suplay tidak aktif sehingga pola karakter akan hilang.

2.4.2 CGROM

CGROM merupakan memori utuk menggambarka pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari LMB162A sehingga pengguna tidak dapat merubahnya lagi. Namun oleh karena itu ROM bersifat permanen, pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun power suplay tidak aktif.

2.4.3 Register

LCD LMB162A memiliki dua buah register yang aksesnya diatur menggunakan kaki Rs. Pada saat Rs berlogika 0, register yang diakses adalah register perintah, dan pada saat Rs berlogika 1, register yang diakses adalah register data.

2.5 Matrik Keypad

Keypad adalah istilah umum untuk elemen inputdari PC, tetapi juga istilah ini dapat di aplikasikan pada system MCU. Tentunya dengan jumlah saklar yang lebih sedikit dibanding dengan PC, jika jumlahnya agak banyak, misalnya lebihdari 10, maka jika dihubungkan langsung ke port akan mengurangi penggunaan I/O untuk keperluan lain ara yang umumadalah dengan matrik. cara ini menghemat jumlah I/O, karena dengan 16saklar, hanya memerlukan8 I/O saja. Akan tetapi cara ini akan membuat program pendeteksian saklar yang relati lebihrumit.

Pembacaan status saklar cara matrik adalah sebagai berikut:

Jika kolom 1 = 0, kemudian

Baris 1 = 0 maka tombol 1 ditekan

Baris 2 = 0 maka tombol 4 ditekan

Baris 3 = 0 maka tombol 7 ditekan

Baris 4 = 0 maka tombol * ditekan

Jika kolom 2 = 0, kemudian

Baris 1 = 0 maka tombol 2 ditekan

Baris 2 = 0 maka tombol 5 ditekan

Baris 3 = 0 maka tombol 8 ditekan

Baris 4 = 0 maka tombol 0 ditekan

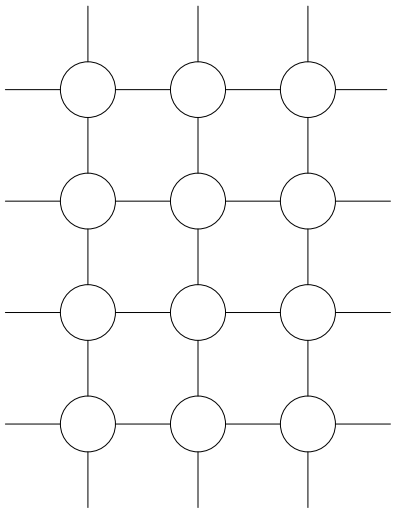
Jika kolom 3 = 0, kemudian

Baris 1 = 0 maka tombol 3 ditekan

Baris 2 = 0 maka tombol 6 ditekan

Baris 3 = 0 maka tombol 9 ditekan

Baris 4 = 0 maka tombol # ditekan



Gambar 2.14 struktur keypad

2.6 Komponen Tambahan

2.6.1 LM 7805

IC ini mempunyai tiga kaki yang digunakan sebagai komponen pendukung dari Vcc untuk menghasilkan tegangan 5V. IC *regulator* ini berfungsi untuk menstabilkan tegangan 5V dan dapat bekerja dengan baik jika tegangan *input* (V_{in}) lebih besar daripada tegangan *output* (V_{out}). Biasanya perbedaan tegangan *input* dengan *output* yang

direkomendasikan tertera pada datasheet komponen tersebut. Contoh LM7805 diperlihatkan oleh gambar 2.14.



Gambar 2.15 Bentuk fisik IC LM 7805

2.6.2 Kapasitor

Kapasitor disebut juga Kondensator, yaitu komponen yang berfungsi untuk menyimpan muatanatau tegangan listrik atau menahan arus searah. Kapasitor ELCO (*Electrolit Capasitor*) terbuat dari keping aluminium dan elektrolit yang dikandung dalam lembaran kertas berpori. Plat aluminium bersifat sebagai isolator dan elektrolit berfungsi sebagai konduktor. Kapasitor ELCO memiliki kekutuban atau polaritas yaitu tanda positif dan tanda negatif. Jika dalam pemasangan kutub-kutub ELCO terbalik maka kapasitor akan rusak. Untuk satuan dari ELCO adalah mikro, kapasitor keramik adalah piko dan kapasitor milar adalah nano. Simbol dan contoh dari kapasitor diperlihatkan oleh gambar 2.16.



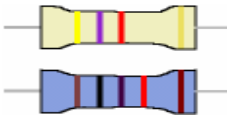
Gambar 2.16 (a) ELCO, (b) Kapasitor keramik dan (c) Kapasitor milar

2.6.3 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian, bila tahanannya semakin besar maka semakin kecil arusnya, sebaliknya bila nilai tahanannya kecil, maka besar pula arusnya. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum *Ohm* diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut *Ohm*(Ω).

Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohmmeter.

Variabel resistor merupakan salah satu jenis dari resistor tiga kaki yang digunakan untuk mengetahui frekuensi maksismum dari suatu komponen dengan memutar-mutar arah variabel resistor. Contoh resistor diperlihatkan pada gambar 2.16.



Gambar 2.17Resistor

2.6.4 Dioda

Dioda adalah suatu komponen elektronik yang dapat melewatkan arus pada satu arah saja. Ada berbagai macam dioda, yaitu dioda tabung, dioda sambungan *p-n*, dioda kontak titik (*point-contact diode*) dan sebagainya.

Dioda memegang peranan yang sangat penting dalam elektronika, diantaranya adalah untuk menghasilkan tegangan searah dari tegangan bolak-balik, untuk mengeset gelombang radio, untuk membuat berbagai bentuk sinyal gelombang, untuk saklar elektronik, LED, laser semikonduktor, mengeset gelombang mikro dan lain-lain.

Bentuk dioda yang lazim digunakan terdiri dari semikonduktor jenis p yang dibuat bersambung dengan semikonduktor jenis n. Secara skematis dioda diperlihatkan pada gambar 2.17.



Gambar 2.18 (a) Susunan dioda sambungan p-n, (b) Simbol dioda

2.7 Bahasa Assembler

Assembler adalah program komputer yang mentransliterasi program dari bahasa Assembly ke bahasa mesin. Sedangkan bahasa Assembly adalah ekuivalensi bahasa mesin dalam betuk alpanumerik. Mnemonics alpanumerik di gunakan sebagai alat bantu bagi programmer untuk memprogram mesin komputer dari pada menggunakan serangkaian 0 dan 1 (bahasa mesin) yang panjang dan rumit.

2.7.1 Konstruksi program Assembly

Program sumber assembly terdiri dari kumpulan baris-baris peritah dan biasanya di simpan dengan extension .ASM dengan satu baris untuk perintah, setiap baris peritah tersebut biasanya terdiri atas beberapa bagian (field), yakni bagian label, bagian Mnemonics, bagian operand yangbiasa lebih dari satu dan terakhir bagian komentar program sumber (Soure Code) dibuat dengan program editor biasa yaitu notepad pada Windows, selanjutnya program sumber diterjemahkan ke bahasa mesin dengan menggunakan program assembler. Hasil kerja program assembler adalah ‘Program Objek’ da juga ‘Assembly listing’, dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Masing-masing bagian di pisahkan dengan spasi atau TAB, khusus untuk operand yang lebih dari satu masing-masing operad di pisahkan dengan koma.
2. Bagian-bagian tersebut tidak harus semuanya ada dalam sebuah baris, jika ada satu bagian yang tidak ada, maka spasi atau TAB sebagai pemisah bagian tetap harus ditulis.
3. Bagin label di tulis mulai huruf pertma dari baris, jika baris bersangkutan tidak mengandung label, maka label tersebut digantikan dengan spasi atau TAB, yakni sebagai tanda pemisah antara bagian label dan bagian mnemonics.



Gambar 2.19. Bentuk program sumber Assembler

2.7.2 Assembler Directive

Assembler Directive digunakan untuk mengatur kerjadari program assembler. Mnemonics untuk assembler dircetive tergantung pada program Asembler yang di pakai. Ada beberapa Assembler Directive yang umum, yang sama untuk banyak macam program diantaranya adalah :

1. ORG (Orgin)

   ORG digunakan untuk menyatakan lokasi memori tempat instruksi atau perintah yang ada dibawahnya di simpan.

2. EQU (Equate)

   EQU digunakan untuk mendefinisikan sebuah simbol atau lambang assembler secara bebas.

3. DB (Difie Byte)

   DB digunakan untuk memberikan nilai tertentu pada memori program.

4. DW (Difine Word)

   DW dipakai untuk memberikan nilai 2 byte ke memori program pada baris bersangkutan. Assembler Directive ini bisa dipakai untuk membentuk satu label yang isinya adalah nomor-nomor memori proram.

5. DS (Define Storage)

   Assembler directive ini dipakai utuk membentuk variable. Sebagai variable tertentu saja memori yang dipakai adalah memori data (RAM) bukan memori Program (ROM)