

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu yang banyak digunakan untuk *monitoring*, *controlling*, dan *proteksi*. Sensor sering disebut juga Transducer yang artinya piranti yang memberikan keluaran (yang bisa dipakai) sebagai tanggapan terhadap (*measurand*) kondisi, kuantitas fisik masukan. Sensor tidak terbatas pada pengukuran besaran fisik saja, tetapi juga pada kimia, dan biologi.

Ada 6 isyarat yang dihasilkan sensor yaitu :

1. Mechanical, contoh: panjang, luas, mass flow, gaya, torque, tekanan, kecepatan, percepatan, panjang gel acoustic, dll.
2. Thermal, contoh: temperature, panas, entropy, heat flow.
3. Electrical, contoh: tegangan, arus, muatan, resistance, frekuensi, dan lain-lain.
4. Magnetic, contoh: intensitas medan, flux density, dll.
5. Radiant, contoh: intensitas, panjang gelombang, polarisasi, dll.
6. Chemical, contoh: komposisi, konsentrasi, pH, kecepatan reaksi, dll

Sensor dapat mengkonversikan suatu isyarat masukan ke suatu isyarat keluaran, dan bisa menggunakan satu atau lebih pengkonversian untuk menghasilkan suatu isyarat keluaran.

2.2 Sensor Ultrasonik PING

Sensor ping (ultrasonic) adalah modul pengukur jarak dengan ultrasonic buatan Parallax Inc. sensor ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. keluaran dari sensor ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya bervariasi dari 115 μ S sampai 18,5 mS. Pada dasarnya, Ping terdiri dari sebuah chip pembangkit sinyal 40KHz, sebuah speaker ultrasonik dan sebuah mikropon ultrasonik. Speaker ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara, sementara mikropon ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya.

Pin signal dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Ping hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (pulsa high selama 5 μ S). Suara ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40KHz akan dipancarkan selama 200 μ S. Suara ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344m/detik (atau 1cm setiap 29.034 μ S), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke Ping. Selama menunggu pantulan, Ping akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh Ping. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara Ping dengan objek.



Gambar: 2.1. PING Ultrasonik

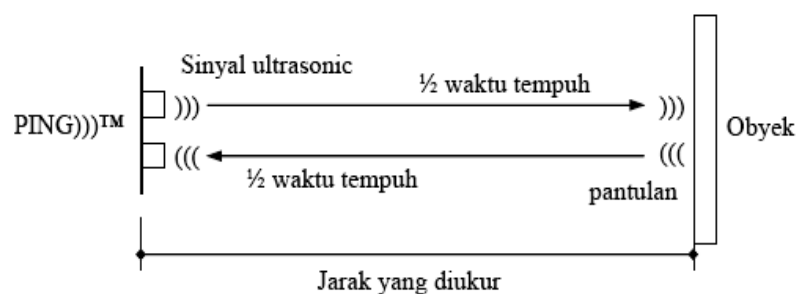
2.2.1 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas, hal disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya. Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*Strain*) dan regangan (*Stress*). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya.

Gelombang ultrasonik ini merambat di udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor. Modul sensor PING mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah

memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi modul sensor PING akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (tIN) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2 kali jarak ukur dengan objek.

2.2.2 Prinsip kerja PING



Gambar: 2.2. Ilustrasi Prinsip Kerja PING

Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.

1. Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 344 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian penerima Ultrasonik.

2. Setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus :

$$S = (tIN \times V) \div 2 \quad \dots\dots\dots 2.1$$

dimana :

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi

V = Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/s)

tIN = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang.

2.3 IC (*Integrated Circuit*)



Gambar: 2.3. Integrated Circuit

IC adalah rangkaian elektronik lengkap yang dimasukkan dalam 1 chip silikon. Di dalam 1 buah IC bisa berisi puluhan, ratusan, bahkan ribuan komponen elektronika (transistor, diode, resistor, kapasitor, dan lainnya) yang bersama sama sebagai penghantar listrik yang bekerjanya disesuaikan dengan fungsi dari IC tersebut.

Teknik pembuatan IC sama dengan membuat transistor, karena IC memang perkembangan dari transistor. IC dapat diklasifikasikan menurut

aplikasinya, yaitu IC digital dan IC analog. Di dalam IC digital berisi rangkaian jenis saklar (on/off), sedangkan IC analog berisi rangkaian jenis penguatan.

2.4 IC ISD2560

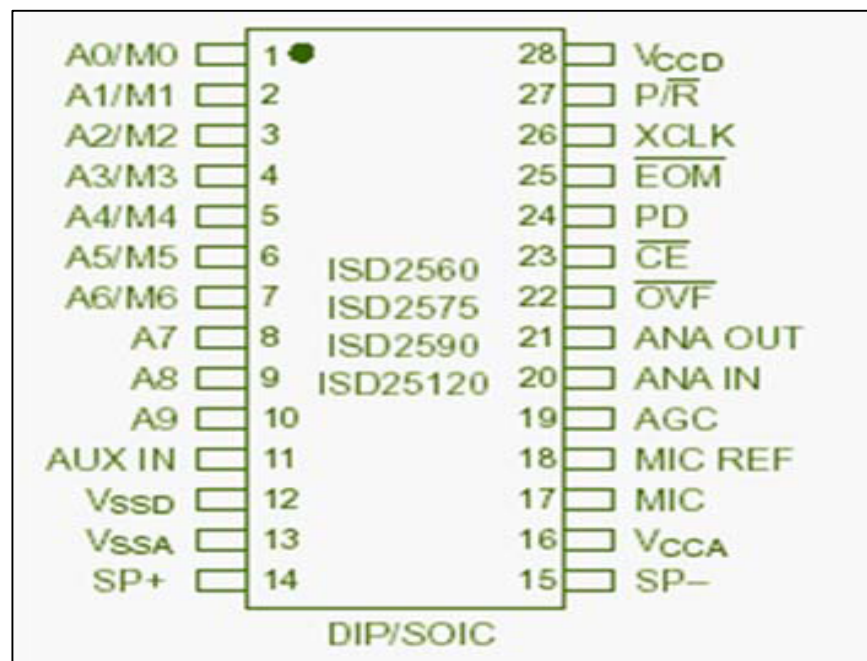
ISD merupakan IC suara yang dapat merekam suara sekitar 1-2 menit (tergantung tipenya) kemudian dapat memutar kembali dengan kualitas yang cukup bagus.



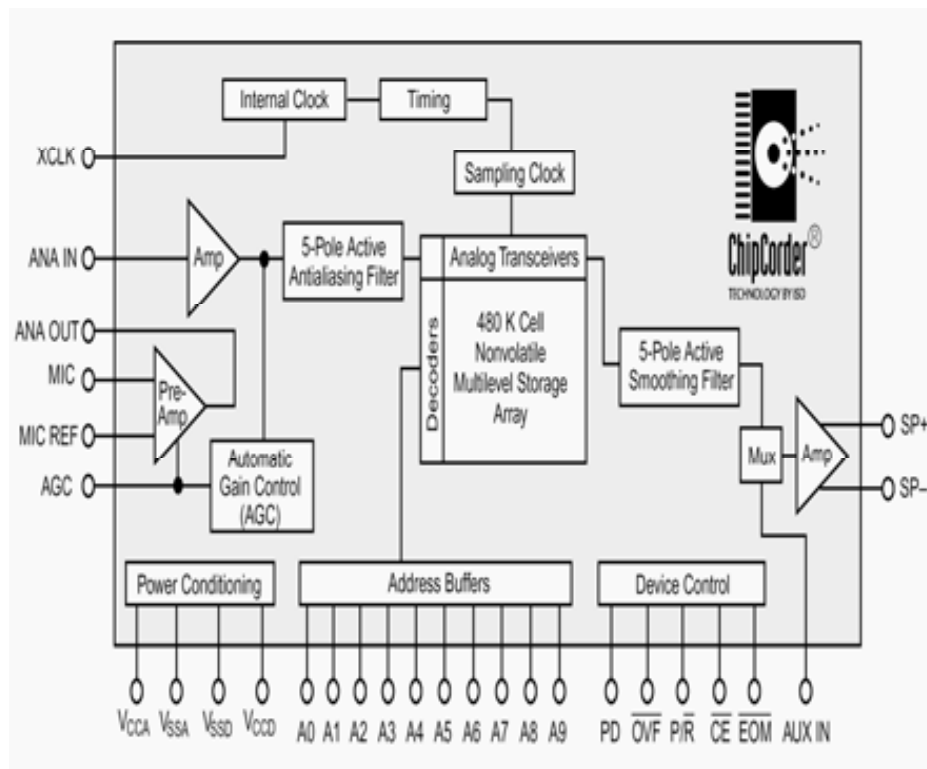
Gambar: 2.4 IC ISD2560

IC perekam suara ISD2560 merupakan piranti perekam dan pemutar kembali suara dalam bentuk *single chip* (chip tunggal) yang mampu menyimpan suara dengan durasi 60 detik, dengan frekuensi *sampling* 8 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 ISD2560 sangatlah mudah, karena hanya memerlukan sedikit komponen eksternal seperti resistor dan kapasitor, karena dalam *chip corder* ISD2590 sudah terintegrasi semua rangkaian yang berfungsi masing-masing sebagai penguat sinyal, *filter*, ADC, memori, DAC, *timing circuit*, *control circuit* dan *speaker*. ISD 2560 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 2.6.



Gambar: 2.5. Susunan pin IC perekam suara ISD2560



Gambar: 2.6. Blok diagram IC perekam suara ISD2560

Berikut penjelasan dari fungsi pin-pin IC perekam suara ISD2560:

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 (V_{cc}), 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 microphone 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. Auxiliari 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*.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang terintegrasi didalamnya rangkain 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 frekwensi 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

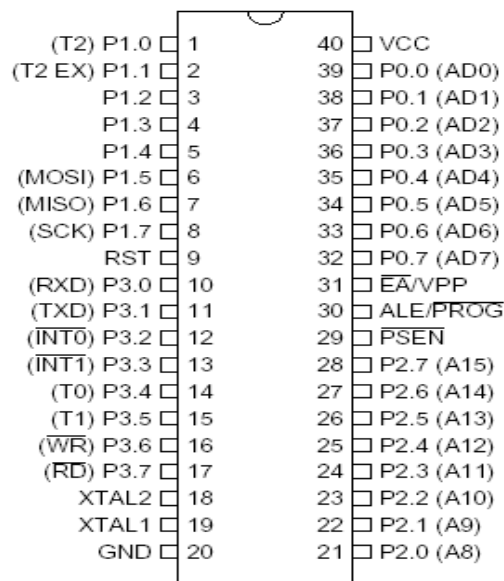
Mikrokontroler AT89S52 merupakan versi terbaru dari mikrokontroler AT89C51 yang telah banyak digunakan saat ini yang diproduksi oleh perusahaan yang terkenal dengan produk mikrokontrolernya yang murah namun memiliki kualitas yang sangat bagus yaitu **ATMEL**. AT89S52

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 :

- 8 bit CPU yang termasuk keluarga MCS-51
- 4 kbyte *Flash PEROM*
- 128 byte RAM
- 4X8 bit programmable I/O
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu
- 2 buah timer/counter 16 bit
- Sebuah port serial dengan kontrol *serial full duplex* UART
- 5 buah jalur interupsi (2 buah *interupsi eksternal* dan tiga buah *interupsi internal*).

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. Bentuk fisik dari mikrokontroler ini dapat kita lihat pada gambar 2.7.



Gambar: 2.7. Bentuk Fisik AT89S52

Berikut ini fungsi dari masing-masing pin dari mikrokontroler AT89S52:

- Pin 1 sampai dengan pin 8 merupakan port parallel 8 bit (port 1). Dimana port ini dapat digunakan untuk mengirim atau menerima data (bidirectional). Port ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan.
- Pin 9 pada mikrokontroler disebut reset. Dengan memberikan perubahan pulsa dari rendah ke tinggi akan me-reset mikrokontroler ini. Pin ini dihubungkan dengan rangkaian power on reset. Rangkaian ini diperlukan karena pada saat catu daya dihubungkan

dengan AT89S52 isi memori dari AT89S52 bisa acak. Pada saat catu daya dihubungkan, rangkaian power on reset akan memberikan pulsa tinggi kepada pena reset beberapa saat (tergantung nilai kapasitor yang digunakan) untuk mereset AT89S52.

- Pena 10 sampai dengan pena 17 (port 3) adalah port parallel 8 bit. Port ini juga bersifat bidirectional. Port ini juga memiliki fungsi lain/pengganti.. Fungsi pengganti ini meliputi TxD (Transmit Data), RxD (Receive Data), Int0 (External Interrupt 0), Int1 (External Interrupt 1), T0 (timer 0), T1 (timer 1), WR (Write), RD (Read). Bila fungsi pengganti ini tidak digunakan pena-pena ini dapat digunakan sebagai port parallel serbaguna.
- Pena 18 (XTAL 1) adalah pena masukan ke rangkaian osilator internal. Sebuah kristal atau sumber osilator lain diluar AT89S52 dapat digunakan.
- Pena 19 (XTAL 2) adalah pena keluaran ke rangkaian osilator internal. Pena ini dipakai bila osilator menggunakan osilator kristal.
- Pena 20 (Ground) dihubungkan ke Ground dari catu daya.
- Pena 21 sampai dengan pena 28 (Port 2) adalah port parallel 8 bit dua arah (bidirectional). Port ini selain sebagai port biasa juga sebagai port alamat yang mengirimkan byte alamat untuk melakukan pengaksesan memori/program eksternal.
- Pena 29 (PSEN) atau Program Store Enable merupakan sinyal pengontrol yang membolehkan program memori eksternal masuk ke dalam bus selama proses pemberian atau pengambilan instruksi.

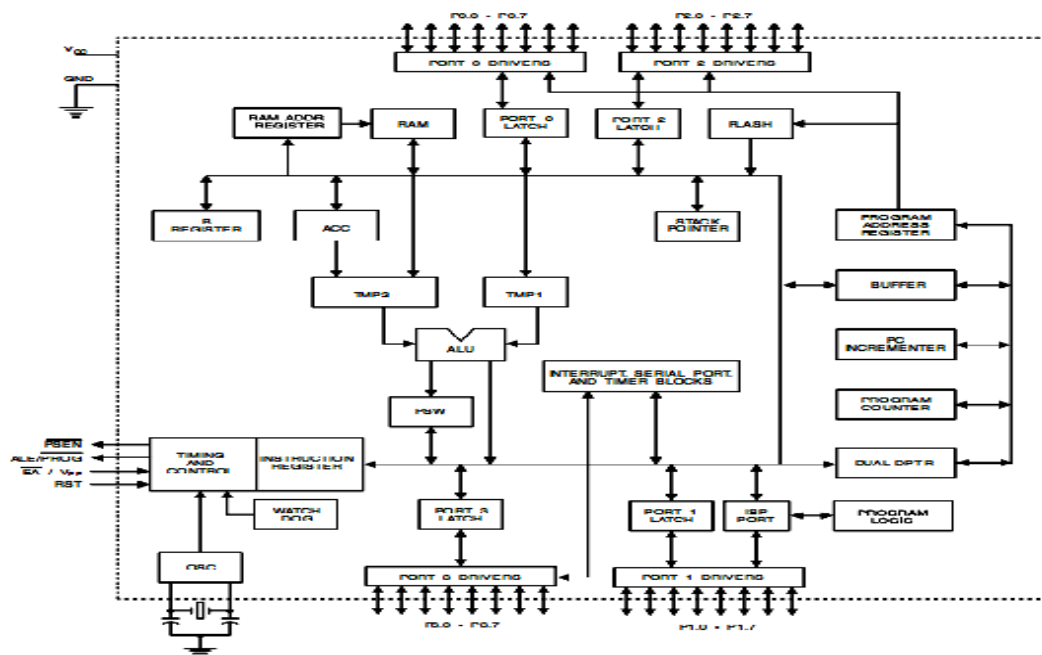
- Pena 30 adalah pena ALE atau Address Latch Enable yang digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.
- Pena 31 (EA). Bila pena ini diberi logika tinggi, mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari EPROM internal, Bila diberi logika rendah, mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori program luar.
- Pena 32 sampai dengan 39 (Port 0) merupakan port parallel 8 bit dua arah. Bila digunakan untuk mengakses memori luar, port ini akan memultipleks alamat memori dan data.
- Pena 40 (VCC) dihubungkan ke kutub positif dari catu daya.

Secara fisik, mikrokontroler bekerja dengan membaca instruksi yang tersimpan di dalam memori. Mikrokontroler menentukan alamat dari memori program yang akan dibaca, dan melakukan proses baca data di memori. Data yang dibaca diinterpretasikan sebagai instruksi. Alamat instruksi disimpan oleh mikrokontroler di register, yang dikenal sebagai *program counter*. Instruksi ini misalnya program aritmatika yang melibatkan 2 register. AT89S52 memiliki sekumpulan instruksi yang sangat lengkap. Jika kita telah mempelajari bahasa assembly mikroprosesor keluarga intel (misal 8086), ada sedikit perbedaan dengan bahasa assembly di mikrokontroler.

Inti dari mikrokontroler ini adalah sebuah prosessor atau CPU (*Central Processing Unit*) yang bertugas membaca memori program dan

menjalankan perintah yang tersimpan di dalamnya. CPU ini disusun sebuah unit aritmatika dan logika yang disebut ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang terhubung dengan SFR yaitu register A (*ACC=Accumulator*), register B, PSW (*Program Status Word*) dan SP, dan 16 bit *Counter Program* (PC) serta DPTR. Mikrokontroller AT89S52 adalah mikrokontroller 8 bit, bus data internal dan register-register yang dimilikinya juga memiliki lebar data 8 bit.

ALU merupakan pemroses operasi-operasi aritmatika dan logika, operasi aritmatika yang dapat diproses ALU antara lain yaitu operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Dan operasi logika yang dapat diproses ALU antara lain yaitu AND, OR, Exclusive-OR, putar bit, komplemen, dan lain-lain. ALU juga dapat melakukan instruksi cabang bersyarat, menyediakan jalur data, dan sebagai register sementara untuk pemindahan data di dalam CPU. Selain itu, ALU dapat menangani 1 bit data sebaik menangani 8 bit data. Sehingga, operasi-operasi bit dapat dilakukan dengan cepat.



Gambar: 2.8. Blok Diagram Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler ini dilengkapi dengan 4 buah I/O Port yaitu Port 0 – Port 3, masing-masing port memiliki driver dan terhubung ke Latch. Mikrokontroler ini juga dilengkapi sebuah RAM internal sebesar 256 byte yang dapat diisi oleh 2 Mbit atau 2048 bit dan memiliki 2 register yaitu register A yang dikenal sebagai ACC (*Accumulator*) dan register B serta memiliki 2 DPTR (*Data Pointer*) 16 bit yang dapat diakses dalam mode 2 x 8 bit. Mikrokontroler ini dilengkapi port serial yang memungkinkan mikrokontroler mengirimkan data secara *synchronus* dan *a-synchronus* yang diatur oleh register SBUF (*Serial Buffer*), dan register SCON (*Serial Control*). Dalam komunikasi *synchronus* dibutuhkan timer sebagai *clock*. Sedangkan pada komunikasi *a-synchronus* timer digunakan sebagai pembangkit *baud rate*. Mikrokontroler ini memiliki rangkaian *osilator internal*, jika digunakan *osilator internal*, maka harus digunakan Kristal

sebagai penghasil osilasi untuk kinerja mikrokontroler. Untuk Kristal dengan harga 12 MHz, mikrokontroler dapat menjalankan instruksi 1 juta instruksi per detik. Kristal ini juga berfungsi sebagai penentu besarnya *baud rate* pada komunikasi serial mikrokontroler.

2.6.1 Interrupt Enable (IE)

Setiap sumber interupsi dapat diaktifkan atau dilumpuhkan secara individual dengan mengatur satu bit pada Spesial Function Register (SFR) yang dinamakan IE (interrupt enable). Bit – bit IE didefinisikan sebagai berikut:

MSB

LSB

EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	---	----	-----	-----	-----	-----

Fungsi dari masing – masing bit diatas pada table 2.1

Tabel 2.1. Fungsi masing – masing bit pada register IE

Simbol	Posisi	Fungsi
EA	IE7	Melumpuhkan semua interupsi. Jika IE=0 tidak ada interupsi yang akan dilayani. Jika IE=1 setiap sumber interupsi dapat dijalankan atau dilumpuhkan secara individual.
	IE6	Kosong
	IE5	Kosong
ES	IE4	Bit pembuat enable port serial
ET1	IE3	Bit pembuat enable timer 1
EX1	IE2	Bit pembuat enable INT1
ET0	IE1	Bit pembuat enable timer 0
EX0	IE0	Bit pembuat enable INT0

Jika akan mengaktifkan interupsi 0 (INT0). Misalnya, nilai yang harus diberikan ke IE adalah 81H (yaitu memberikan logika 1 ke EA dan EX0).

2.6.2 Prioritas Interupsi

Setiap sumber interupsi dapat diprogram secara individual menjadi satu atau dua tingkat prioritas dengan mengatur bit pada SFR yang bernama IP (interrupt priority). Interupsi dengan prioritas rendah dapat diinterupsi oleh interupsi yang memiliki prioritas yang lebih tinggi. Jika dua permintaan interupsi dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima pada saat bersamaan maka interupsi dengan prioritas yang lebih tinggi akan dilayani terlebih dahulu. Jika pada saat bersamaan interupsi dengan prioritas yang sama maka akan dilakukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani.

Bit – bit pada interrupt priority adalah sebagai berikut:

- Bit = 1 menandakan prioritas tinggi
- Bit = 0 menandakan prioritas rendah

Tabel 2.2 Fungsi masing – masing bit pada register IP

Simbol	Posisi	Fungsi
-	IP.7	Kosong
-	IP.6	Kosong
-	IP.5	Kosong
PS	IP.4	Bit prioritas interupsi port serial
PT1	IP.3	Bit prioritas interupsi timer 1
PX1	IP.2	Bit prioritas interupsi INT1
PT0	IP.1	Bit prioritas interupsi timer 0
PX0	IP.0	Bit prioritas interupsi INTO

2.6.3 Spesial Function Register

SFR berisi register – register dengan fungsi tertentu. Masing – masing register ditunjukkan dalam table 2.3 yang meliputi symbol, nama dan alamatnya.

Tabel 2.3 Spesial Fuction Register

Simbol	Nama	Alamat
ACC	Akumulator	E0H
B	B register	F0H
PSW	Program status word	D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data pointer 16 bit	
	DPL byte	82H
	DPH byte	83H
P0	Port 0	80H
P1	Port 1	90H
P2	Port 2	A0H
P3	Port 3	B0H
IP	Interrupt Priority Control	B8H
IE	Interrupt Enable control	A8H
TMOD	Timer/Counter mode control	89H
TCON	Timer/Counter control	88H
TH0	Timer/Counter 0 high byte	8CH
TL0	Timer/Counter 0 low byte	8AH
TH1	Timer/Counter 1 high byte	8DH
TL1	Timer/Counter 1 low byte	8BH
SCON	Serial Control	98H
SBUF	Serial Data Buffer	99H
PCON	Power control	87H

2.6.4 Program Status Word (PSW)

Register PSW berisi informasi tentang status program. Penjelasan dari bit – bit pada register PSW dapat dilihat dibawah ini:

MSB

LSB

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P
----	----	----	-----	-----	----	---	---

Adapun fungsi dari masing – masing bit – bit di atas pada table 2.4.

Tabel 2.4 Fungsi masing – masing Bit pada register PSW

Simbol	Posisi	Fungsi
CY	PSW.7	Carry flag
AC	PSW.6	Auxiliary carry flag
RS1	PSW.5	Flag 0 untuk kegunaan umum
RS0	PSW.3	Bit pemilih bank register
OV	PSW.2	Overflow flag
-	PSW.1	Flag didefinisikan oleh pemakai
P	PSW.0	Parity flag

RS0 dan RS1 digunakan untuk memilih bank register. Delapan buah register ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Lokasi register-register ini terletak pada 32 byte awal dari RAM internal. Untuk menggunakan register ini menggunakan symbol R0 sampai R7. Pemilihan alamat memori dari register ini dapat dilihat tabel 2.5.

Tabel 2.5 Register Bank

RS1	RS0	BANK	Lokasi Memori
0	0	0	00H – 07H
0	1	1	08H – 0FH
1	0	2	10H – 17H
1	1	3	18H – 1FH

Jika kita menggunakan salah satu register bank diatas maka perlu diperhatikan lokasi memori yang kita gunakan, sehingga nantinya tidak terjadi saling tumpang tindih antara memori register dan memori data.

2.6.5 Timer/Counter

Pada mikrokontroler AT89S51 terdapat dua buah timer/counter 16 bit keduanya dapat difungsikan sebagai timer atau difungsikan sebagai counter saja. Fungsi timer atau counter dipilih dari bit C/T pada Spesial Function Register TMOD. Dibawah ini memperlihatkan bit-bit pada TCON (Timer control).

MSB

LSB

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

Adapun fungsi dari masing –masing bit di atas.

Tabel 2.6 Fungsi masing – masing Bit pada register TCON

Simbol	Posisi	Fungsi
TF1	TCON.7	Timer 1 overflow flag. Di set oleh perangkat keras saat timer/counter menghasilkan overflow
TR1	TCON.6	Bit untuk menjalankan timer 1. Di set/reset oleh perangkat lunak
TF0	TCON.5	Timer 0 overflow flag
TR0	TCON.4	Bit untuk menjalankan timer 0. Di set/reset oleh perangkat lunak
IE1	TCON.3	External interrupt 1 edge flag. Di set oleh perangkat keras ketika interrupt eksternal terdeteksi. Di clear oleh perangkat keras saat interupsi diproses.
IT1	TCON.2	Kontrol bit interup 1. Di set oleh perangkat keras untuk menentukan trigger sisi turun atau level rendah dari eksternal interup 1
IE0	TCON.1	Flag eksternal interup 0. Di set oleh perangkat keras ketika interup eksternal terdeteksi. Di clear oleh perangkat keras saat interupsi diproses.
IT0	TCON.0	Kontrol bit interupsi 0. Di set oleh perangkat keras untuk menentukan trigger sisi turun atau level rendah dari eksternal interup 0.

Untuk memilih mode operasi dari timer/counter dilaksanakan dengan cara mengubah bit – bit pada register TMOD (Timer Mode).

Pada register TMOD terdapat bit – bit seperti dibawah ini:

MSB				LSB			
GATE	C/T	M0	M1	GATE	C/T	M1	M0

Adapun definisi dari bit – bit tersebut adalah:

Empat bit paling kanan menunjukkan pengontrolan untuk timer/counter 1, sedangkan empat bit paling kiri digunakan untuk pengontrolan timer/counter 0. Gate: jika TRx pada TCON diset dan Gate=1 maka timer/counterx akan berjalan ketika pin INTx tinggi (dikontrol oleh perangkat keras). Ketika gate=0 maka timer/counterx akan berjalan jika TRx =1 (dikontrol oleh perangkat lunak).

C/T: Bit pemilih antara counter atau timer

M1: Bit selector mode

M0: Bit selector mode

Mode dari timer atau counter dapat dipilih dengan mengkonfigurasi

M1 dan M0 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Mode pada Timer dan Counter

M1	M0	Mode Operasi
0	0	Timer 13 bit
0	1	Timer 16 bit /counter
1	0	Timer/counter 8 bit auto reload
1	1	(Timer0) TL0 adalah timer/counter 8 bit yang dikontrol oleh bit control standar timer 0. TH0 adalah timer 8 bit dan dikontrol oleh control bit timer 1 (Timer1) Timer dan counter 1 dihentikan

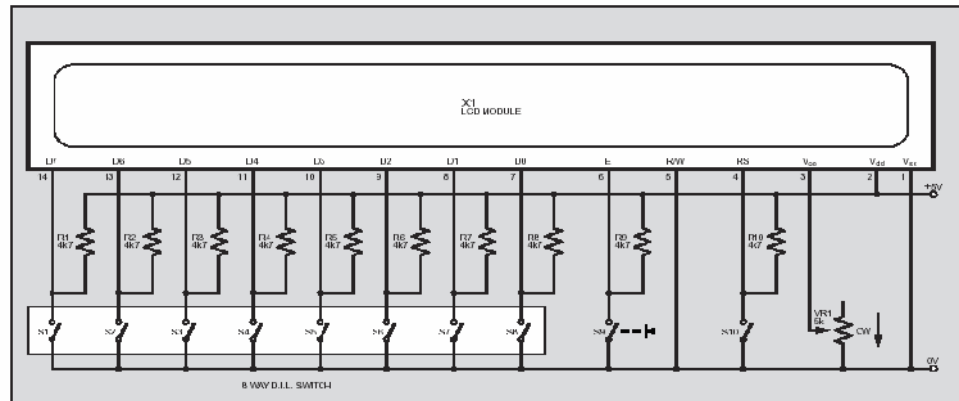
2.7 Liquid Crystal Display (LCD)

Banyak model LCD yang telah beredar dipasaran. Agar dapat berhubungan dengan mikrokontroller, maka LCD ini dilengkapi dengan 8 jalur data (DB0-DB7) yang digunakan untuk menyalurkan data ASCII maupun perintah pengatur kerjanya.

Susunan Pena Standar LCD 14 Pin

- Pena **1 (Ground)**. Fungsi : Tegangan Power nol volt dan sinyal ground
- Pena **2 (VSS)**. Fungsi: +5 Volt Power
- Pena **3 (Contrast Voltage)**. Fungsi: dihubungkan dengan level ground melalui trimpot untuk mengatur kontras karakter.
- Pena **4 (RS)**. Fungsi: RS High : Data dikirim ke LCD, RS Low : Perintah (instruksi) dijalankan oleh LCD
- Pena **5 (RW)**. Fungsi: Arah Data
RW High : write to LCD dan RW Low : read from LCD
- Pena **6 (CE atau E)**. Fungsi: Clock

- Pena **7-14 (I/O)**. Fungsi: Perintah yang harus dijalankan LCD atau data yang akan ditampilkan.



Gambar 2.9. Diagram Sirkuit LCD