

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1. Sistem

Sistem adalah elemen-elemen yang saling berhubungan, membentuk satu kesatuan untuk melaksanakan suatu tujuan pokok dari sistem tersebut (Jogiyanto, 1995). Karakteristik sistem adalah sebagai berikut:

- a. Terdiri dari elemen-elemen yang membentuk satu kesatuan.
- b. Adanya tujuan dan saling ketergantungan.
- c. Adanya interaksi antar elemen.
- d. Mengandung mekanisme, ada transformasi dari *input* menjadi *output*.

3.2. Pengertian Otomasi

Otomasi adalah suatu teknologi dimana proses dan prosedurnya dilaksanakan dengan sedikit atau tanpa campur tangan manusia. Otomasi merupakan teknologi yang mengaplikasikan mekanika, elektronika dan sistem berdasarkan komputer untuk mengendalikan suatu proses. Dalam otomasi terdapat 4 elemen dasar, yaitu:

1. Sumber tenaga

Sumber tenaga digunakan untuk menjalankan proses. Sumber tenaga yang umum digunakan adalah listrik karena tersedia secara luas dengan harga

yang terjangkau dan mudah diubah ke bentuk energi yang lain.

2. Program instruksi

Program instruksi dibutuhkan agar sistem terotomasi dapat bekerja sesuai tujuan yang diinginkan. Pembuat program harus memahami urutan kerja agar sistem terotomasi memberikan hasil yang maksimal.

3. Sistem kendali

Sistem kendali berfungsi untuk menjalankan instruksi dari program. Sistem kendali dalam otomasi dibagi 2, yaitu:

a. *Open loop*

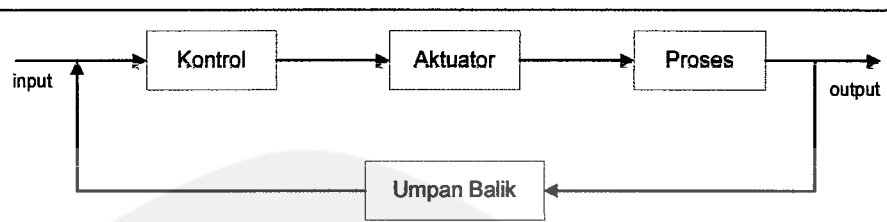
Suatu sistem dimana hasil keluaran atau variabel sistem lain tidak memiliki umpan balik pada kontrol dari input.



Gambar 3.1. Skema *Open Loop*

b. *Close loop*

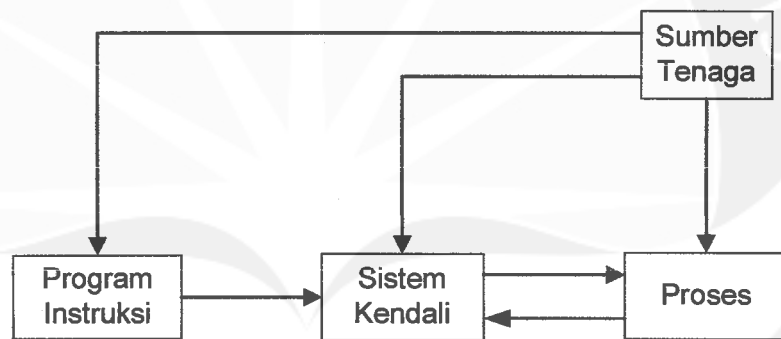
Suatu sistem yang memiliki sensor untuk memberikan umpan balik kepada sistem.



Gambar 3.2. Skema *Close Loop*

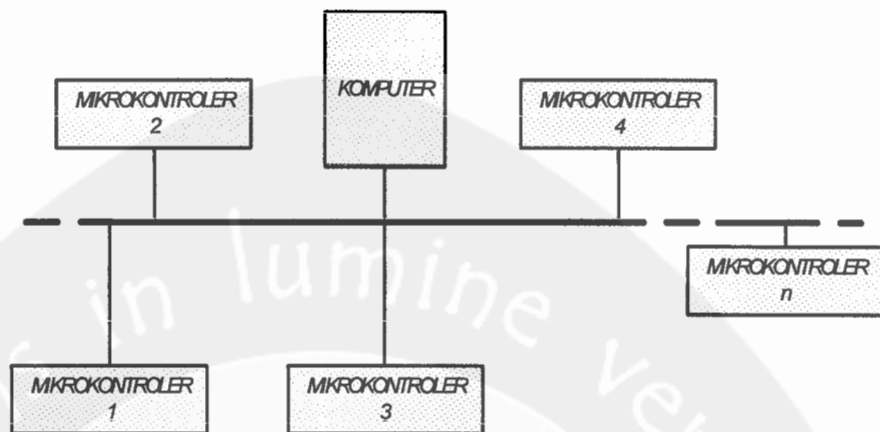
3.3. Proses Kendali

Hubungan antar elemen dasar sistem otomasi dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Empat Elemen Dasar Otomasi

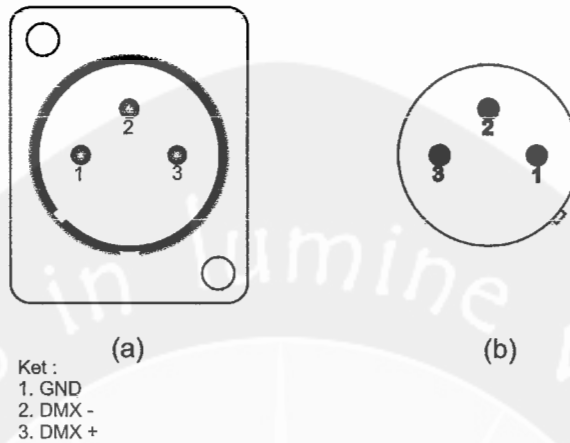
Adapun perancangan dari sistem kendali peralatan listrik gedung ini ialah pengendalian peralatan listrik berbasis mikrokontroler. Sehingga mikrokontroler disini berfungsi sebagai penerima data untuk menghidupkan atau mematikan peralatan listrik dengan jarak jauh. Gambaran umum dari sistem kendali ini dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Diagram Sistem Kendali Peralatan Listrik (Hermawan, 2008)

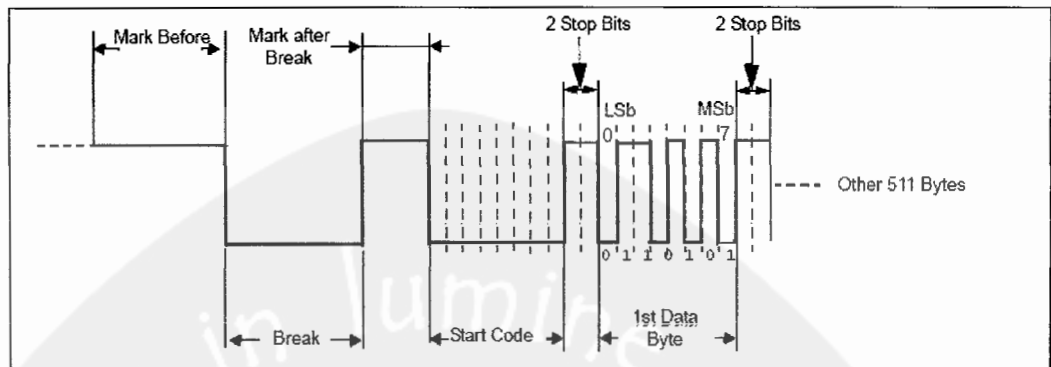
3.4. Komunikasi Antarmuka (*Interface*)

Interface merupakan penghubung antara komputer dengan piranti *peripheral* seperti motor, sensor, pembangkit frekuensi dan lain-lain. Untuk menghubungkan komputer dengan piranti *peripheral* seperti rangkaian *DMX 512 receiver RS 485* tersebut, maka dihubungkan melalui *port* paralel dari komputer melalui *transmitter* dan dikirimkan secara serial ke *receiver* melalui XLR 3 pin. Konstruksi pada XLR 3 pin dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 a. XLR *male connector*
b. XLR *female connector*

Sinyal yang dikeluarkan oleh *transmitter* DMX512 adalah sinyal serial 8bit dan *baudrate*-nya sebesar 250.000 bit/sec. Sinyal DMX512 ini diawali dengan sinyal *break* berupa logika *low* yang dilanjutkan dengan sinyal *mark after break* berupa logika *high*, setelah sinyal *mark after break* dikirimkan lalu *transmitter* DMX512 akan mengirim data nol(0) yang diartikan oleh *receiver* DMX512 sebagai *start code*. *Start code* diartikan dengan dimulainya pengiriman data sesuai dengan alamat secara berturut-turut hingga alamat yang ke-512 dan lamanya proses pengiriman terjadi dapat dilihat pada Tabel 3.1. Alur kerja sinyal pengiriman dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Timing diagram sinyal pengiriman data
(Microchip, 2007)

Tabel 3.1 Waktu proses pengiriman sinyal DMX512
(Microchip, 2007)

Deskripsi	Minimum	Maksimum	Tipe	Satuan
Break	92	-	176	μ Sec
Mark after Break	12	<1000000	-	μ Sec
Bit Time	3.92	4.02	4	μ Sec
Paket DMX512	1204	1000000	-	μ Sec

3.4.1. Standardisasi DMX 512

a. IDLE

Tidak adanya keluaran dari suatu paket DMX yang *valid* ditandai dengan logika HI atau satu secara terus menerus.

b. BREAK

Pada proses ini ditandai dengan logika L0 atau nol selama minimum 92 mikro detik. Apabila kurang dari 92

mikro detik maka data yang dikirimkan kemungkinan akan terjadi kesalahan pembacaan data.

c. *MARK AFTER BREAK (MAB)*

Pada proses ini ditandai dengan logika HI atau satu selama 12 mikro detik.

d. *START CODE (SC)*

Pada proses ini ditandai dengan logika LO atau nol selama kurang lebih 4 mikro detik. Hal ini menunjukkan pada alamat ke nol.

e. *CHANNEL DATA*

Terdiri dari 11 bit data diantaranya *start bit* dengan 1 bit dengan logika HI, diikuti dengan 8 bit paket data, 1 bit RB 8 dengan logika HI, dan 1 bit *stop bit* dengan logika HI.

3.4.2. Prinsip Kerja DMX512

Transfer rate DMX512 protokol telah ditetapkan untuk 250 kbit / s. Setelah 1 byte *start code* maka secara otomatis akan diambil nilai data untuk alamat 1, alamat 2, dan seterusnya sampai alamat 512. Jika memiliki dua data yang sama pada alamat yang berbeda, maka data akan dikirim secara bersama-sama. *Receiver* akan membaca data DMX512 setelah *idle, break, mark after break* yang *valid* sesuai dengan standarisasi DMX512. Tidak semua alamat dipakai atau harus diisi data. Misalkan hanya untuk menghidupkan atau mematikan 2 peralatan listrik, maka hanya perlu 2 alamat saja. Data bisa dimasukkan ke alamat 1 sampai 512, seperti pada alamat 1 dan 2, atau alamat 10 dan 11, dan seterusnya sesuai kebutuhan.

3.5. Transmisi Data

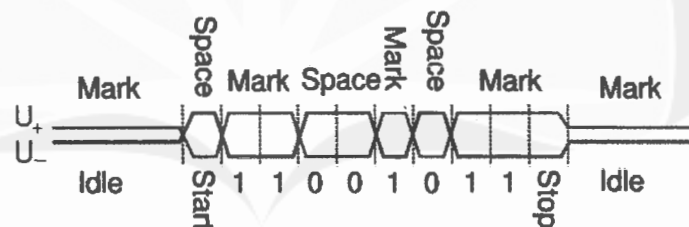
Dewasa ini dikenal 2 macam saluran transmisi data, yaitu transmisi saluran tunggal (*single-ended/unbalanced data transmission*) yang biasa dipakai RS 232 dan transmisi saluran ganda (*differential balanced data transmission*) yang dipakai RS 422 dan RS 485. Dalam saluran jenis tunggal, satu sinyal dikirim dengan satu buah kabel ditambah kabel *ground*, atau 2 sinyal dikirim dengan 2 buah kabel ditambah kabel *ground*. Sedangkan jenis saluran ganda, setiap sinyal dikirim dengan 2 buah kabel dan 2 sinyal dikirim dengan 4 buah kabel. Meskipun *balanced data transmission* lebih rumit, tetapi memiliki sifat yang sangat tahan terhadap gangguan listrik *eksternal* sehingga dapat menyalurkan data lebih jauh dengan kecepatan tinggi.

RS 485 adalah teknik komunikasi data serial yang telah lama dikembangkan dimana dengan teknik ini, komunikasi data dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu 1219,2 meter (4000 ft). Standar RS 485 telah dirancang dan dikembangkan oleh dua asosiasi industri yaitu, *Electronic Industries Association* (EIA) dan *Telecommunication Industri Association* (TIA). EIA memberikan label "RS" (*Recommended Standard*) pada awalan yang sudah distandarisasi. Dalam penggunaannya standar RS 485 telah banyak membantu dalam banyak aplikasi.

RS 485 adalah *interface* yang bukan merupakan standar peralatan pada *Home PC*, tapi sangat umum dalam akuisisi dunia data. RS 485 akan mendukung 32 *drivers* dan 32 *receivers* (*bi-directional - half duplex -*

komunikasi *multidrop* pada *single* atau *dual twisted pair cable*). Sistem RS 485 dapat dikomunikasikan dalam model 2 atau 4 kabel. Panjang maksimal kabel dapat lebih dari 4000 kaki, dikarenakan penggunaan sistem transmisi voltase yang berbeda. Penggunaan yang umum untuk RS 485 adalah *single PC* yang dihubungkan kepada beberapa *device* yang berbagi dengan kabel yang sama. Dapat dikatakan RS 485 merupakan sistem komunikasi *party-lined* (Anonim, 2007).

RS 485 memiliki 3 *line* dalam transmisi data, yakni data A (+), data B (-) serta ground. Data A dan B yang digunakan untuk komunikasi RS 485 mempunyai alur pengiriman data (*waveform*) seperti pada gambar 3.8.



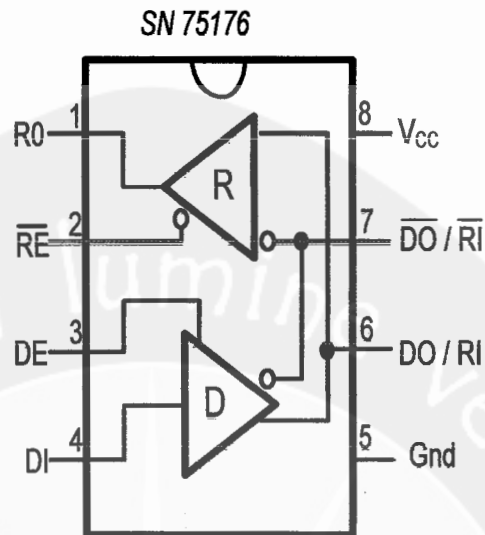
Gambar 3.8. *Waveform* RS 485 (Wikipedia, 2006)

Komponen RS 485 juga murah, mudah untuk ditambahkan pada sistem, mendukung jarak yang lebih panjang, kecepatan yang lebih tinggi, dan lebih banyak *node* dibanding RS 232, untuk lebih jelas perbedaan RS 485 dan RS 232 seperti pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Perbedaan RS 232 dengan RS 485
(Hermawan, 2008)

Spesifikasi	RS 232	RS 485
Model Operasi	<i>Single-Ended</i>	<i>Differential</i>
Jumlah <i>Driver</i> dan <i>Receiver</i> pada satu jalur	<i>1 Driver</i> <i>1 Receiver</i>	<i>32 Driver</i> <i>32 Receiver</i>
Panjang Kabel Maksimum	<i>50 feet</i>	<i>4000 feet</i>
Rata-rata Data Maksimum	<i>20kb/s</i>	<i>10Mb/s-</i> <i>100Kb/s</i>
Voltase Keluaran driver	<i>±25V</i>	<i>-7V to +12V</i>
Level sinyal <i>output Driver (loaded Min)</i>	<i>± 5V to ±15V</i>	<i>± 1.5V</i>
Level sinyal <i>output Driver (Unloaded Max)</i>	<i>± 25V</i>	<i>± 6V</i>
<i>Driver Load Impedance (ohms)</i>	<i>3K to 7K</i>	<i>54</i>
<i>Slew Rate (Max)</i>	<i>30V/μS</i>	<i>N/A</i>
<i>Receiver Input Voltage Range</i>	<i>±15V</i>	<i>-7V to +12V</i>
<i>Receiver Input Sensitivity</i>	<i>±3V</i>	<i>± 200mV</i>
<i>Receiver input Resistance (ohm)</i>	<i>3K to 7K</i>	<i>≥ 12k</i>

Chip/IC yang biasa digunakan dalam komunikasi data melalui RS 485 adalah IC tipe SN 75176 seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. IC SN 75176 (National, 1996)

Di dalam SN 75176 terdapat sebuah *Line Generator* dan sebuah *Line Receiver* yang dirangkai seperti terlihat dalam Gambar 3.9. *Output* dari *Line Generator* bisa diambangkan (*high impedance state*) dengan memberi '0' pada *input DE*, kemampuan ini dimaksud untuk menunjang keperluan dalam membentuk rangkaian saluran komunikasi *multidrop* yang menghendaki pada saluran hanya boleh satu *Line Generator* saja yang aktif.

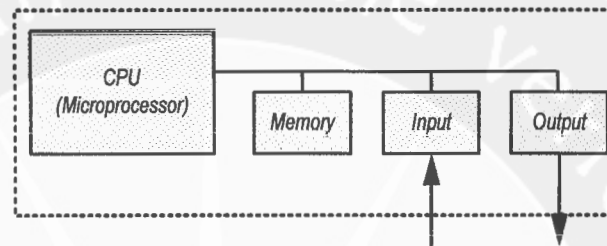
3.6. Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan otak dari segala peralatan otomatis. Mikrokontroler berkembang bersamaan dengan mikroprosesor, hanya bedanya mikroprosesor merupakan otak dari sebuah sistem komputer. Mikrokontroler biasanya digunakan dalam *VCD player*, *remote control*, *TV*, *printer*, *scanner* bahkan dalam satu

sistem komputer bisa terdapat lebih dari 10 buah mikrokontroler.

3.6.1. Struktur Dasar Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *Central Processing Unit (CPU)* yang disertai dengan memori serta sarana *input/output* dan dibuat dalam bentuk *chip*.



Gambar 3.10. Struktur Dasar Mikrokontroler
(Budiharto, 2005)

Struktur dasar mikrokontroler seperti gambar 3.10 pada umumnya sebagai berikut:

a. CPU (*Central Processing Unit*)

CPU terdiri atas dua bagian yaitu unit pengendali serta unit aritmatika dan logika (ALU). Fungsi utama unit pengendali adalah mengambil, mengkodekan, dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori. Unit pengendali berfungsi untuk mengatur operasi, aliran, dan instruksi program. Unit aritmatika berfungsi untuk melakukan proses perhitungan yang diperlukan selama program dijalankan. Unit logika berfungsi untuk mempertimbangkan suatu kondisi dan mengambil keputusan yang diperlukan untuk instruksi-instruksi berikutnya.

b. Bus Alamat

Bus alamat berfungsi sebagai lintasan saluran pengalamatan antara alat dengan sebuah komputer. Pengalamatan ini harus ditentukan terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya kesalahan pengiriman dan terjadinya bentrok antara 2 buah alat yang bekerja bersamaan.

c. Bus Data

Bus data merupakan sejumlah lintasan saluran keluar-masuknya data dalam suatu mikrokontroler. Saluran data yang masuk biasanya selalu sama dengan saluran data yang keluar.

d. Bus Kontrol

Bus kontrol berfungsi untuk menyerempakkan operasi mikrokontroler dengan operasi rangkaian luar.

e. Memori

Didalam sebuah mikrokontroler terdapat suatu memori yang berfungsi untuk menyimpan data atau program. Memori utama adalah memori yang ada suatu sistem. Waktu aksesnya lebih lambat dibandingkan *register* internal, yaitu antara 200 sampai 1.000 ns. Memori masal dipakai untuk penyimpanan berkapasitas tinggi, biasanya berbentuk disket, pita magnetik atau kaset. Ada beberapa jenis memori, diantaranya *RAM* dan *ROM*.

f. *Read Only Memory* (ROM)

ROM merupakan memori yang hanya dapat dibaca. Data yang disimpan di *ROM* tidak akan hilang meskipun tegangan sumber dimatikan. Terdapat beberapa jenis *ROM*, yaitu *ROM*, *PROM*, *EPROM*, dan *EEPROM*. *ROM* merupakan memori yang sudah diprogram oleh pabrik. *PROM* dapat

diprogram oleh pemakai tapi hanya dapat ditulis sekali saja. *UV PROM* merupakan *PROM* yang dapat diprogram atau ditulis beberapa kali dan dapat dihapus dengan sinar ultraviolet. *Flash PEROM* adalah *PROM* yang dapat ditulis ulang beberapa kali dan dapat dihapus dengan secara elektrik atau dengan tegangan listrik. Oleh karena biaya yang lebih murah dibandingkan *UVPROM*, *Flash PEROM* lebih populer dan diminati oleh programmer mikrokontroler.

g. RAM (*Random Access Memory*)

RAM (*Random Access Memory*) digunakan untuk menyimpan data sementara. Data yang tersimpan di RAM dapat diubah dengan mudah melalui instruksi program akan tetapi data tersebut akan hilang jika daya listrik dimatikan. Kapasitas *flash* dan RAM ini telah mencukupi untuk keperluan pengendalian yang cukup kompleks meskipun sangat kecil.

h. *Input/Output Port (I/O Port)*

I/O Port digunakan untuk keluar masuknya data dari atau ke mikrokontroler. Mikrokontroler *AT89S52* memiliki 4 port, yaitu *Port 0*, *Port 1*, *Port 2*, *Port 3*.

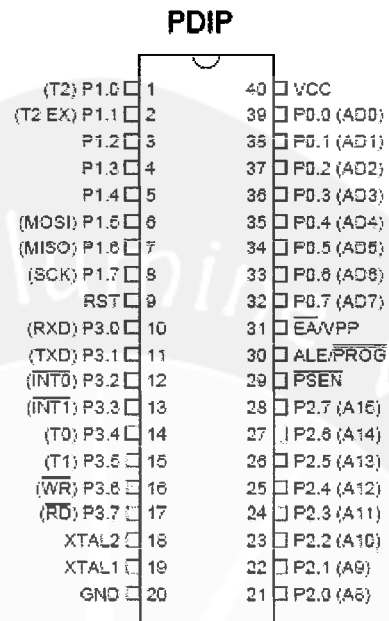
3.6.2. Mikrokontroler AT89S52

Mikrokontroler *AT89S52* merupakan mikrokontroler CMOS 8 bit dengan 8 Kbit *in-sistem programmable Flash memory*. Mikrokontroler ini berteknologi memori *non volatile* kerapatan tinggi dari Atmel yang kompatibel dengan mikrokontroler standar industri MCS-51 baik pin kaki IC maupun set instruksi serta harganya yang cukup murah.

Spesifikasi penting mikrokontroler AT89S52 antara lain:

- a. Sesuai dengan produk-produk MCS-51®.
- b. 8K Bytes *In-System Programmable* (ISP) *Flash Memory*. Ketahanan : 1000 *Write/Erase Cycles*.
- c. Tegangan pengoperasian 4.0 V - 5.5V.
- d. Beroperasi pada : 0 Hz - 33 MHz.
- e. Tiga tingkat penguncian memori program.
- f. 256 x 8-bit *Internal RAM*
- g. 32 jalur I/O yang dapat diprogram.
- h. Tiga buah 16-bit *Timer/Counters*.
- i. Delapan sumber interupsi.
- j. Saluran serial UART penuh rangkap dua.
- k. Sedikit daya yang tidak terpakai dan mode penurunan daya.
- l. Penginterupsian perbaikan dari mode penurunan daya.
- m. *Watchdog Timer*.
- n. *Dual Data Pointer*.
- o. *Power-off Flag*.
- p. Waktu pemrograman singkat.
- q. Fleksibilitas Pemrograman ISP (*Byte dan Page Mode*).

Konfigurasi kaki / pin mikrokontroler AT89S52 :



Gambar 3.11. Mikrokontroler AT89S52
(Atmel, 2008)

Berikut penjelasan masing-masing kaki atau pin pada mikrokontroler AT89S52 :

a. Pin 1 sampai 8

Pin 1-8 merupakan *port 1* yang menjadi saluran (*bus*) dua arah *input/output* 8 bit. Dengan *internal pull-up* yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan dapat mengendalikan empat *input TTL*. *Port* ini juga digunakan sebagai saluran alamat pada saat memprogram dan verifikasi.

Tabel 3.3. Fungsi Pin Port 1 Mikrokontroler AT89S52
(Atmel, 2008)

Pin port	Fungsi alternative
P1.0	T2 (<i>Input cacah eksternal ke Timer/Counter 2, clock out</i>)
P1.1	T2EX (<i>Timer/Counter 2 capture/reload dan kontrol arah</i>)
P1.5	MOSI (<i>digunakan untuk In-sistem Programming</i>)
P1.6	MISO (<i>digunakan untuk In-sistem Programming</i>)
P1.7	SCK (<i>digunakan untuk In-sistem Programming</i>)

b. Pin 9 (RST)

Merupakan masukan reset (aktif tinggi) untuk dua siklus mesin. Bit DISTRO di SFR AUXR (alamat 8EH) dapat digunakan untuk menonaktifkan fitur ini.

c. Pin 10 sampai 17

Port 3 merupakan saluran (*bus*) dua arah *input/output* 8 bit *internal pull-up* yang memiliki fungsi pengganti. Ketika logika 1 diberikan ke port 3, maka internal pull-up akan menseset port pada kondisi high dan port 3 dapat digunakan sebagai saluran input. Bila fungsi pengganti tidak dipakai, maka fungsi ini dapat digunakan sebagai port paralel 8 bit serbaguna. Selain itu, sebagian dari port 3 dapat berfungsi sebagai sinyal kontrol pada saat proses pemrograman dan verifikasi. Port

3 juga melayani fungsi dari fitur utama pada AT89S52. adapun fungsi penggantinya seperti pada tabel 3.4.

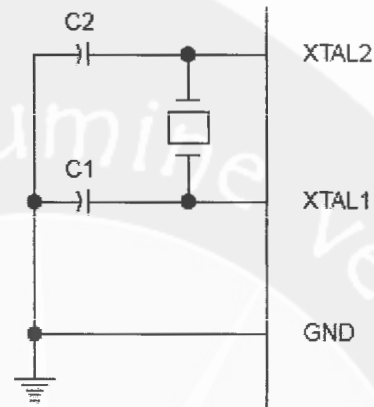
Tabel 3.4. Tabel Fungsi Pengganti dari Port 3
(Atmel, 2008)

Bit	Nama	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/pencacah 0
P3.5	T1	input eksternal timer/pencacah 1
P3.6	WR'	jalur menulis memori data eksternal strobe
P3.7	RD'	jalur membaca memori data eksternal strobe

d. Pin 18 dan 19

Jalur ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguat tinggi. Mikrokontroler ini memiliki seluruh rangkaian *osilator* yang diperlukan pada chip, kecuali rangkaian kristal yang mengendalikan frekuensi osilator. Oleh karena itu, pin 18 dan 19 sangat diperlukan untuk dihubungkan dengan kristal. Selain itu, XTAL 1 juga dapat dipakai sebagai unput untuk *inverting osilator amplifier* dan input ke rangkaian *internal clock*. Sedangkan XTAL 2

merupakan output dari inverting oscillator amplifier.



Gambar 3.12. Rangkaian Osilator

e. Pin 20

Merupakan ground sumber tegangan yang diberi simbol GND.

f. Pin 21 sampai 28

Pin ini merupakan port 2 yang menjadi saluran (bus) input/output dua arah 8 bit dengan internal pull-up. Saat pengambilan data dari program memori eksternal dengan menggunakan alamat 16 bit (MOVX @ DPTR), maka port 2 akan berfungsi sebagai saluran (bus) alamat tinggi (A8-A15). Sedangkan pada saat mengakses ke data memori eksternal menggunakan alamat 8 bit (MOVX @ R1), port 2 mengeluarkan isi P2 ke Special Function Register.

g. Pin 29

Program Store Enable (PSEN') merupakan sinyal pengontrol untuk mengakses program memori

eksternal yang masuk ke dalam saluran (bus) selama proses pemberian atau pengambilan instruksi (*fetching*) ketika AT89S52 sedang mengeksekusi kode dari memori program eksternal, PSEN' akan diaktifkan dua kali dalam setiap siklus mesin, kecuali aktivasi kedua PSEN' ditunda selama akses ke memori data eksternal.

h. Pin 30

ALE/PROG' (*Address Latch Enable*) merupakan penahanan alamat memori eksternal (pada port 1) selama menghasilkan memori eksternal. Pin ini juga sebagai pulsa (sinyal) input program (PROG) selama proses pemrograman. Pada operasi standar, sinyal ALE mempunyai kecepatan konstan, yaitu $1/6$ dari frekuensi *osilator* dan sering digunakan sebagai *timing eksternal* atau tujuan *clocking*. ALE juga dapat dinonaktifkan dengan menset bit 0 dari SFR pada lokasi 8EH. Mengeset ALE pada keadaan nonkatif tidak mempunyai efek jika mikrokontroler berada pada mode eksekusi eksternal.

i. Pin 31

External Access Enable (EA) merupakan sinyal kontrol untuk pembacaan memori program, apabila diset rendah (L), maka mikrokontroler akan melaksanakan seluruh instruksi dari memori program eksternal. Sedangkan apabila diset tinggi (H) maka mikrokontroler akan melaksanakan instruksi dari memori program internal saat isi program counter kurang dari 4096. Port ini juga berfungsi sebagai tegangan pemrograman ($V_{pp} = +12V$) selama proses pemrograman berjalan.

j. Pin 32 sampai 39

Port 0 merupakan saluran (bus) *input/output* 8 bit *open collector* yang dapat digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah dan bus data selama adanya akses ke memori program *eksternal*. Pada saat proses pemrograman dan verifikasi port 0 digunakan sebagai saluran (bus) data. *external pull-up* dibutuhkan selama proses verifikasi.

k. Pin 40

Merupakan sumber tegangan positif yang diberi simbol V_{CC} .

3.6.3. Register Fungsi Khusus

Peta *register* fungsi khusus dan nilai saat reset diperlihatkan pada gambar di bawah. Perlu diperhatikan bahwa tidak semua alamat terpakai oleh *register* fungsi khusus. Pada alamat yang belum terpakai sebaiknya tidak dicoba untuk diakses. Hampir semua *register* fungsi khusus akan bernilai 00H saat *reset* kecuali *register* untuk *port* (*Port 0*, *Port 1*, *Port 2*, *Port 3*) bernilai 0FFH dan *SP* (*Stack Pointer*) = 07H.

Jenis *register* fungsi khusus sebagian besar sama seperti pada seri *standard AT89C51* seperti: *P0*, *P1*, *P2*, *P3*, *ACC*, *B*, *SP*, *PCON*, *TMOD*, *TCON*, *TH1*, *TL1*, *TH0*, *TL0*, *PSW*, *IE*, *IP*, *SBUF*. Dan pada seri *AT89S52* ini ada beberapa *register* tambahan yaitu: *Timer 2* (*T2MOD*, *T2CON*, *TH2*, *TL2*, *RCAP2H*, *RCAP2L*), dua *register* data pointer (*DP0L*, *DP0H*, *DP1L*, *DP1H*), *register* tambahan (*AUXR*, *AUXR1*), *watchdog timer* (*WDTRST*).

a. *Register Timer 2*

Timer 2 atau *counter 2* dibangun dari *register TH2* dan *TL2* dan bekerja seperti *timer 2* pada seri AT89C52/55. Untuk mengatur *timer 2* digunakan dua *register T2CON* dan *T2MOD*. *Timer 2* adalah *pencacah biner 16 bit* yang bisa dioperasikan dalam 3 mode: *pencacah 16 bit isi ulang*, *pencacah 16 bit capture* dan *pengatur baudrate pada port serial*. Sepasang *register RCAP2L* dan *RCAP2H* dipakai untuk keperluan *isi ulang*, *capture* dan *pengatur baudrate*.

b. *Register Data Pointer (DPTR)*

Untuk memfasilitasi *pengaksesan memori data* dan *memori program eksternal*, ditambahkan 2 *data pointer*: *DP0* (alamat 82H & 83H) dan *DP1* (alamat 84H & 85H). Jika *DPS = 0*, *data pointer* memakai *DP0* dan jika *DPS = 1*, memakai *DP1*. Pemrogram harus selalu mengatur bit *DPS* ini sebelum mengakses sederetan data dengan *data pointer*.

c. *Flag Power-On (POF)*

Flag power-on (POF) berada di bit-4 pada *register PCON*. *POF* akan diset 1 jika daya listrik telah dihubungkan ke chip. Bit ini dapat diset-direset dengan *software* dan tidak dipengaruhi input reset (pin RST).

3.6.4. Organisasi Memori

Mikrokontroler MCS51 memisahkan memori data dengan memori program. Memori data dan memori program yang bisa diakses oleh MCS51 masing-masing adalah 64kByte. Ruang memori sebesar 64kByte itu tidak seluruhnya berada di chip (*on chip memory*), tetapi bisa ditambahkan memori eksternal.

a. Memori Program

Jika pin \overline{EA} dihubungkan ke GND, program yang akan dikerjakan diambil semua dari memori eksternal (ROM eksternal). Jika \overline{EA} dihubungkan ke VCC, program yang dikerjakan pada alamat 0000H hingga 1FFFH diambil dari memori program internal (*on chip flash ROM*) dan program dialamat 2000H hingga FFFFH diambil dari memori ROM eksternal.

b. Memori Data

AT89S52 memiliki memori data (RAM) sebesar 256 Byte. Memori ini dibedakan menjadi 128 Byte rendah dan 128 Byte atas. Memori data bagian 128 Byte atas mempunyai alamat yang sama dengan Register Fungsi Khusus/*Special Function Register* (SFR). Hal ini berarti 128 Byte RAM atas dan SFR mempunyai alamat yang sama walaupun keduanya secara fisik terpisah. CPU membedakan memori yang akan diakses dengan cara pengalamatan yang berbeda. Dengan menggunakan pengalamatan tak-langsung (*indirect addressing*) akan mengakses 128 Byte RAM atas dan dengan pengalamatan langsung (*direct addressing*) akan mengakses ke SFR.