

SKRIPSI

**PERANCANGAN TERMOMETER TUBUH DENGAN
TAMPILAN KONDISI TUBUH MENGGUNAKAN AT89S51**



Disusun Oleh :

**YUNIUS ERDIYANTO
NIM : 96 17 074**

**KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2009**

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АРХИТЕКТУРА
ЖӘНЕ ҚАҒАЗДАНБЕЛГІЛІК ІШІ АҒАМЫ
ҚАҒАЗДАНБЕЛГІЛІК ІШІ АҒАМЫ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АРХИТЕКТУРА
ЖӘНЕ ҚАҒАЗДАНБЕЛГІЛІК ІШІ АҒАМЫ

МММ : 00 11 018
АДМИСТ. БӨЛІМІ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АРХИТЕКТУРА
ЖӘНЕ ҚАҒАЗДАНБЕЛГІЛІК ІШІ АҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАН

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN TERMOMETER TUBUH DENGAN TAMPILAN KONDISI TUBUH MENGGUNAKAN AT89S51


SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi salah satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan
Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika*

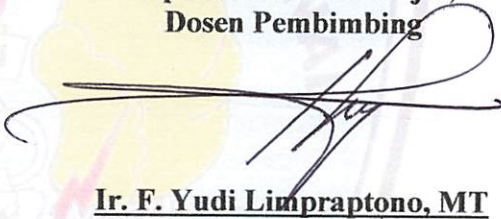
Oleh :
Yunius Erdiyanto
96 17 074

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2009**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Yunius Erdiyanto

NIM : 96.17.074

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Judul Skripsi : " **PERANCANGAN TERMOMETER TUBUH DENGAN
TAMPILAN KONDISI TUBUH MENGGUNAKAN AT89S51** "

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Senin

Tanggal : 23 Maret 2009

Dengan Nilai : 76,25 (B⁺) *Buy*

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji

(Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT.)
NIP. Y. 1028700163

Sekretaris Majelis Penguji

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.)
NIP. Y. 1039500274

Anggota Penguji

Penguji Pertama

(Ir. Mimien Mustikawati, MT.)
NIP. 103000352

Penguji Kedua

(I Komang Somawirata, ST, MT.)
NIP. P. 1030100361

ABSTRAKSI

PERANCANGAN TERMOMETER TUBUH DENGAN TAMPILAN KONDISI TUBUH MENGGUNAKAN AT89S51

(Yunius Erdiyanto, 96.17.074, Teknik Elektro/Elektronika S-1)

Dosen Pembimbing : IR. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT

Kata Kunci : *Mikrokontroler AT89S51, LM35, LCD M1632*

Termometer tubuh dengan tampilan kondisi tubuh menggunakan mikrokontroler AT89S51 dirancang untuk dapat menginformasikan nilai suhu tubuh dalam kondisi demam/normal/hipotermi. Dengan teknologi ini kita dapat mengetahui keadaan tubuh pada saat itu sebagai langkah awal pencegahan terhadap suatu penyakit maupun dalam upaya menjaga kesehatan.

Pada saat sensor LM35 mendeteksi suhu, maka sinyal keluaran dari sensor yang masih berupa tegangan analog akan diterima dan dikondisikan oleh rangkaian Op-Amp LM358 untuk selanjutnya dirubah menjadi data digital oleh ADC0804, data digital tersebut kemudian diiproses oleh mikrokontroller AT89S51 untuk di konversi kedalam besaran °C untuk selanjutnya di displaykan pada LCD.

Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51 ini memiliki kelebihan selain mudah dalam pengoperasiannya, juga dapat menginformasikan suhu tubuh yang diukur beserta kondisi tubuh (Hipotermi, Normal, dan Demam). Dari hasil pengujian didapatkan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar 99,81% dalam melakukan pengukuran suhu.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat-Mu Ya Allah yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” PERANCANGAN TERMOMETER TUBUH DENGAN TAMPILAN KONDISI TUBUH MENGGUNAKAN AT89S51 ” ini dengan lancar. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk meraih gelar Sarjana Teknik.

Keberhasilan penyelesaian laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. DR. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT. selaku Dekan FTI.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 dan selaku Dosen Pembimbing.
4. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1.
5. Ibunda, Kakanda, Rohm serta keluarga besar yang telah memberikan do'a, restu, dorongan, semangat dan biaya.
6. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin dan menyadari sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini. Untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Harapan penyusun semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bagi pembaca.

Malang, Maret 2009

Penyusun



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



" Dengan Menyebut Nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang "

“ Lembar Persembahan “

“ Laa Haula Walaa Quwwata Illa Billahil Aliyil Adzim “

* Tiada Daya Dan Kekuatan Melainkan Dari Kehadirat Allah SWT *

Alhamdulillah Rabbil Alamin, Segala Puja dan Puji penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memudahkan dalam penyusunan Skripsi ini sampai selesai.

Pada kesempatan kali ini penulis persembahkan Skripsi ini kepada ;

ALLAH S.W.T.

✦ Raja segala Raja Manusia serta Raja segala Ilmu yang ada di Dunia ini. ✦
Terima kasih ya Allah yang telah melimpahkan Rahmad dan Hidayah-Nya sehingga penulis menuntaskan Skripsi ini

“ Sesungguhnya Ilmu Pengetahuan Menempatkan Pemiliknya dalam kedudukan yang Mulia (Tinggi). Ilmu Pengetahuan adalah Keindahan Bagi Pemiliknya di Dunia dan di Akhirat “

(HR. Ar-Rabbi)

JUGA TAK LUPA ANANDA PERSEMBAHKAN BUAT

Ayahanda H. Tirtonoto & Ibunda Hj. Nasrifah **Tercinta**

Berkat do'a dan Restumu berdua Ananda berhasil menyelesaikan semua tugas ini.

Ternyata dibalik kesabaranmu, ketegaranmu, nasehat-nasehatmu, kepercayaanmu, serta Cinta Kasihmu yang telah melahirkan seorang Sarjana Teknik di tengah-tengah keluarga ini. Sepenuh hati Ananda menghaturkan terima kasih kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta, Selamanya Aku Sayang Engkau berdua.

**ALLAH TIDAK AKAN MERUBAH NASIB SUATU KAUM
SEBELUM KAUM ITU MERUBAHNYA SENDIRI**



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penulisan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	2
1.6. Sistematika Pembahasan	3
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Mikrokontroller AT89S51	4
2.1.1. Teori umum	4
2.1.2. Arsitektur AT89S51	5
2.1.3. Konfigurasi Pin pada Mikrokontroller AT89S51	6
2.1.4. Karakteristik Oscilator Inverting	9
2.1.5. Organisasi Memory	10
2.1.5.1 Program Memory Internal	10
2.1.5.2 Data Memory (RAM) Internal	10
2.1.5.3. SFR (Special Function Register)	11
2.2. IC LM35	12
2.3. ADC (Analog to Digital Converter)	14

2.4. Penguatan Operasional Amplifier	15
2.4.1. Penguat Pembalik (Inverting Amplifier)	16
2.4.2. Penguat Tidak Membalik (Non Inverting Amplifier)	18
2.4.3. Penguat Differensial	19
2.5. Dioda	20
2.6. Kapasitor	21
2.6.1. Pengertian Kapasitor	23
2.6.2. Cara Kerja Kapasitor	23
2.6.3. Pengisian Kapasitor	24
2.7. Resistor	27
2.8. LCD (Liquid Crystal Display)	28
2.8.1. Sinyal Interface M1632	28
2.8.2. Interface ke MCS-51	30
2.8.3. Mengatur Tampilan M1632	34

BAB III. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Diagram Blok	40
3.2. Prinsip Kerja Alat	41
3.3. Mikrokontroler AT89S51	33
3.3.1. Pemetaan Memori	43
3.3.2. Rangkaian Clock	43
3.3.3. Rangkaian Reset	44
3.3.4. Hubungan Pin Pada AT89S51	45
3.4. Rangkaian Sensor	46
3.5. Op-Amp LM358	48
3.6. Perancangan Analog to Digital Converter (ADC) 0804	49
3.7. Perancangan Rangkaian LCD	51

BAB IV. PENGUJIAN ALAT

4.1. Pengujian Mikrokontroler AT89S51	56
4.2. Pengujian Rangkaian Tampilan LCD	59
4.3. Pengujian Rangkaian Sensor	60

4.3.1. Analisa Data Hasil Perhitungan Rangkaian Sensor Suhu	62
4.3.2. Kesalahan Relatif	65
4.4. Pengujian Rangkaian ADC 0804	66
4.4.1. Tujuan	66
4.4.2. Peralatan Yang Digunakan	66
4.4.3. Langkah Pengujian	67
4.4.4. Hasil Pengujian	68
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN-LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Diagram Blok AT89S51	4
Gambar 2- 2 Konfigurasi Pin-Pin AT89S51.....	6
Gambar 2- 3 Karakteristik Oscillator	9
Gambar 2- 4 Organisasi RAM Internal	11
Gambar 2- 5 IC LM35	13
Gambar 2- 6 ADC 0804	15
Gambar 2- 7 Simbol Op-Amplifier	16
Gambar 2- 8 Rangkaian Penguat Pembalik	16
Gambar 2- 9 Rangkaian Penguat Tak Membalik	18
Gambar 2-10 Rangkaian Penguat Diffferensial	19
Gambar 2-11 Simbol Dioda	21
Gambar 2-12 Simbol Kapasitor	22
Gambar 2-13 Rangkaian Pengisian Kapasitor	24
Gambar 2-14 Grafik Tegangan dan Arus Pengisian Kapasitor	24
Gambar 2-15 Mengirim/Mengambil Data ke/Dari M1632	29
Gambar 2-16 Hubungan M1632 ke MCS'51	30
Gambar 2-17 Rangkaian LCD M1632	36
Gambar 3- 1 Diagram Blok	40
Gambar 3- 2 Rangkaian Clock AT89S51	44
Gambar 3- 3 Rangkaian Reset	45
Gambar 3- 4 Hubungan Pin Pada AT89S51	46

Gambar 3- 5 Rangkaian Sensor LM35	47
Gambar 3- 6 Rangkaian Op-Amp LM358	48
Gambar 3- 7 Rangkaian ADC 0804	50
Gambar 3- 8 Rangkaian LCD Pada Mikrokontroller	54
Gambar 3-9 Flowchart Keseluruhan Alat	55
Gambar 4- 1 Rangkaian Pengujian Mikrokontrller dan Sistem Minimum	57
Gambar 4- 2 Rangkaian Pengujian LCD	61
Gambar 4- 3 Foto Tampilan LCD Hasil Percobaan	61
Gambar 4- 4 Grafik pengambilan data temperatur	62
Gambar 4- 5 Diagram Blok Pengujian ADC 0804	66
Gambar 4- 6 Rangkaian Pengujian ADC 0804	67
Gambar 4- 7 Foto Display Alat Pada Saat Suhu Tubuh 31,6°C	68
Gambar 4- 8 Foto Alat	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2 – 1 Pengaturan RS0-RS1 untuk select Register Bank	11
Tabel 2 – 2 128 byte Special Function Register	12
Tabel 2 – 3 Tabel Gelang Warna Resistor	25
Tabel 2 – 4 Fungsi Pin – Pin LCD	37
Tabel 4 – 1 Tabel Hasil Pengujian Mikrokontroller	59
Tabel 4 – 2 Hasil Pengukuran V_{out} Sensor	60
Tabel 4 – 3 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan V_{out}	64
Tabel 4 – 4 Hasil Pengujian ADC 0804 dengan LED indikator	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya derajat kesehatan masyarakat yang optimal yaitu sehat fisik, mental dan spiritual merupakan salah satu tujuan pembangunan nasional. Untuk mencapai hal tersebut diatas maka dibutuhkan sumber daya manusia yang siap pakai serta pembangunan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi terutama pembangunan kesehatan di segala bidang

Betapa pentingnya mengetahui suhu tubuh adalah sebagai langkah awal untuk pencegahan suatu penyakit maupun suatu bentuk usaha kita dalam menjaga kesehatan. Kondisi suhu tubuh yang normal adalah sekitar 37° Celcius. Demam atau peningkatan suhu tubuh diatas suhu normal merupakan suatu gejala penyakit. Berangkat dari permasalahan diatas maka penulis merencanakan dan membuat termometer tubuh dengan tampilan kondisi tubuh menggunakan AT89S51 (demam/normal/hipotermi), beserta nilai besaran suhu tubuh. Dengan teknologi ini kita dapat mengetahui keadaan tubuh pada saat itu sebagai langkah awal pencegahan terhadap suatu penyakit maupun dalam upaya menjaga kesehatan.

1.2. Rumusan masalah

Dari uraian tersebut diatas maka timbul beberapa permasalahan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang rangkaian termometer tubuh dengan menggunakan Mikrokontroler AT89S51?

2. Bagaimana merancang rangkaian termometer tubuh dengan sensor suhu?
3. Bagaimana menampilkan kondisi tubuh pada LCD?

1.3. Tujuan Penulisan

Merancang termometer tubuh dengan tampilan kondisi tubuh sebagai langkah awal upaya pencegahan terhadap suatu penyakit maupun sebagai upaya dalam menjaga kesehatan.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Menggunakan Mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali utama.
2. Menggunakan sensor suhu LM35.
3. Menggunakan LCD M1632 sebagai display kerja alat.
4. Perancangan termometer tubuh, suhu tubuh untuk dewasa

1.5. Metodologi

Metodologi yang dilakukan dalam penulisan Skripsi “Perancangan termometer tubuh dengan tampilan kondisi tubuh menggunakan AT89S51” diantaranya adalah :

1. Tinjauan pustaka, meliputi konsep dasar dan teori yang digunakan.
2. Perancangan dan pembuatan aplikasi meliputi perancangan model, proses pembuatan disertai diagram alirnya.
3. Pengujian tentang aplikasi yang sedang dibuat.
4. Membuat kesimpulan serta saran dari hasil pengujian aplikasi.

1.6. Sistematika Pembahasan

Dalam perencanaan dan penyusunan laporan Skripsi ini akan terdiri dari lima bab yang antara lain adalah :

BAB I : Pendahuluan.

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, metodeologi penulisan dan sistematika pembahasan.

BAB II : Landasan Teori.

Berisi tentang landasan teori komponen yang digunakan.

BAB III : Perencanaan dan Pembuatan alat.

Berisi tentang Perancangan Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51.

BAB IV : Pengujian dan Analisa Kerja Alat.

Berisi tentang pengujian dan analisa kerja Perancangan Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51 secara diagram blok maupun secara keseluruhan.

BAB V : Penutup.

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

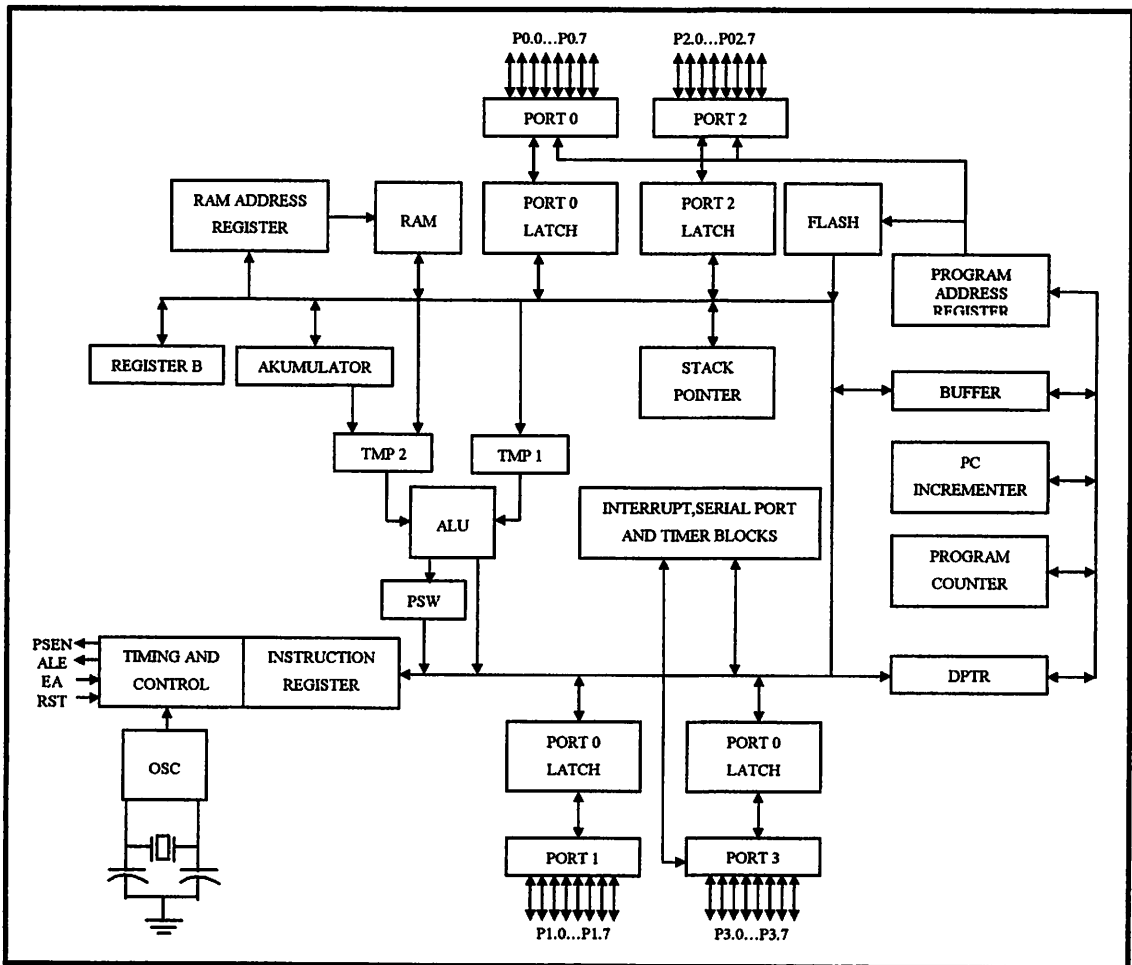
BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini akan menguraikan tentang dasar-dasar teori dasar yang menunjang dalam perencanaan dan pembuatan alat. Uraian teori dalam bab ini meliputi teori IC AT89S51, ADC0804, LM35, LCD M1632 dan perangkat-perangkat pendukung lainnya.

2.1. Mikrokontroler AT89S51

2.1.1. Teori umum.



Gambar 2-1. Diagram Blok AT89S51
 Sumber : www.atmel.com

AT89S51 merupakan sebuah mikrokontroler 8-bit CMOS, *Low Power* dengan 4Kb *flash Programmable and Erasable Read Only Memory* (PEROM). IC ini dibuat sesuai dengan *standart* industri konfigurasi pin dan *intruction set* dari MCS-51.

- 4Kb *Flash Memory*.
- 128 *Byte Internal RAM*.
- 32 *I/O Lines*.
- 2 *Timer/Counter* 16-Level.
- 1 *Serial Port Full Duplex*.
- *On Chip Osilator*.

AT89S51 mempunyai dua buah *Power-Saving* mode yang dapat diatur melalui *software*, yaitu: *IDE Mode* yang akan menghentikan CPU sebagai RAM, *Timer / Counter*, *Serial Port* dan *Interrupsi system* tetap berfungsi. *Power Down Mode* yang akan menyimpan ini di RAM, tetapi menahan *Oscilator* untuk tidak mengaktifkan *chip* yang lain sampai terjadi *reset* secara *hardware*.

2.1.2. Arsitektur AT89S51.

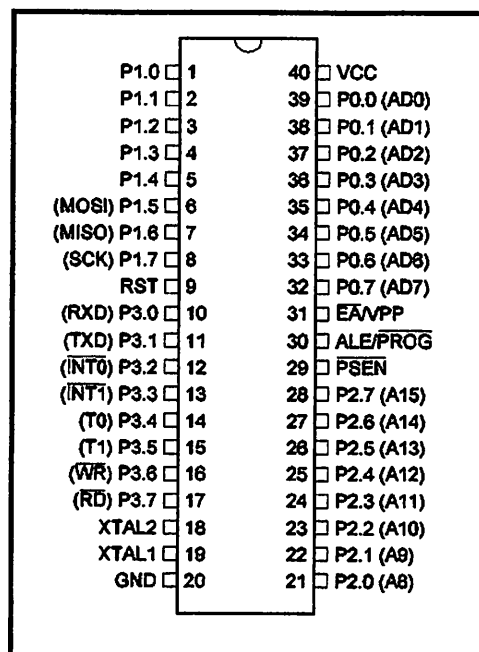
Arsitektur Mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

- CPU (*Central Processing Unit*) 8-bit dengan *register A (Accumulator)* dan B.
- 16-Bit *Program Counter (PC)* dan *data pointer (DPTR)*.
- 8-Bit *Program status word (PSW)*.
- 4-Bit *Stack pointer (SP)*.
- 4 *Kbyte internal EPROM*
- 128 *byte internal RAM*.

- 4 bank register, masing-masing berisi 8 register.
 - 16 Byte yang dapat dialamatkan pada bit level.
 - 80 Byte general purpose memory data.
- 32 pin input-output tersusun atas P0-P3 masing-masing 8-bit.
 - 2 Buah 16-bit timer counter.
 - Receiver Register, yaitu : TCON, TMOP, SCON, IP, dan IE.
 - 5 Buah sumber interrupt (2 buah sumber interrupt eksternal dan 3 buah sumber interrupt internal).
 - Oscilator dan Clock internal.

2.1.3. Konfigurasi Pin pada Mikrokontroler AT89S51.

Konfigurasi kaki-kaki mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 40 pin, seperti terlihat pada gambar 2 – 2 sebagai berikut:



Gambar 2–2. Konfigurasi Pin-Pin AT89S51

Sumber : www.atmel.com

Fungsi dari tiap-tiap pin adalah sebagai berikut:

1. *VCC (Supply tegangan).*
2. *GND (Ground).*
3. *Port 0*

Merupakan *port input-output* dua arah dan dikonfigurasi sebagai *multiplex* dua bus alamat rendah (A0 – A7) dan data selama pengaksesan program *memory* dan data *memory internal*.

4. *Port 1*

Merupakan *port input-output* dua arah dengan *internal pull-up*.

5. *Port 2*

Merupakan *port input-output* dua arah dengan *internal pull-up*. Mengeluarkan *address* tinggi selama pengambilan (*fetch*) program *memory internal* dan selama pengaksesan ke data *memory port 2* mengeluarkan isi P2SFR (*Special Function Register*) menerima *address* tinggi dan beberapa sinyal kontrol selama pemrograman dan *verifikasi*.

6. *Port 3.*

Merupakan *port input-output* dua arah dengan *internal pull-up*.

Port 3 juga memiliki fungsi khusus, yaitu:

- *RXD (P3.0) : Port input serial.*
- *TXD (P3.1) : Port out-put serial.*
- *INT0 (P3.2) : Interrup 0 external.*
- *INT1 (P3.3) : Internal 1 external.*
- *TO (P3.4) : Input external timer 0.*
- *TXD (P3.1) : Port out-put serial.*

- INTO (P3.2) : *Interrupt 0 external.*
- INTI (P3.3) : *Interrupt 1 external.*
- TO (P3.4) : *Input external timer 0.*
- T1 (P3.5) : *Input external timer 1.*
- WR (P3.6) : *Strobe tulis data memory external.*
- RD (P3.7) : *Strobe baca data memory external.*

7. RST

Input reset.

8. ALE \ PROG

Pulsa *output* ALE digunakan untuk proses “*latching*” *byte address* rendah (A0 - A7) selama pengaksesan ke *external memory*. Pin ini juga untuk memasukkan pulsa program selama pemrograman.

Pada operasi normal ALE mengeluarkan *rate konstant* yaitu 16 *frekuensi* osilasi dan boleh digunakan untuk *timing external*.

9. PSEN

Merupakan *strobe* baca ke program *memory external*.

10. EA \ VPP.

External address enable EA digroundkan jika mengakses *memory external*.

Untuk mengakses *memory internal* maka dihubungkan ke *VCC*.

11. XTAL 1 dan XTAL 2.

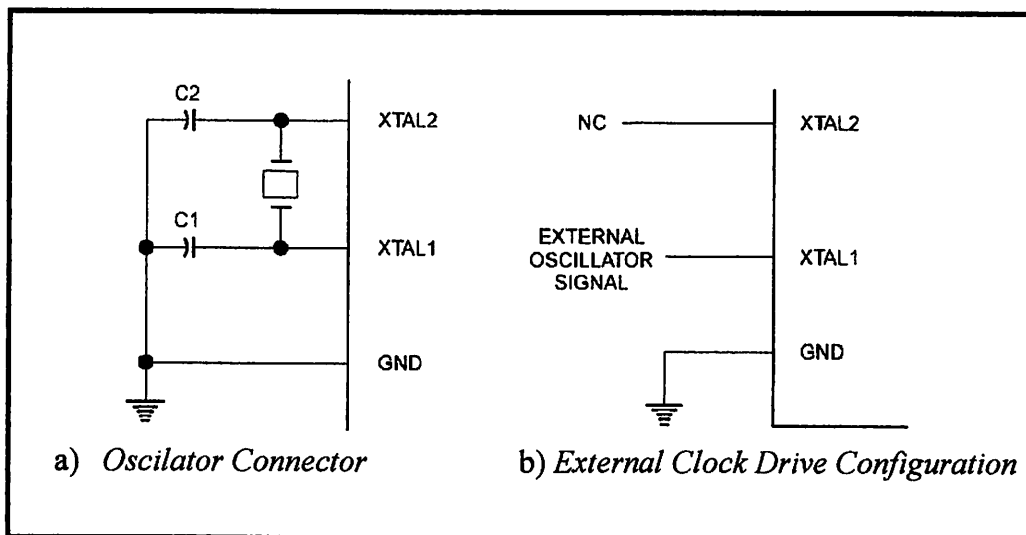
Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan *osilator internal*.

XTAL 1 merupakan *input inverting osilator amplifier* sedangkan XTAL 2 merupakan *out-put inverting osilator amplifier*.

2.1.4. Karakteristik *Oscillator Inverting*.

XTAL 1 dan XTAL 2 secara berurutan merupakan *input dan output* dari sebuah *inverting amplifier* yang dapat dikonfigurasi penggunaannya sebagai *on chip oscillator* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-3a dibawah ini. XTAL1 dan XTAL 2 ini dapat menggunakan sebuah *kristal quartz* maupun *resonator keramik*.

Untuk memberikan AT89S51 dari sumber *clock external*. Maka pin XTAL 2 dibiarkan tidak berhubungan dan XTAL 1 dihubungkan dengan sumber *clock external* seperti pada gambar 2-3b. Rangkaian ini tidak melakukan *duty cycle* dari setiap sinyal *clock internal*, karena *input* bagi masukan rangkaian *clock internal* dihubungkan ke *flip-flop* pembagi dua, tetapi spesifikasi nilai tegangan pada saat tinggi dan rendah, maksimum dan minimumnya harus diberikan.



Gambar 2-3 : Karakteristik *Oscillator*

Sumber : www.atmel.com

2.1.5. Organisasi *Memory*.

Didalam AT89S51 ruangan alamat telah dibedakan untuk program *memory* dan data *memory*.

2.1.5.1. *Program Memory Internal*

AT89S51 memiliki program *memory internal* sebesar 4Kbyte dengan ruang alamat 0000H-0FFFH. Jika alamat-alamat program lebih tinggi daripada 0FFFH, yang melebihi kapasitas ROM/*Fash memory internal* menyebabkan AT89S51 secara otomatis mengambil *Code Byte* dari program *memory external*. *Code Byte* juga dapat diambil hanya dari *external memory* dengan alamat 0000H-FFFFH dengan cara menghubungkan Pin EA ke *Ground*.

2.1.5.2. *Data Memory (RAM) Internal*.

Ruang alamat bawah *memory data (RAM) internal* dengan kapasitas 128 byte yaitu 00H-7FH yang terbagi atas 3 daerah, yaitu:

- **4 *Bank Register***

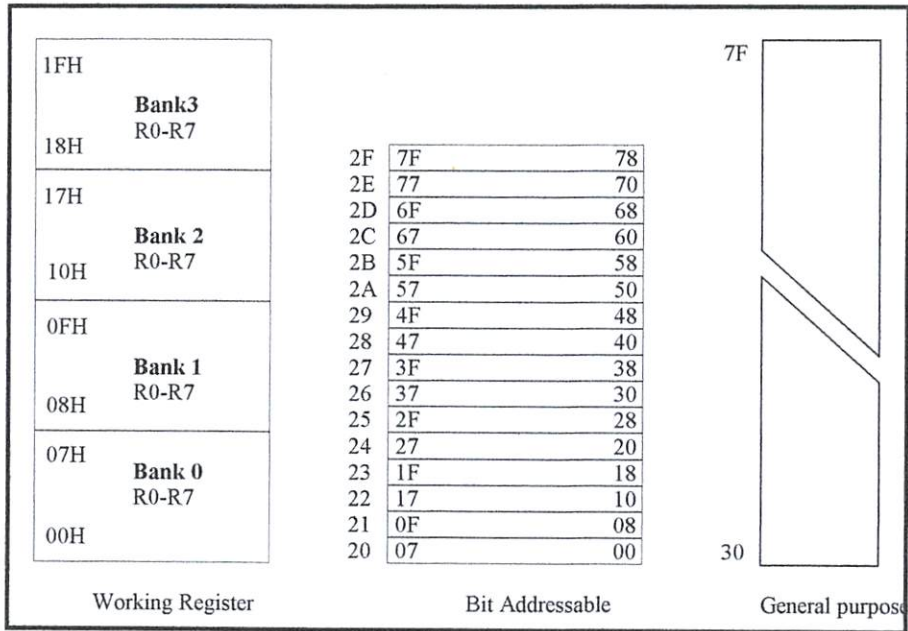
Setiap *bank* terdiri dari 8 *register* (R0-R7). Sehingga jumlah *register* untuk keempat *bank register (bank 0 - bank 3)* menjadi 32 buah *register* yang menempati ruang alamat 00H-1FH. Mengaktifkan salah satu *bank register* dapat dilakukan dengan mengatur RSO-RSI pada PSW (*Program Status Word*).

- ***Bit Addressable*.**

Terdiri dari 16 *byte* yang berada pada alamat 20H-2FH. Masing-masing 128 bit lokasi ini dapat di alamatkan secara langsung.

- *General Purpose.*

Terdiri dari 80 *byte* yang menempati alamat 30H-7FH. yang dapat dialamati secara langsung dan dapat digunakan untuk keperluan umum (*General Purpose RAM*). Misalkan digunakan untuk lokasi *stack*.



Gambar 2-4. Organisasi RAM Internal

Sumber : www.atmel.com

Tabel 2-1. Pengaturan RS0-RS1 Untuk Select Register Bank

RS1	RS0	Select Register Bank
0	0	Bank 0
0	1	Bank 1
1	0	Bank 2
1	1	Bank 3

Sumber : www.atmel.com

2.1.5.3. SFR (*Special Function Register*).

Untuk mengoperasikan AT89S51 yang tidak menggunakan alamat internal RAM (00-7FH) dilakukan oleh SFR yang beraddress 80H-FFH, tetapi

tidak semua *address* tersebut digunakan sebagai SFR, hanya *address* tertentu seperti dijelaskan oleh tabel 2 - 2 berikut ini :

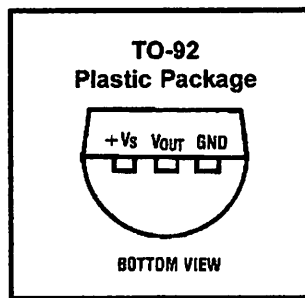
Tabel 2-2. 128 Byte Special Function Register

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XX000000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0X000000							0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0			WDRST XXXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0	8FH
80H	P0 11111111	SP 00001111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XXX0000	87H

Sumber : www.atmel.com

2.2. IC LM35

IC LM35 merupakan seri integrasi yang digunakan sebagai sensor temperatur dengan output sebanding dengan derajat celcius dari temperatur. IC LM35 berisi zener yang sensitif terhadap suhu, dan tegangan zenernya berubah linier dari suhu sekelilingnya. Pada IC LM35 menghasilkan tegangan output sebesar 10 mV untuk setiap kenaikan suhu sebesar 1⁰C. Gambar IC LM35 yang digunakan pada rangkaian thermometer untuk tuna netra adalah sebagai berikut.:



Gambar 2-5. IC LM35

Sumber : www.National Semiconductor.com

IC LM35 memiliki kelebihan dengan kelinieran suhu yang cukup tinggi yang disesuaikan dengan derajat kelvin, sehingga dalam penggunaannya tidak harus mengurangi besar tegangan konstan dari tegangan output pada skala yang tepat. Dalam pemakaiannya IC ini tidak banyak kesulitan dalam pengkalibrasian secara ekstra dan memberikan keakurasian khusus pada temperatur $\pm \frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ dan $\pm \frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$. Dengan *range* yang lebih besar yaitu antara -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$. IC LM35 mempunyai impedansi output yang rendah, output temperatur yang *linier* dapat diberikan *supply* tegangan tunggal maupun tegangan *simetris* (tegangan *plus* dan tegangan *minus*).

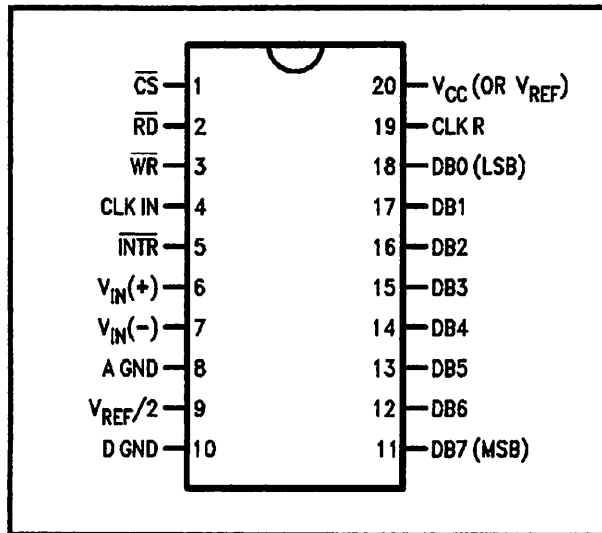
IC LM35 memiliki beberapa macam tipe, antara lain LM35A, LM35C, LM35CA, LM35D. dari macam-macam tipe tersebut tersedia dalam beberapa package yaitu, TO-46 yang bentuknya seperti transistor, *package* TO-29 berupa *package plastic* seperti transistor dan dalam bentuk IC 8 pin dengan permukaan agak menonjol. Karakteristik dari transduser suhu ini sebagai berikut :

- Penunjukan kalibrasi dalam derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$).
- Skala *linier* $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
- Memiliki range temperatur antara -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.
- Dioperasikan dengan tegangan 4 - 30 Volt.
- Minimum pemanasan sendiri dalam udara $0,08^{\circ}\text{C}$.
- Keakuratan yang digunakan $0,5^{\circ}\text{C}$ (di $+ 25^{\circ}\text{C}$).
- Minimum impedansi output $0,1\ \text{Ohm}$ untuk $1\ \text{mA}$.

2.3. ADC (*Analog to Digital Converter*)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah besaran analog (tegangan / arus) menjadi data digital. ADC digunakan sebagai interface untuk untuk perangkat digital untuk komunikasi dengan perangkat analog. Dalam tugas akhir ini digunakan ADC 0804 yang merupakan sebuah input dengan data keluaran 8 buah. ADC 0804 merupakan 8 bit converter A/D dengan output digital paralel 8 bit. Dan input dapat dimultiplex secara eksternal menjadi 8 inputan analog.

ADC 0804 memiliki keunggulan yaitu kompatibel dengan mikrokontroler dan mikroprosesor, memiliki input tegangan differensial, dapat dioperasikan pada range tegangan input sebesar $0 - 5\ \text{Vdc}$ dengan tegangan referensi sebesar $2,5\ \text{Vdc}$, mempunyai resolusi 8 bit, mudah dalam interface ke mikrokontroler maupun mikroprosesor. Gambar dari ADC 0804 dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:

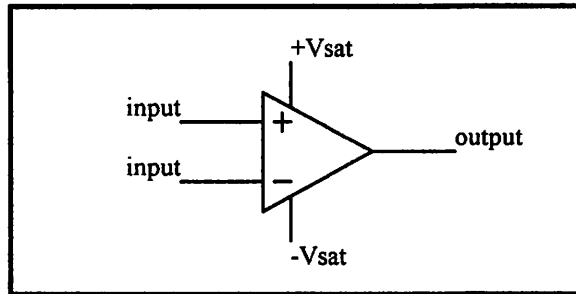


Gambar 2-6. ADC 0804
 Sumber : www.National Semiconductor.com

2.4. Penguatan (*Operasional Amplifier*)

Amplifier atau lazim disebut penguat dalam suatu rangkaian dapat difungsikan sebagai rangkaian penguat sinyal *input*, rangkaian penjumlahan tegangan *input*, rangkaian pembanding antara 2 sinyal *input*, rangkaian *filter* dan masih banyak lagi.

Rangkaian penguat ini sangat sederhana dalam pemakaiannya baik cara merangkainya maupun dalam penggunaannya. Rangkaian ini terdiri dari kombinasi antara penguatan operasional yang dirangkai bersama komponen pasif tahanan atau kondensator. Dengan kombinasi ini dapat dikembangkan lagi menjadi rangkaian yang mempunyai spesifikasi khusus seperti rangkaian *instrumentasi*, rangkaian *oscillator*, dan lain sebagainya. Gambar 2-7 menunjukkan simbol dari *op-amp* dengan lima terminal dasar terdiri dari 2 terminal catu daya, 2 terminal *input* atau masukan yaitu (+) dan (-) dan terminal *output* atau keluaran dari *op-amp*.

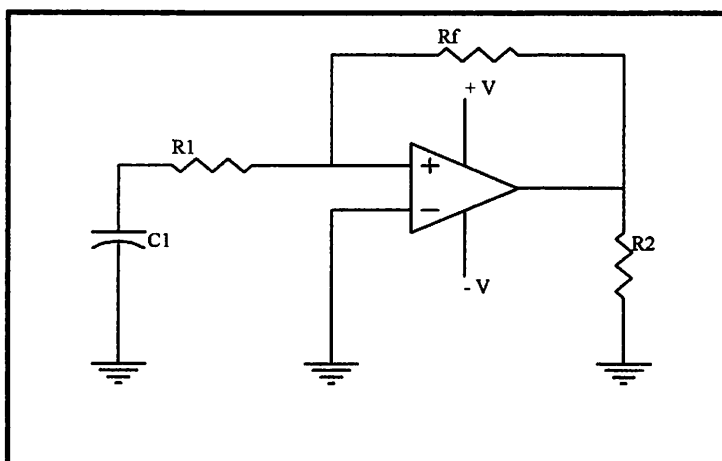


Gambar 2-7. Simbol *Op-Amplifier*
 Sumber : *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*

2.4.1. Penguat Pembalik (*Inverting Amplifier*)

Telah diterangkan diatas bahwa saat satu pemakaian *op-amp* adalah sebagai penguat. Penguat adalah suatu rangkaian yang menerima sinyal *input* dan menghasilkan sinyal *output* yang tidak berubah serta menjadi lebih besar.

Dasar dari rangkaian penguat ini adalah dengan memberikan tahanan umpan balik antara terminal *output* dengan terminal *input*. Dengan demikian penguat tidak lagi mengandalkan dari karakteristik *op-amp*, tetapi sudah tergantung dari besar tahanan umpan balik terhadap tahanan *input* dasar penguat pembalik (*Inverting Amplifier*).



Gambar 2-8. Rangkaian Penguat Pembalik
 Sumber : *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*

Arus yang melewati tahanan R1 dapat dihitung berdasarkan hukum kirchoff sebesar:

$$I = \frac{E_1}{R_1} \text{ Amp} \dots\dots\dots (2.1)$$

Arus I kan melewati tahanan umpan balik Rf menuju terminal *output*, dengan melewati tahanan Rf ini, maka besar tegangan di tahanan Rf dapat diketahui sebesar :

$$V_{Rf} = I \cdot R_f \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan substitusi 1 dan 2 maka akan dihasilkan :

$$V_{Rf} = \frac{E_1}{R_1} \cdot R_f \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dari gambar 2-8 bahwa ujung Rf dan R1 saling berhubungan menjadi satu menyebabkan besar tegangan Vo mempunyai polaritas terbalik terhadap Vrf bila diukur terhadap *ground* dengan besar tegangan sama.

maka tegangan Vo besarnya adalah :

$$V_o = -V_{Rf} = -\frac{E_1}{R_1} \cdot R_f \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.4)$$

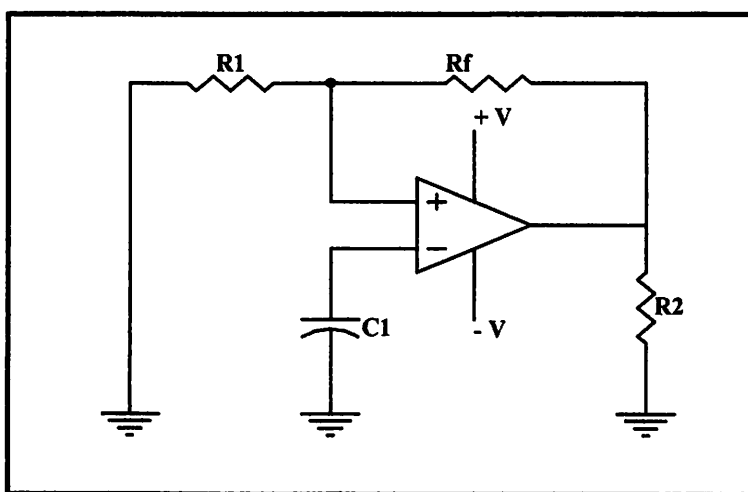
Dengan mengambil definisi dari penguatan Ao1 yaitu tegangan *output* (Vo) dibagi tegangan *input* (E1) maka besarnya Ao1 :

$$A_{o1} = \frac{V_o}{E_1} = -\frac{R_f}{R_1} \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.5)$$

Tanda *minus* pada persamaan 4 dan 5 menunjukkan bahwa polaritas tegangan Vo berlawanan dengan polaritas tegangan *input* (E1). Untuk itu rangkaian ini disebut rangkaian penguat pembalik.

2.4.2. Penguat Tidak Membalik (*Non Inverting Amplifier*)

Selain digunakan sebagai rangkaian penguat *op-amp* dapat pula digunakan sebagai rangkaian tak membalik, yaitu sebagai penguat dimana tegangan *output* sefasa dengan tegangan *inputnya* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-9. Bila tegangan antara terminal *input* (+) dengan terminal *input* (-) menunjukkan nol volt, maka menyebabkan besar tegangan *output* (+) terhadap *ground* yaitu sebesar E_1 volt.



Gambar 2-9. Rangkaian Penguat Tak Membalik
 Sumber : Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier

Arah arus tergantung pada *polaritas* tegangan E_1 , arus akan melewati tahanan umpan balik R_f , maka tegangan di tahanan R_f diperoleh:

$$V_{Rf} = I \cdot R_f \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan mensubstitusi persamaan 5 dan 6, maka didapat:

$$V_{Rf} = \frac{R_f}{R_1} \cdot E_1 \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.7)$$

Tegangan *ouput* V_o dapat diperoleh dari tegangan di R_1 ditambah tegangan di R_f yaitu:

$$V_0 = E_1 + V_{Rf} \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$V_0 = E_1 + \frac{R_f}{R_1} \cdot E_1 \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.9)$$

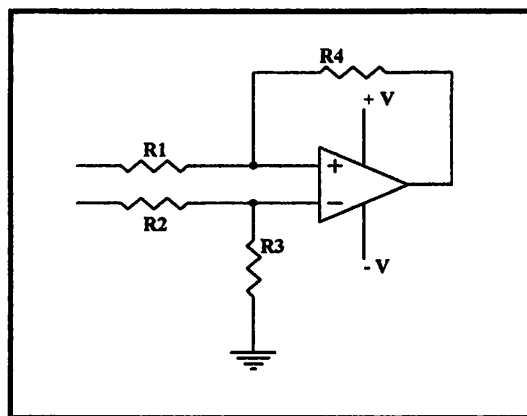
$$V_0 = \left[1 + \frac{R_f}{R_1} \right] \cdot E_1 \text{ Volt} \dots\dots\dots (2.10)$$

Besar penguatan (*gain*) adalah tegangan *output* dibanding dengan tegangan *input*, akan diperoleh :

$$A_{01} = \frac{V_0}{E_1} = \left[1 + \frac{R_f}{R_1} \right] \dots\dots\dots (2.11)$$

2.4.3. Penguat *Differensial*

Penguat *differensial* akan menghasilkan sinyal *output* yang sebanding dengan selisih pada kedua *input*nya. Gambar dibawah ini adalah rangkaian penguat *differensial*.



Gambar 2-10. Rangkaian Penguat *Differensial*
 Sumber : Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier

Output dari rangkaian diatas dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip *superposisi*.

Dengan memasukkan $V_2 = 0$ diperoleh

$$V_0 = -V_1 \cdot \frac{R_f}{R_1} \dots\dots\dots(2.12)$$

Bila memasukkan $V_1 = 0$ maka

$$V_0 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot V_2 \left[1 + \frac{R_f}{R_1} \right] \dots\dots\dots(2.13)$$

Output total V_0 adalah penjumlahan kedua hasil diatas

$$V_0 = -V_1 \cdot \frac{R_f}{R_1} + \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot V_2 \left[1 + \frac{R_f}{R_1} \right] \dots\dots\dots(2.14)$$

Jika $R_1=R_2=R_3=R_f$ maka rangkaian *differensial* akan berfungsi sebagai penguat selisih tegangan dengan $V_0 = V_2 - V_1 \dots\dots\dots(2.15)$

2.5. Dioda

Semua *dioda* prinsip kerjanya adalah sebagai penyearah. Tetapi karena proses pembuatan, bahan dan penerapannya yang berbeda-beda, maka namanya pun bebeda-beda serta memiliki karakteristik yang berbeda pula.

Macam-macam *dioda* antara lain:

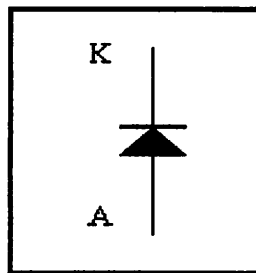
- *Dioda* Penyearah
- *Dioda Zener*
- *Dioda Tunnel*
- *Dioda Varaktor*
- *Dioda Photo*

2.5.1. Dioda Penyearah

Yang dimaksud *dioda* penyearah disini yaitu *dioda* yang biasa dipakai pada sirkit sumber daya. Kebanyakan dibuat dari bahan *silicon*, mengingat kemampuan dan keandalannya yang tinggi. Mampu dilewati arus yang besar dan dapat bekerja pada suhu yang tinggi. Keuntungan ini dimungkinkan karena *elektron* tersebut baru bias terlepas dari intinya oleh kekuatan atau energi yang sangat besar.

Penyearah disini berarti merubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang berfrekuensi rendah.

Gambar simbol *dioda* seperti dibawah ini:



Gambar 2-11. Simbol Dioda
Sumber : www.electroniclab.com

2.6. Kapasitor

2.6.1. Pengertian Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang terdiri dari plat *konduktor* yang satu disekat terhadap yang lainnya dengan *isolator (dielektrik)* dan berfungsi sebagai pelawan untuk arus bolak-balik, *filter, tuning, kopel* antar rangkaian, pembangkit gelombang *sinus* dan konduktor khusus. Untuk menentukan

banyaknya muatan listrik yang dapat disimpan oleh *kapasitor*, dapat dirumuskan sebagai berikut:

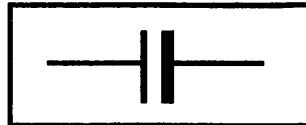
$$Q = C \times V \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

Q = Banyaknya muatan dalam *Coulomb*

C = *Kapasitor* dalam *farad*

V = Tegangan yang ada diantara keping keping dalam *Volt*



Gambar 2-12. Simbol Kapasitor
 Sumber : www.electroniclab.com

Sebuah *kapasitor* dikatakan mempunyai kapasitas satu *farad* apabila muatan sebesar satu coulomb membuat tegangan naik sebesar satu *volt*, apabila *farad* ternyata terlampau besar sehingga digunakan *mikrofarad* dan satuan lainnya yaitu nano *farad* dan *pikofarad*. *Kapasitor* yang berfungsi sebagai penyimpan tenaga listrik dalam praktek dapat digunakan untuk pewaktu, untuk pewaktu *kapasitor* dengan *resistor* yang disebut sebagai rangkaian sebagai rangkaian RC.

Rumus pada rangkaian RC sebagai berikut:

$$RC = R \times C \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana:

R = Tahanan dalam *kapasitor*

C = *Kapasitor* dalam *farad*

RC = Konstanta waktu dalam detik

Dalam *kapasitor* terdapat reaktansi *kapasitor*, jika *kapasitor* tersebut diterapkan pada arus bolak balik *sinus*, tegangan akan tertinggal sejauh 90°.

Untuk menentukan besarnya nilai reaktansi adalah:

$$X_c = \frac{1}{3,14.FC} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

X_c = Reaktansi *kapasitor*

F = *Frekuensi* dalam *ohm*

C = kapasitas dalam *farad*

Untuk mencari kapasitansi dari *kapasitor* dalam rangkaian dapat dicari dengan rumus:

$$F = \frac{1}{2T1} = \frac{1}{1,4.C.R} \text{ Hz} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana:

F = *frekuensi* dengan satuan Hz

T = *Amplitudo*

C = besar *kapasitor* dengan satuan *farad*

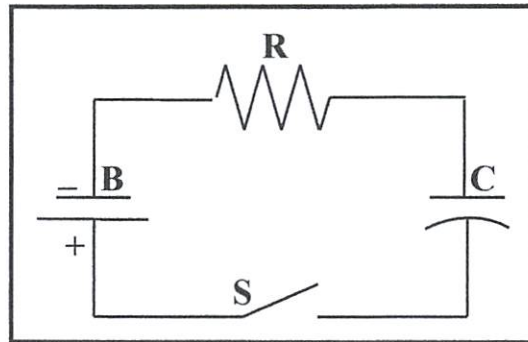
R = besar hambatan dengan satuan Ω

2.6.2. Cara Kerja *Kapasitor*

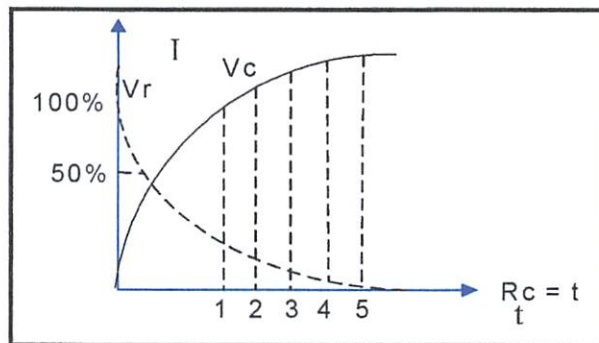
Terjadinya perubahan tegangan pada *kapasitor* menyebabkan perubahan arus listrik, sedangkan perubahan tersebut berbanding lurus dengan perubahan tegangan, energi akan timbul kembali pada saat tegangan berkurang menjadi nol.

2.6.3. Pengisian Kapasitor

Pada saat saklar (S) posisi *ON*, arus dari tegangan V_2 mengalir ke dalam *kapasitor* dan beberapa saat *kapasitor* dapat terisi penuh. Dalam kondisi ini berarti $V_s = V_c$ dan $I = 0$.



Gambar 2-13. Rangkaian Pengisian Kapasitor
Sumber : www.electroniclab.com



Gambar 2-14. Grafik Tegangan dan Arus Pengisian Kapasitor
Sumber : www.electroniclab.com

Berdasarkan grafik diatas bahwa setelah terjadi pengisian kapasitor secara penuh dan kapasitor akan membuang melalui R, maka C tidak seketika menjadi *netral* dan dalam menetralkan muatan tersebut diperlukan waktu tertentu.

2.7. Resistor

Pada dasarnya semua bahan memiliki sifat resistif namun beberapa bahan seperti tembaga, perak, emas dan bahan metal umumnya memiliki resistansi yang sangat kecil. Bahan-bahan tersebut menghantar arus listrik dengan baik, sehingga dinamakan konduktor. Kebalikan dari bahan yang konduktif, bahan material seperti karet, gelas, karbon memiliki resistansi yang lebih besar menahan aliran elektron dan disebut sebagai insulator.

Tabel 2-3. Tabel Gelang Warna Resistor

Warna	Nilai	Faktor Pengali	Toleransi
Hitam	0	1	
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	
Kuning	4	10.000	
Hijau	5	100.000	
Biru	6	10^6	
Violet	7	10^7	
Abu-abu	8	10^8	
Putih	9	10^9	
Emas	-	0.1	5%
Perak	-	0.01	10%
Tanpa warna	-	-	20%

Sumber : www.electroniclab.com, rubrik elka dasar, aswan hamonangan

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. 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 atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

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 Ohm meter. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh *EIA (Electronic Industries Association)* seperti yang ditunjukkan pada tabel 2-3.

Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut. Kalau kita telah bisa menentukan mana gelang yang pertama selanjutnya adalah membaca nilai resistansinya.

Jumlah gelang yang melingkar pada resistor umumnya sesuai dengan besar toleransinya. Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 gelang (tidak termasuk gelang

toleransi). Gelang pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan gelang terakhir adalah faktor pengalinya.

Misalnya resistor dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas adalah gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah, gelang pertama berwarna kuning, gelang kedua berwarna violet dan gelang ke tiga berwarna merah. Gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi. Dari tabel 2-3 diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga gelang selain gelang toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua. Masih dari tabel 2-2 diketahui gelang kuning nilainya = 4 dan gelang violet nilainya = 7. Jadi gelang pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya merah berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau $47 \times 100 = 4.7K$ Ohm dan toleransinya adalah 5%.

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar $W=I^2R$ watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut.

Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100W 5W.

2.8. LCD (Liquid Crystal Display) M1632

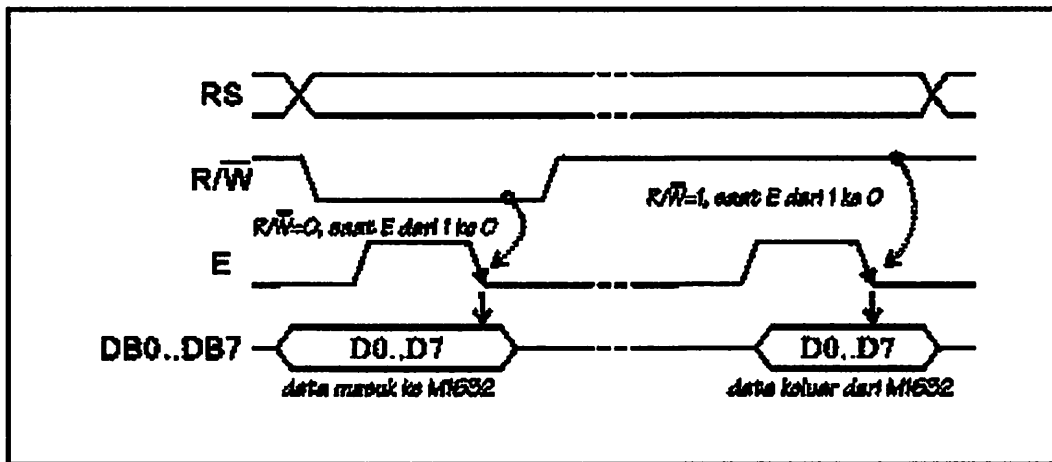
LCD Display Module M1632 buatan Seiko Instrument Inc. terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.

2.8.1. Sinyal interface M1632

Untuk berhubungan dengan mikrokontroler memakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor.

Kombinasi lainya **E** dan **R/W** merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari MCS51 merupakan sinyal khas Intel dengan kombinasi sinyal **WR** dan **RD**.

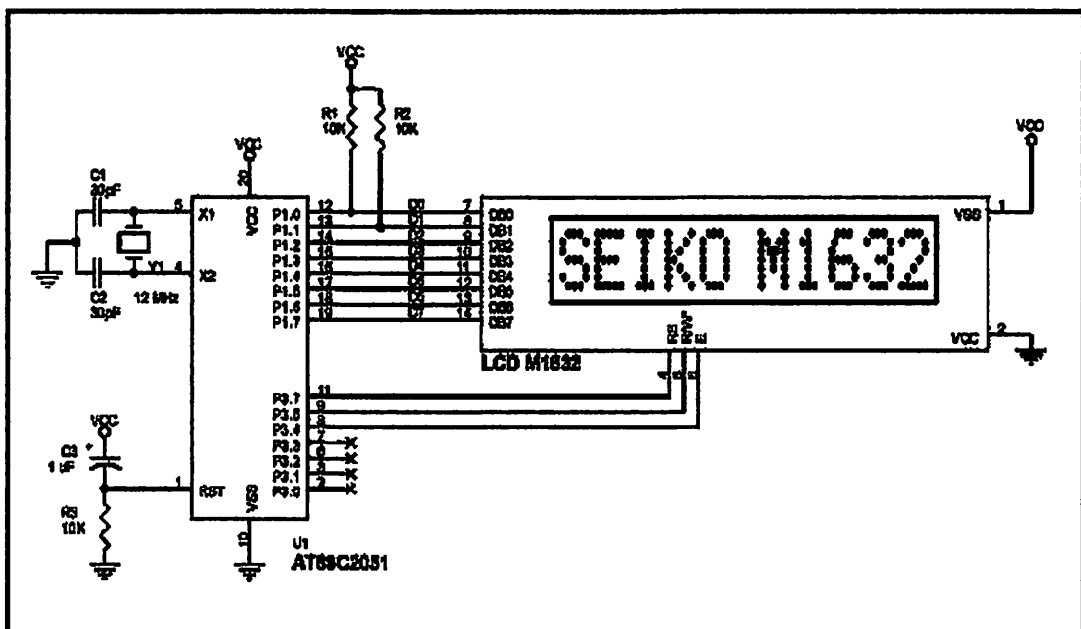
RS, singkatan dari *Register Select*, dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim ke M1632, kalau **RS=0** data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja M1632, sebaliknya kalau **RS=1** data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan. Demikian pula saat pengambilan data, saat **RS=0** data yang diambil dari M1632 merupakan data status yang mewakili aktivitas M1632, dan saat **RS=1** maka data yang diambil merupakan kode ASCII dari data yang ditampilkan. Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 digambarkan dalam gambar 2-15 bisa dijabarkan sebagai berikut :



Gambar 2-15. Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632
Sumber : *alds.stts.edu, rubrik analog, STTS Surabaya*

1. **RS** harus dipersiapkan dulu, untuk menentukan jenis data seperti yang telah dibicarakan di atas.
2. **R/W** di-nol-kan untuk menandakan akan diadakan pengiriman data ke M1632. Data yang akan dikirim disiapkan di **DB0..DB7**, sesaat kemudian sinyal **E** di-satu-kan dan di-nol-kan kembali. Sinyal **E** merupakan sinyal sinkronisasi, saat **E** berubah dari 1 menjadi 0 data di **DB0 .. DB7** diterima oleh M1632.
3. Untuk mengambil data dari M1632 sinyal **R/W** di-satu-kan, menyusul sinyal **E** di-satu-kan. Pada suatu **E** menjadi 1, M1632 akan meletakkan datanya di **DB0 .. DB7**, data ini harus diambil sebelum sinyal **E** di-nol-kan kembali.

2.8.2. Interface Ke MCS-51



Gambar 2-16. Hubungan M1632 ke MCS'51
 Sumber : *alds.stts.edu, rubrik analog, STTS Surabaya*

Sinyal-sinyal M1632 yang mengikuti standar teknik interface Motorola, tidak sesuai dengan sinyal dari MC-S51, dengan demikian sinyal-sinyal itu disimulasikan melalui port MCS51. Sebagai contoh gambar 2-16 memperlihatkan hubungan AT89C2051 dengan M1632, dalam gambar tersebut **P3.7** dipakai untuk mensimulasikan sinyal **RS**, **P3.5** sebagai **R/W** dan **P3.4** sebagai **E**. Lewat program dibangkitkan sinyal-sinyal pada ketiga kaki Port 3 ini, sesuai dengan pesyaratan yang dikehendaki M1632.

Potongan Program 1 merupakan sub-rutin untuk mengendalikan M1632 yang dihubungkan ke AT89C2051 seperti terlihat di gambar 2-16, sebelum sub-rutin ini dipakai, tepatnya pada saat setelah reset harus dikirimkan perintah **CLR E**. Potongan program 1 terdiri dari dua bagian, yakni bagian mengirim data ke M1632 yang terdiri dari sub-rutin **KirimPerintah** dan sub-rutin **KirimASCII**, sedangkan bagian mengambil data dari M1632 terdiri dari sub-rutin **AmbilStatus** dan sub-rutin **AmbilASCII**.

Sebelum pengiriman data, Akumulator A sudah terlebih dulu diisi dengan data yang akan dikirim. Data yang dikirim dengan sub-rutin **KirimPerintah** akan diterima M1632 sebagai perintah untuk mengatur kerja M1632, dan data yang dikirim dengan sub-rutin **KirimASCII** akan ditampilkan di panel LCD.

Setelah M1632 menerima data, M1632 memerlukan waktu antara 40 sampai 1640 mikro-detik untuk mengolahnya, selama waktu itu M1632 untuk sementara tidak bisa menerima data, hal ini ditandai dengan bit 7 dari Register Status = '1'.

Proses pengiriman data ke M1632 dijelaskan sebagai berikut:

1. Perbedaan sub-rutin **KirimPerintah** dan **KirimASCII** terletak pada nilai **RS** pada saat sub-rutin itu bekerja. Sub-rutin **KirimPerintah** bekerja dengan **RS='0'** (baris 6), data yang dikirim AT89C2051 diterima M1632 sebagai perintah untuk mengatur kerja M1632. Sub-rutin **KirimASCII** bekerja dengan **RS='1'** (baris 10), data yang dikirim AT89C2051 diterima M1632 sebagai kode ASCII yang akan ditampilkan
2. Sinyal **RW** di-nol-kan agar M1632 siap menerima data (baris 12), setelah itu data di akumulator **A** diletakkan di **D0..D7** (Port 1 dari AT89C2051) di baris 13, baris 14 dan 15 membangkitkan sinyal sinkronisasi **E** dengan cara membuat **P3.4** menjadi '1' dan kemudian kembali menjadi '0'. Saat sinyal **E** kembali menjadi '0' data di Port 1 akan diterima oleh M1632.
3. Selesai mengirim data, program harus menunggu sampai M1632 siap menerima data lagi. Hal ini dilakukan dengan cara mengambil Status M1632 (baris 18), dan memeriksa bit 7-nya (baris 19), selama bit 7 bernilai '1' berarti M1632 masih sibuk mengurus diri, dan program menunggunya di **TungguDulu**.

Proses pengambilan data dari M1632 dijelaskan sebagai berikut :

4. Seperti bahasan di atas, **RS** dipakai untuk memilih Register Perintah/Status, sub-rutin **AmbilStatus** bekerja dengan **RS=0** dan sub-rutin **AmbilASCII** bekerja dengan **RS='1'**.
- 5 Sinyal **RW** di-satu-kan agar M1632 siap memberi data (baris 29), setelah sinyal **E** menjadi '1' (baris 30) M1632 akan meletakkan data di **D0 .. D7**, setelah data ini diambil (baris 31) sinyal **E** dikembalikan menjadi '0'

Berikut adalah Potongan Program 1 AT89C2051 dengan M1632 :

```
01:  E    bit  P3.4      ; sinyal E  di P3.4
02:  RW   bit  P3.5      ; sinyal R/W di P3.5
03:  RS   bit  P3.7      ; sinyal RS  di P3.7
04:  ;Comment In Here
05:  KirimPerintah:
06:  CLR  RS              ; RS=0 : register perintah
07:  SJMP OutByte
08:  ;
09:  KirimASCII:
10:  SETB RS              ; RS=1 : Display Data RAM
11:  OutByte:
12:  CLR  RW              ; RW = '0', kirim data
13:  MOV  P1,A           ; siapkan data di D0..D7
14:  SETB E              ; buat pulsa positif
15:  CLR  E              ; sesaat
16:  ;
17:  TungguDulu:
18:  ACALL AmbilStatus
19:  JB  A.7,TungguDulu
20:  RET
21:  ;
22:  AmbilStatus:
23:  CLR  RS              ; RS=0 : register status
```

```

24:  SJMP InByte
25:  ;
26:  AmbilASCII:
27:  SETB RS                ; RS=1 : Display Data RAM
28:  InByte:
29:  SETB RW                ; RW = '1', ambil data
30:  SETB E                 ; minta data pada M1632
31:  MOV  A,P1              ; ambil data
32:  CLR  E                 ; kembalikan E ke '0'
33:  RET

```

2.8.3. Mengatur tampilan M1632

M1632 mempunyai seperangkat perintah untuk mengatur tata kerjanya, perangkat perintah tersebut meliputi perintah untuk menghapus tampilan, meletakkan kembali *cursor* pada barishuruf pertama baris pertama, menghidup/matikan tampilan dan lain sebagainya, semua itu dibahas secara terperinci dalam lembar data M1632.

Setelah diberi sumber daya, ada beberapa langkah persiapan yang harus dikerjakan dulu agar M1632 bisa dipakai, langkah-langkah tersebut antara lain adalah:

1. Tunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
2. Kirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan mode 8 bit
3. Tunggu selama 4.1 mili-detik

4. Kirimkan sekali lagi perintah 30h
5. Tunggu lagi selama 100 mikro-detik

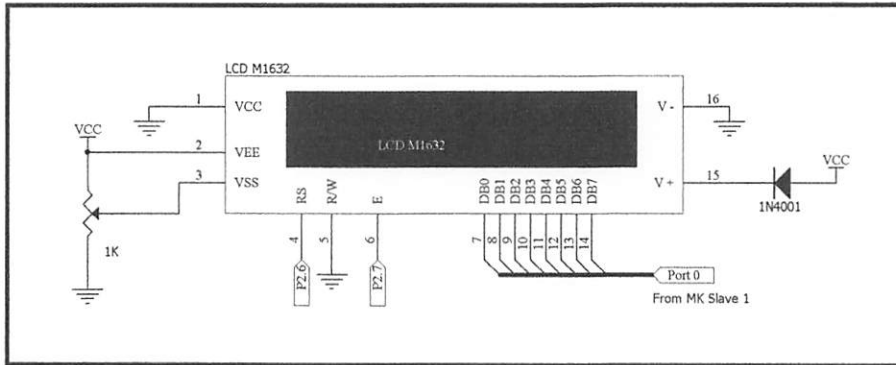
Setelah langkah-langkah tersebut di atas M1632 barulah bisa menerima data dan menampilkannya dengan baik. Pada awalnya tampilan akan nampak kacau, dengan demikian perlu segera dikirim perintah menghapus tampilan dan lain sebagainya, sesuai dengan petunjuk yang ada di Lembar Data.

Di atas dipakai AT89C2051 sebagai contoh, meskipun demikian semua yang dibahas di atas sepenuhnya bisa dipakai pada mikrokontroler MCS 51. Dalam pemakaiannya karena berbagai macam alasan, bisa saja sinyal **E**; **RW** dan **RS** tidak disimulasikan di **P3.4**; **P3.5** dan **P3.7**. Hal ini bisa diselesaikan dengan melakukan beberapa penyesuaian, yakni tentukan dulu perubahan rangkaian sesuai dengan keadaan yang ada, dan perubahan rangkaian itu harus di sesuaikan di baris 1 sampai 3 pada potongan program di atas.

M1632 mempunyai 8 jalur data dan memerlukan 3 jalur kontrol, dalam suatu rangkaian yang memakai banyak port dari MC-S51, bisa terjadi kekurangan port untuk menghubungkan MCS51 ke M1632. Jika sampai terjadi hal semacam ini bisa ditempuh hal hal berikut :

1. M1632 dipakai dalam mode data 4 bit, yakni hanya memakai jalur data **D0..D3**
2. Dengan sedikit tambahan rangkaian sinyal **WR** dan **RD** diubah menjadi sinyal **E** dan **R/W** gaya Motorola, sehingga tidak perlu menyediakan port untuk men-simulasikan sinyal-sinyal tersebut.

Berikut adalah gambar rangkaian LCD dengan komponen-komponen pendukung dengan pin-pin yang akan dihubungkan pada mikrokontroler MCS 51 :



Gambar 2-17. Rangkaian LCD M1632
 Sumber : *alds.stts.edu, rubrik analog, STTS Surabaya*

LCD M1632 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Memiliki 16 karakter dan dua baris tampilan yang terdiri dari 5 x 7 dot matrik ditambah dengan kursor.
2. Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter.
3. Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter.
4. 80 x 8 display data RAM (max 80 karakter).
5. Isolator didalam modul.
6. Memerlukan catu daya ± 5 volt.
7. Otomatis reset saat catu daya dinyalakan.

Tabel 2-4. Fungsi Pin – Pin LCD

No. PIN	Nama PIN	Fungsi
1	Vss	Terminal Ground
2	Vcc	Tegangan Catu + 5 volt
3	Vee	Mengendalikan kecerahan LCD
4	RS	Sinyal pemilihan register 0 = Tulis 1 = Baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = Tulis 1 = Baca
6	E	Sinyal operasi awal yang mengaktifkan data tulis atau baca
7 - 14	DB0 – DB7	Merupakan saluran data berisi perintah data yang akan ditampilkan
15	V + BL	Back Light Supply 5 Volt (Volt)
16	V - BL	Back Ligth Supply 0 (Ground)

Sumber : LCD Modul User Manual, Seiko Instrument Ing, 1987

Pada LCD juga terdapat instruksi – instruksi sebagai berikut :

- ❖ *Display clear* : membersihkan tampilan yang ada pada LCD serta menyimpan, sedangkan kursor kembali ke posisi semula.
- ❖ *Cursor home* : hanya membersihkan tampilan dan kursor kembali ke semula.

❖ *Empty mode Set* : layar beraksi sebagai tampilan tulis.

S : 1/0 = menggeser layar.

1/0 : 1 = kursor bergerak ke kanan dan layar bergerak ke kiri.

1/0 : 0 = kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan

❖ *Display On/Off* kontrol.

D : 1 = layar on

D : 0 = layar off

C : 1 = kursor on

C : 0 = kursor off

B : 1 = kursor berkedip-kedip

B : 0 = kursor tidak berkedip – kedip

❖ *Cursor Display Shift*

S/C : 1 = LCD diidentifikasi sebagai layar

S/C : 0 = LCD diidentifikasi sebagai kursor

R/L : 1 = menggeser satu spasi ke kanan

R/L : 0 = menggeser satu spasi ke kiri

❖ *Fuction Set*

DL : 1 = panjang data LCD pada 8 bit

DL : 0 = panjang data LCD pada 4 bit

Bit upper ditransfer terlebih dahulu kemudian diikuti dengan 4 bit lower.

N : 1/0 = LCD menggunakan 2 atau 1 baris karakter

P : 1/0 = LCD menggunakan 5 x 10 dot matrik

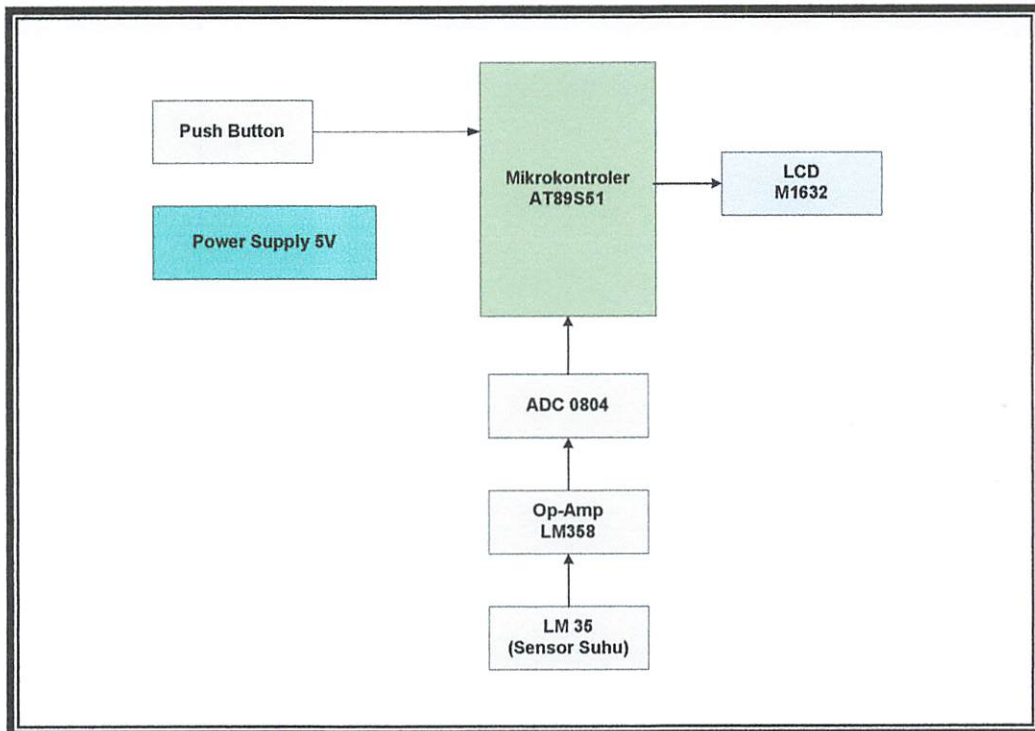
- ❖ *CG RAM address set* : menulis alamat RAM ke karakter
- ❖ *DD RAM address set* : menulis alamat RAM ke tampilan
- ❖ *BF/address set* : BF = 1/0, LCD dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.
- ❖ *Data write to CG RAM or DD RAM* : membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Diagram Blok

Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51 yang akan dibuat, digambarkan secara diagram blok sebagai berikut:



Gambar 3-1 Diagram Blok
Sumber : Perancangan

➤ *Rangkaian Power Supply*

digunakan sebagai sumber tegangan kerja keseluruhan sistem agar dapat berjalan dengan baik.

➤ **Rangkaian Mikrokontroller**

Berfungsi sebagai pusat pengendali alat, pada perencanaan alat ini menggunakan mikrokontroller AT89S51.

➤ **Sensor LM35**

Sensor LM35 digunakan untuk mengubah besaran suhu menjadi sinyal - sinyal listrik dimana besarnya tergantung pada suhu yang diterima oleh sensor.

➤ **Rangkaian Op-Amp LM358**

Non inverting amplifier digunakan untuk menyesuaikan output sensor sebagai input ADC.

➤ **Pengubah sinyal analog ke digital (ADC0804)**

Mengubah besaran analog ke besaran digital 8 bit data, disini menggunakan ADC 0804, 1 input analog dan 8 output data digital. Besaran analog yang dimasukkan pada ADC, adalah besaran analog dari sensor suhu yaitu LM35.

➤ **LCD M1632**

digunakan untuk menampilkan hasil kerja alat, yaitu nilai besaran suhu dalam °C dan kondisi tubuh pada saat itu (demam/normal/hipotermi).

3.2. Prinsip Kerja Alat

Pada saat sensor mendeteksi suhu, maka sinyal keluaran dari sensor yang masih berupa tegangan analog akan diterima dan dikondisikan oleh rangkaian Op-Amp LM358 untuk selanjutnya dirubah menjadi data digital oleh ADC0804 sehingga dapat dengan mudah diproses oleh mikrokontroller.

Nilai besaran suhu yang masih berupa data digital (bilangan biner) kemudian oleh mikrokontroler dirubah menjadi bilangan desimal melalui software untuk selanjutnya di displaykan pada LCD dengan satuan °C. Dengan menekan tombol push Button, maka mikrokontroler mendapatkan in-putan untuk mengindikasikan nilai besaran suhu dan kondisi tubuh yang diukur pada saat itu (demam/normal/ hipotermi).

3.3. Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 dirancang untuk dapat berdiri sendiri, karena sudah terdapat EPROM, RAM serta Port I/O *internal*. Untuk berhubungan dengan peralatan luar *chip* dibutuhkan 3 Bus yaitu :

➤ **Data Bus**

Yaitu jalur untuk input - output data yang lebarnya sesuai dengan data yang diolah oleh mikrokontroler, yaitu 8 bit.

➤ **Address Bus**

Yaitu jalur input - output atau dari *memori* yang dihubungi, sehingga pada suatu saat hanya ada satu *device* yang berhubungan dengan CPU. Lebar *address bus* mikrokontroler AT89S51 adalah 16 bit (A0 - A15).

➤ **Control Bus**

Berfungsi sebagai pengatur *sinkronisasi* hubungan antara CPU dengan *device* Luar.

3.3.1. Pemetaan *Memori*

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 16 bit address (A0 - A15) dengan demikian kapasitas maksimumnya adalah $2^{16} = 65536 \text{ byte} = 64 \text{ Kbyte}$ dengan alamat 0000H-FFFFH. Jika alamat-alamat program lebih tinggi dari 0FFFH, yang melebihi kapasitas RAM *internal* menyebabkan mikrokontroler secara otomatis mengambil *code byte* dari program *memori* eksternal. *Code byte* juga hanya diambil dari *memori* eksternal dengan alamat 0000H-0FFFH dengan menghubungkan *Pin* EA ke ground.

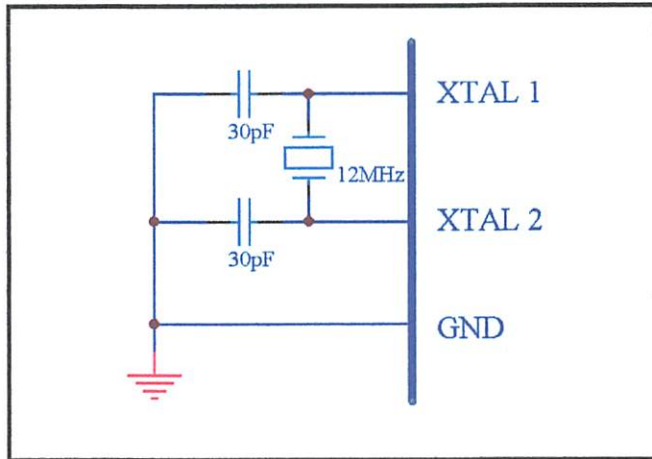
Dalam perancangan ini hanya menggunakan 4 Kbyte, karena program sudah mencukupi, sehingga EA dihubungkan ke VCC. Mikrokontroler AT89S51 memiliki 4Kbyte *memori internal* yang dapat diprogram dan dihapus sesuai dengan keinginan, dan bersifat *non volatile* (tidak hilang pada saat catu daya terputus).

3.3.2. Rangkaian *Clock*

Mikrokontroler AT89S51 ini memiliki *internal clock*, yang berfungsi sebagai sumber *clock*, tapi masih diperlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan *clock* yang diperlukan.

Rangkaian ini terdiri dari 2 buah kapasitor dan sebuah kristal dengan ketentuan :

$$\begin{aligned} C1 \text{ dan } C2 &= 20 \text{ pF} - 40 \text{ pF} \text{ (digunakan untuk kristal)} \\ &= 30 \text{ pF} - 50 \text{ pF} \text{ (digunakan untuk keramik resonator)} \end{aligned}$$



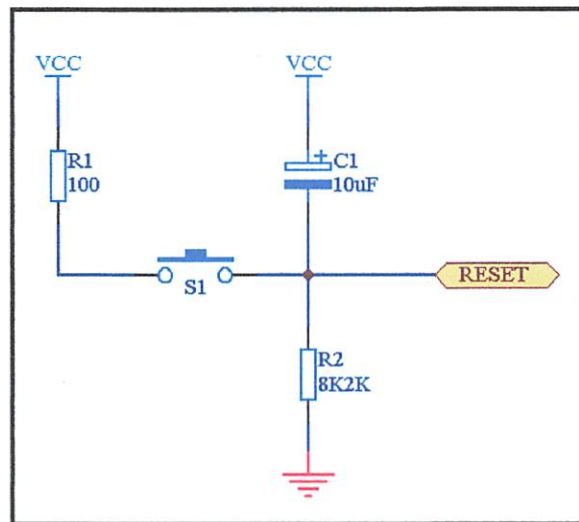
Gambar 3-2 Rangkaian *Clock* AT89S51
 Sumber : Perancangan

3.3.3. Rangkaian *Reset*

Rangkaian *reset* bertujuan agar mikrokontroller dapat menjalankan proses mulai dari awal. Rangkaian *reset* untuk mikrokontroller dirancang agar mempunyai kemampuan *power on reset* yaitu *reset* yang terjadi pada saat sistem dinyalakan untuk pertama kalinya. *Reset* juga dapat dilakukan secara manual dengan menyediakan tombol yang berupa switch. Jika saklar S1 ditekan, *reset* bekerja secara manual, aliran arus akan mengalir dari VCC melalui R1 menuju kaki RST. Tegangan di RST atau VR2 akan berubah menjadi :

$$\begin{aligned}
 VR2 &= \frac{R2 \times VCC}{R1 + R2} \\
 &= \frac{8200 \times 5}{100 + 8200} \\
 &= 4,94 \text{ volt}
 \end{aligned}$$

Pada tegangan 4,94 volt menyebabkan kaki RST berlogika 1 pada saat saklar ditekan. Saat saklar dilepas, aliran arus dari VCC melalui R1 akan berhenti dan tegangan pada kaki RST akan turun menuju ke nol sehingga logika berubah menjadi nol dan proses *reset* selesai. Rangkaian *reset* ini dapat dilihat seperti pada gambar berikut :



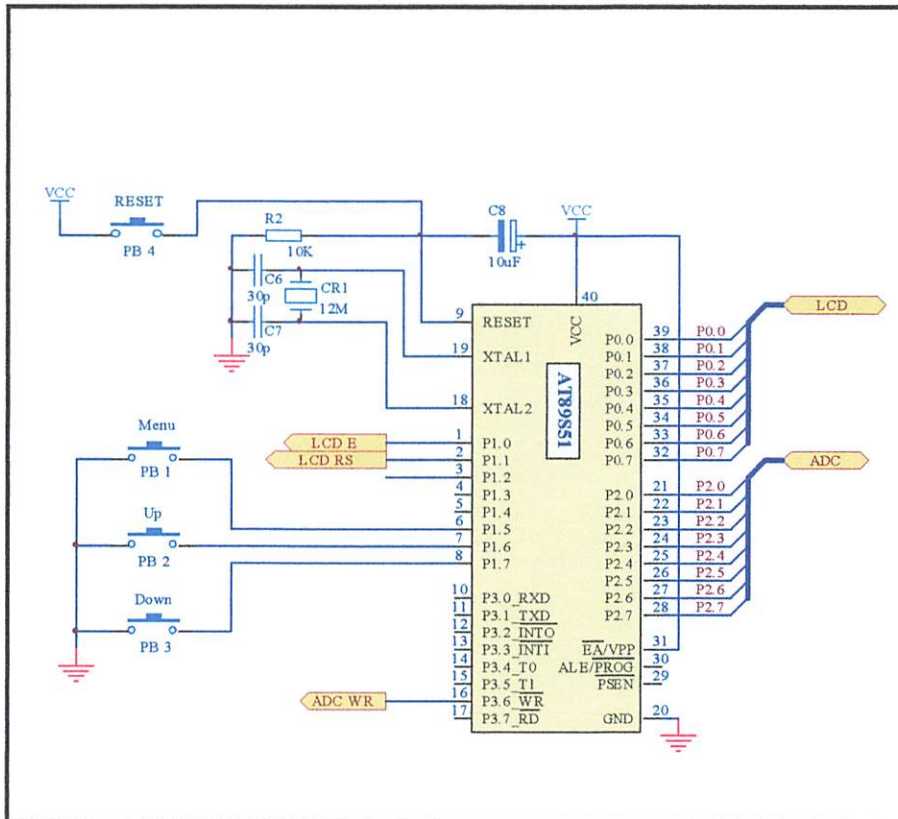
Gambar 3-3 Rangkaian *Reset*
 Sumber : Perancangan

3.3.4. Hubungan *Pin* Pada AT89S51

Diskripsi konfigurasi *Pin-Pin* AT89S51

- *Pin* 1 dan 2 : dihubungkan ke LCD (operator E dan RS)
- *Pin* 3 : dihubungkan ke ADC WR
- *Pin* 8 : dihubungkan Push-button (input)
- *Pin* 9 : dihubungkan Push-button (reset)
- *Pin* 8 : dihubungkan Push-button (input)
- *Pin* 18-19 : dihubungkan X-tal 12M

- Pin 20 : dihubungkan ke ground
- Pin 21-28 : dihubungkan ke ADC
- Pin 32-39 : dihubungkan ke LCD
- Pin 31 dan 40 : dihubungkan ke VCC



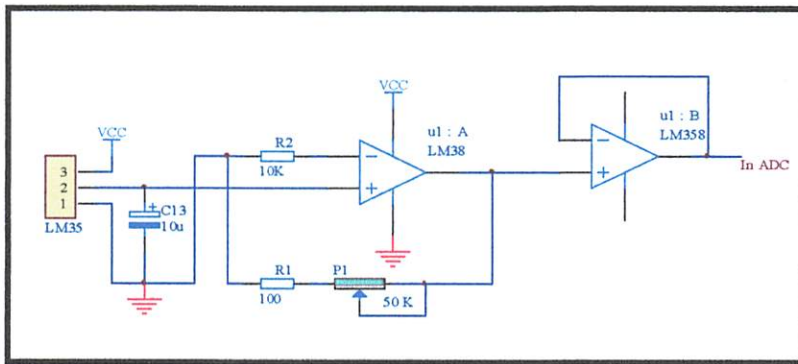
Gambar 3-4. Hubungan Pin Pada AT89S51
Sumber : Perancangan

3.4. Rangkaian Sensor

Sensor temperatur yang digunakan berupa IC LM35 yang merupakan sensor semikonduktor keluaran *National Semiconductor*. Sensor ini merupakan IC sensor temperatur yang presisi, dimana tegangan keluarannya berbanding linier dengan temperatur dalam satuan derajat Celsius. LM35 memiliki kemampuan

3.5. Op-Amp LM358

Meskipun tegangan sensor suhu LM35 bisa mencapai 30 Volt, tetapi yang diberikan ke sensor suhu adalah 5 Volt. Hal ini untuk menghindari 'self heating' dari sensor yang menyebabkan kesalahan pembacaan. $R3 = 75 \text{ Ohm}$ dan kapasitor 1 uF berfungsi sebagai 'matching impedance' agar pemindahan daya ke beban bisa maksimal.



Gambar 3-6. Rangkaian Op-Amp LM358
Sumber : Perancangan

Operational Amplifier yang digunakan adalah LM358, yaitu suatu Op-Amp yang bisa beroperasi pada tegangan rendah dan catu daya tunggal serta dalam 1 IC terdapat 2 buah Op-Amp. Penguat yang digunakan adalah *non inverting amplifier* dan *voltage follower*, sehingga gainnya mempunyai hubungan:

$$\frac{V_2}{V_1} = 1 + \left[\frac{R_1 + P_1}{R_2} \right]$$

Dari rangkaian diatas, maka output V_2 yang memungkinkan adalah antara 0 – 3 Volt (2 Volt dibawah tegangan catu daya). Jika gain yang digunakan adalah 2x, maka daerah suhu yang bisa diukur adalah:

- 0 Volt setara dengan 0°C
- 3 Volt setara dengan $\left[\frac{3}{0,01} \right] / 2 = 150^\circ\text{C}$

3.6. Perancangan *Analog To Digital Converter (ADC) 0804*

Untuk mengubah data analog menjadi data digital dari rangkaian sensor suhu LM35, diperlukan rangkaian pengubah, yaitu mengubah dari besaran analog menjadi besaran digital dengan menggunakan ADC 0804. Untuk dikonversikan menjadi kombinasi bilangan-bilangan digital dengan tujuan untuk di-*interface*-kan ke mikrokontroler AT89S51, sebagai data biner yang dapat diolah. Agar dapat melakukan pengolahan sinyal, ADC memerlukan pengaturan tegangan referensi yaitu sebesar 2,5 volt. Jadi jika tegangannya mencapai 2,5 volt maka output maksimumnya adalah FF heksadesimal dan naik turunnya kombinasi digital itu sesuai dengan tegangan yang masuk ke ADC, karena data biner yang diolah mempunyai lebar 8 bit (2^8).

Rangkaian ADC memerlukan pewaktu (*clock*) untuk mengatur kerjanya.

Dalam hal ini untuk frekuensi *clock* ADC dapat dihitung sebesar :

Diketahui : R : 10 Kohm

C : 150 pF

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi } \textit{clock} &= \frac{1}{1,1 (R.C)} \\ &= \frac{1}{1,1 (10 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^{-12})} \end{aligned}$$

$$= 606,06 \text{ KHz}$$

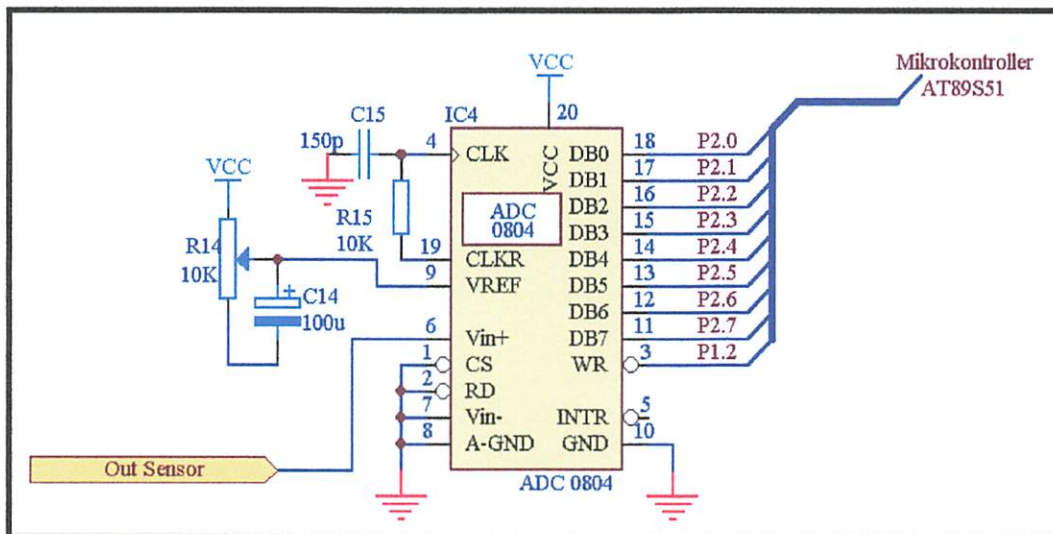
Dengan frekuensi *clock* sebesar 606 KHz, maka waktu konversi yang diperlukan *internal* ADC adalah :

$$\text{frekuensi } \textit{clock} = 606 \text{ KHz}$$

$$\text{Maka periode } \textit{clock} = \frac{1}{F}$$

$$= \frac{1}{606,06 \text{ KHz}}$$

$$= 1,65 \text{ uS}$$



Gambar 3-7. Rangkaian ADC 0804

Sumber : Perancangan

Diskripsi *Pin-Pin* ADC 0804 adalah sebagai berikut:

- *Pin* 1,2,7,8,10 : terhubung dengan ground
- *Pin* 6 : terhubung dengan out rangkaian sensor LM35
- *Pin* 11-18 : terhubung dengan AT89S51 P2.0-P2.7
- *Pin* 3 : terhubung dengan AT89S51 P2.1
- *Pin* 20 : terhubung dengan Vcc

3.7. Perancangan Rangkaian LCD

LCD Display Module M1632 buatan Seiko Instrument Inc. terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi L1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.

Untuk berhubungan dengan mikrokontroler memakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor.

Kombinasi lainya **E** dan **R/W** merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari MCS51 merupakan sinyal khas Intel dengan kombinasi sinyal **WR** dan **RD**.

RS, singkatan dari Register Select, dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim ke M1632, kalau **RS=0** data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja M1632, sebaliknya kalau **RS=1** data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan.

Demikian pula saat pengambilan data, saat **RS=0** data yang diambil dari M1632 merupakan data status yang mewakili aktivitas M1632, dan saat **RS=1** maka data yang diambil merupakan kode ASCII dari data yang ditampilkan.

Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 bisa dijabarkan sebagai berikut :

1. **RS** harus dipersiapkan dulu, untuk menentukan jenis data seperti yang telah dibicarakan di atas.
2. **R/W** di-nol-kan untuk menandakan akan diadakan pengiriman data ke M1632. Data yang akan dikirim disiapkan di **DB0..DB7**, sesaat kemudian sinyal **E** di-satu-kan dan di-nol-kan kembali. Sinyal **E** merupakan sinyal sinkronisasi, saat **E** berubah dari 1 menjadi 0 data di **DB0 .. DB7** diterima oleh M1632.
3. Untuk mengambil data dari M1632 sinyal **R/W** di-satu-kan, menyusul sinyal **E** di-satu-kan. Pada saatu **E** menjadi 1, M1632 akan meletakkan datanya di **DB0 .. DB7**, data ini harus diambil sebelum sinyal **E** di-nol-kan kembali.

M1632 mempunyai seperangkat perintah untuk mengatur tata kerjanya, perangkat perintah tersebut meliputi perintah untuk menghapus tampilan, meletakkan kembali cursor pada baris huruf pertama baris pertama,

menghidup/matikan tampilan dan lain sebagainya, semua itu dibahas secara terperinci dalam lembar data M1632.

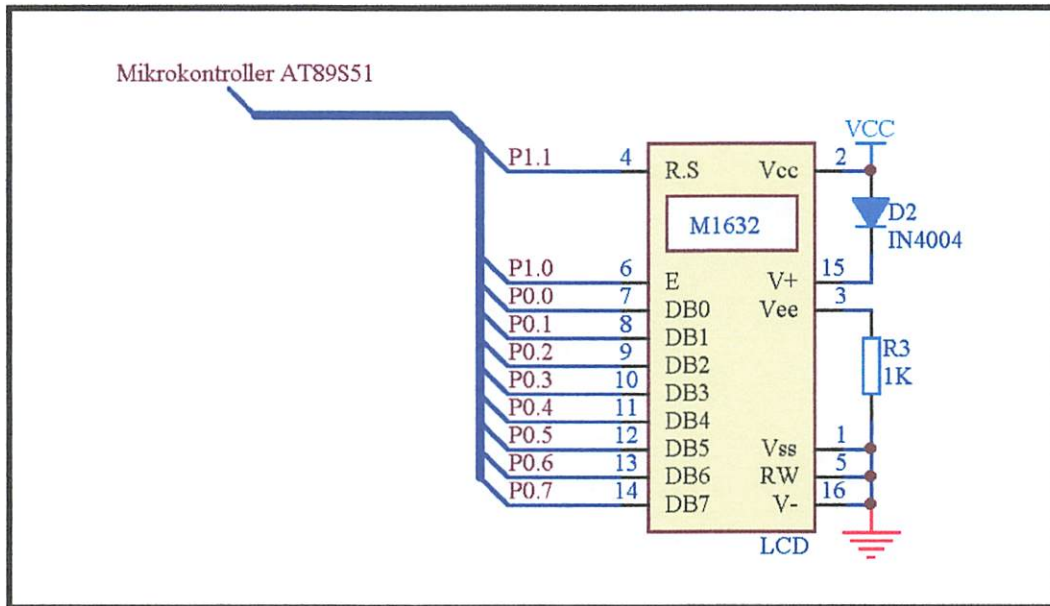
Setelah diberi sumber daya, ada beberapa langkah persiapan yang harus dikerjakan dulu agar M1632 bisa dipakai, langkah-langkah tersebut antara lain adalah:

1. Tunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
2. Kirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan mode 8 bit
3. Tunggu selama 4.1 mili-detik
4. Kirimkan sekali lagi perintah 30h
5. Tunggu lagi selama 100 mikro-detik

Setelah langkah-langkah tersebut di atas M1632 barulah bisa menerima data dan menampilkannya dengan baik. Pada awalnya tampilan akan nampak kacau, dengan demikian perlu segera dikirim perintah menghapus tampilan dan lain sebagainya, sesuai dengan petunjuk yang ada di lembar data.

Diskripsi konfigurasi *Pin-Pin* pada LCD:

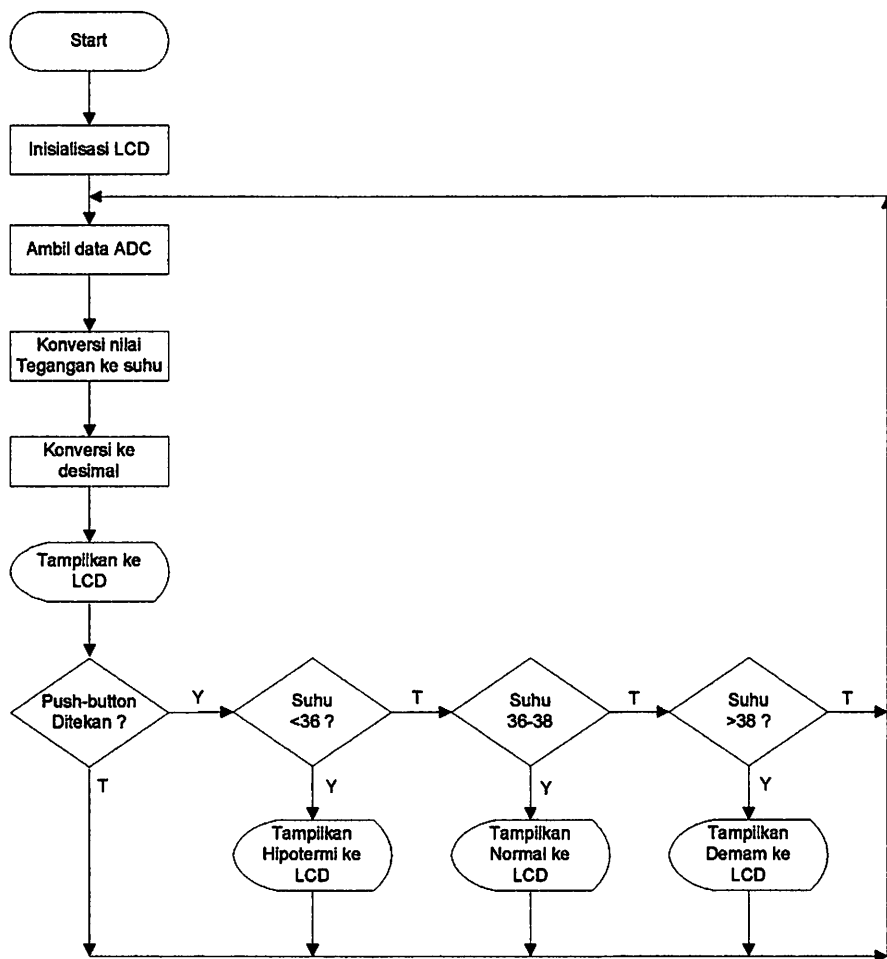
- *Pin* 1,3,5 dan 16 : dihubungkan dengan ground
- *Pin* 2 : dihubungkan dengan VCC
- *Pin* 4 : dihubungkan dengan P1.0 AT89S51
- *Pin* 6 : dihubungkan dengan P1.1 AT89S51
- *Pin* 7-14 : dihubungkan dengan AT89S51 (P0.0-P0.7)



Gambar 3-8. Rangkaian LCD Pada *Mikrokontroller*
Sumber : Perancangan

Untuk tampilan dipergunakan LCD Dot Matrik 2 x 16 karakter. Sinyal-sinyal yang diperlukan oleh LCD adalah RS dan Enable, sinyal RS dan Enable dipergunakan sebagai input yang outputnya dipakai untuk mengaktifkan LCD. LCD akan aktif apabila mikrokontroller memberikan instruksi tulis pada LCD. Saat kondisi RS don't care dan Enable 0 maka LCD tetap pada kondisi semula, pengiriman data ke LCD dilakukan saat RS berlogika 0 dan enable berlogika 1. Instruksi dikirim pada LCD bila keadaan RS 1 dan Enable 1. Pin LCD ini untuk data terkoneksi pada *Port 0* mikrokontoler AT89S51. Kemudian untuk RS dihubungkan pada *Port 1.1*, tulis/baca (*Read/Write*) diberikan logika *low* karena disini LCD bersifat menulis data, dan yang terakhir *Enable (E)* dikendalikan dengan *Port 1.0*.

• **Flowchart**



Gambar 3-9. Flowchart Keseluruhan alat
Sumber : Perancangan

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Setelah melakukan perancangan atau pembuatan Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51 ini maka kita perlu melakukan suatu pengujian sistem. Yang mana pengujian sistem ini bertujuan antara lain :

1. Mengetahui sejauh mana, Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51 ini dapat berfungsi sebagaimana yang kita harapkan.
2. Mencari dan menemukan berbagai kendala yang mungkin timbul pada saat Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51 beroperasi untuk kemudian diperbaiki sampai pada tingkat kesalahan sistem yang sekecil mungkin sehingga didapatkan hasil yang sebaik-baiknya.
3. Memahami spesifikasi dari rangkaian kontrol dan juga rangkaian *sensor* dengan cara mengukur dan membandingkan *Vout sensor* terhadap besaran suhu °C.

4.1. Pengujian Mikrokontroler AT89C51

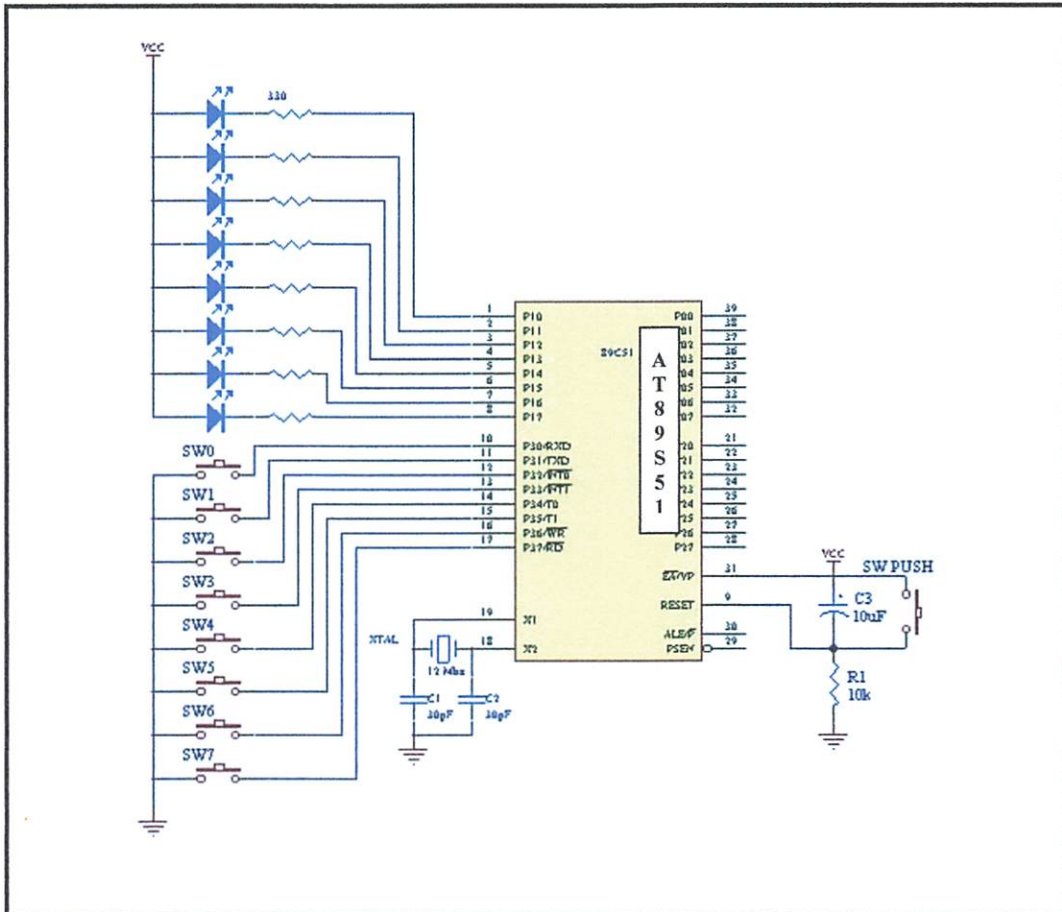
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah minimum sistem dan port-port pada mikrokontroler yang digunakan dapat berjalan dengan baik.

❖ **Peralatan yang Digunakan**

1. Mikrokontroler AT89S51
2. LED
3. Mikrokontroler *writer*

❖ **Prosedur Pengujian**

1. Merancang rangkaian seperti dalam Gambar 4-1
2. Menguji dengan program
3. Mencatat hasil keluaran pada tabel 4-1



Gambar 4-1. Rangkaian Pengujian Mikrokontroler dan Sistem Minimum

Listing Program :

```
org 0h

mulai: jnb p3.0,nol
       jnb p3.1,satu
       jnb p3.2,dua
       jnb p3.3,tiga
       jnb p3.4,empat
       jnb p3.5,lima
       jnb p3.6,enam
       jnb p3.7,tujuh
       jmp mulai

nol:   mov p1,#11111111b
       jmp mulai

satu:  mov p1,#11111110b
       jmp mulai

dua:   mov p1,#11111101b
       jmp mulai

tiga:  mov p1,#11111100b
       jmp mulai

empat: mov p1,#11111011b
       jmp mulai

lima:  mov p1,#11111010b
       jmp mulai
```



```

enam: mov p1,#11111001b
      jmp mulai
tujuh: mov p1,#11111000b
      jmp mulai
end

```

Data Hasil Pengujian :

Tabel 4-1. Tabel Hasil Pengujian Mikrokontroler

Kondisi	Nyala LED
Tekan P3.0	1111 1111
Tekan P3.1	1111 1110
Tekan P3.2	1111 1101
Tekan P3.3	1111 1100
Tekan P3.4	1111 1011
Tekan P3.5	1111 1010
Tekan P3.6	1111 1001
Tekan P3.7	1111 1000

4.2. Pengujian Rangkaian Tampilan LCD

- **Tujuan**

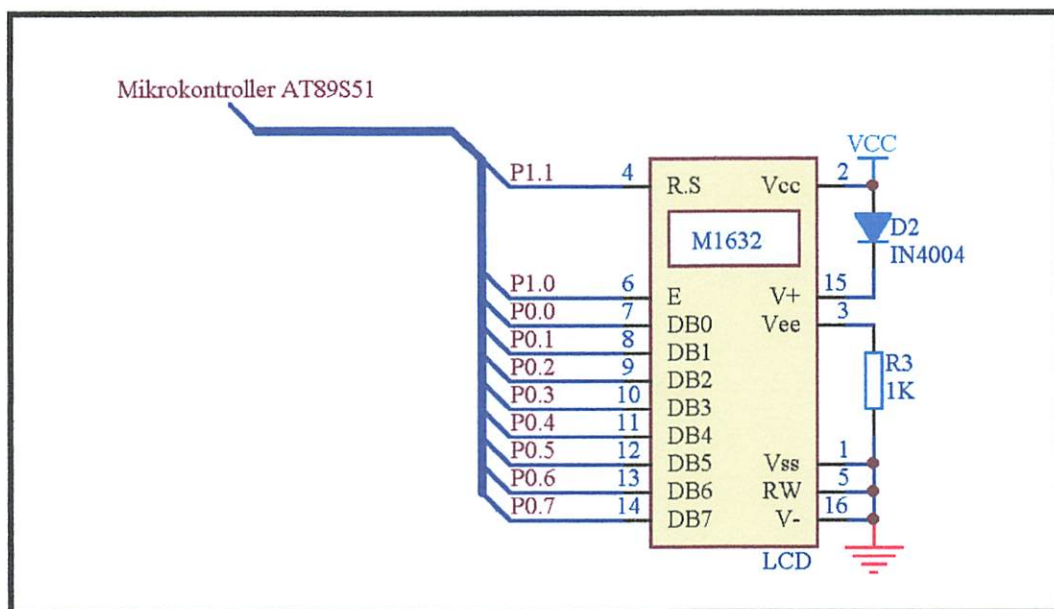
Untuk mengetahui kemampuan rangkaian tampilan yang sudah dibuat apakah dapat mendukung sistem yang direncanakan untuk memampikan data pada LCD.

- **Peralatan yang dibutuhkan**

1. Power Supply 5 Volt
2. Sistem Mikrokontroler dan LCD M1632

- **Prosedur Pengujian**

1. Menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 4.3
2. Menjalankan program untuk menampilkan tulisan
' TEST '
' LCD M1632 '
3. Mengamati keluaran pada LCD



Gambar 4-2. Rangkaian Pengujian LCD



Gambar 4-3. Foto Tampilan LCD Hasil Percobaan

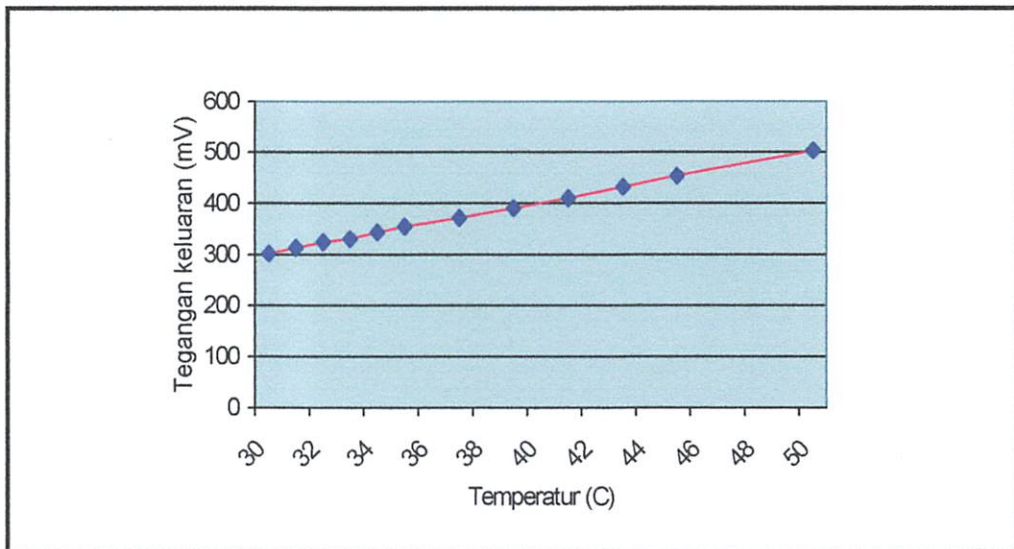
4.3. Pengujian Rangkaian Sensor

Untuk mengetahui ketelitian sensor suhu yang digunakan dalam perencanaan alat ini, maka sebelumnya data suhu hasil pengolahan dari sensor LM35 dibandingkan dengan pembacaan termometer suhu yang lain pada saat yang bersamaan. Sensor ini memiliki linearitas yang baik terhadap perubahan temperatur.

Pengujian dilakukan dengan jalan memasukkan sensor LM35 yang telah dilindungi dengan karet *heat shrink* kedalam air bersamaan dengan termometer lain tersebut kemudian dipanaskan dengan bantuan *heater* sampai temperaturnya mencapai 50 derajat *Celsius*.

Tabel 4-2. Hasil Pengukuran V_{out} Sensor

SUHU ($^{\circ}\text{C}$)	V_{OUT} (mV)
25	250
30	300
33	332
34	341
35	352
36	360
37	371
38	380
39	390
40	401
50	501



Gambar 4-4. Grafik pengambilan data temperatur

4.3.1. Analisa Data Hasil Perhitungan Rangkaian Sensor Suhu

Untuk menghitung tegangan *output* dari LM 35 menggunakan rumus :

$$V_{out} = \text{suhu } (^{\circ}\text{C}) \times 10 \text{ mV} / ^{\circ}\text{C}$$

- Saat $T = 25^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 25^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV} / ^{\circ}\text{C} \\ &= 250 \text{ mV} \end{aligned}$$

- Saat $T = 30^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 30^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV} / ^{\circ}\text{C} \\ &= 300 \text{ mV} \end{aligned}$$

- Saat $T = 33^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 33^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV} / ^{\circ}\text{C} \\ &= 330 \text{ mV} \end{aligned}$$

- Saat T = 34 °C

$$\begin{aligned}V_{out} &= 34^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \\ &= 340 \text{ mV}\end{aligned}$$

- Saat T = 35 °C

$$\begin{aligned}V_{out} &= 35^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \\ &= 350 \text{ mV}\end{aligned}$$

- Saat T = 36 °C

$$\begin{aligned}V_{out} &= 36^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \\ &= 360 \text{ mV}\end{aligned}$$

- Saat T = 37 °C

$$\begin{aligned}V_{out} &= 37^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \\ &= 370 \text{ mV}\end{aligned}$$

- Saat T = 38 °C

$$\begin{aligned}V_{out} &= 38^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \\ &= 380 \text{ mV}\end{aligned}$$

- Saat T = 39 °C

$$\begin{aligned}V_{out} &= 39^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \\ &= 390 \text{ mV}\end{aligned}$$

- Saat T = 40 °C

$$\begin{aligned}V_{out} &= 40^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C} \\ &= 400 \text{ mV}\end{aligned}$$

- Saat $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$V_{out} = 50^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$$

$$= 500\text{ mV}$$

Tabel 4-3
Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan V_{out}

SUHU ($^{\circ}\text{C}$)	TEGANGAN KELUARAN / V_{out}	
	Pengukuran (mV)	Perhitungan (mV)
25	250	250
30	300	300
33	332	330
34	341	340
35	352	350
36	360	360
37	371	370
38	380	380
39	390	390
40	401	400
50	501	500

4.3.2. Kesalahan Relatif

Kesalahan rata-rata akan dijadikan tendensi pada setiap hasil pengukuran yang dilakukan. Oleh sebab itu untuk mencari kesalahan relatif tiap data yang diambil maka diambil rumus:

$$Kr = \frac{X - \bar{X}}{X} \times 100\%$$

Dimana:

Kr = Kesalahan Relatif

x = Hasil Rata-Rata Perhitungan

\bar{x} = Hasil Rata-Rata Seharusnya

$$x = \frac{250 + 300 + 332 + 341 + 352 + 360 + 371 + 380 + 390 + 401 + 501}{11}$$

$$x = 361,6$$

$$\bar{x} = \frac{250 + 300 + 330 + 340 + 350 + 360 + 370 + 380 + 390 + 400 + 500}{11}$$

$$\bar{x} = 360,9$$

Kesalahan relatif pada rangkaian pengontrol suhu ini sebesar:

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{\text{hasil perhitungan} - \text{hasil yang seharusnya}}{\text{Hasil perhitungan}} \cdot 100\%$$

$$= \left| \frac{361,6 - 360,9}{361,6} \right| \cdot 100\%$$

$$= 0,19 \%$$

Jadi untuk rangkaian suhu memiliki tingkat akurasi sebesar:

Tingkat akurasi = $100\% - 0,19\%$

= $99,81\%$.

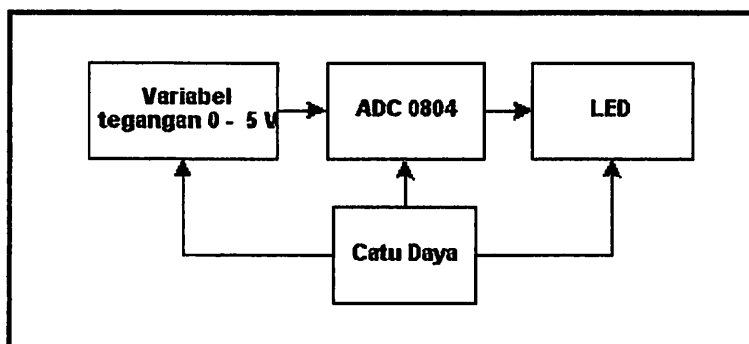
4.4. Pengujian Rangkaian ADC 0804.

4.4.1. Tujuan.

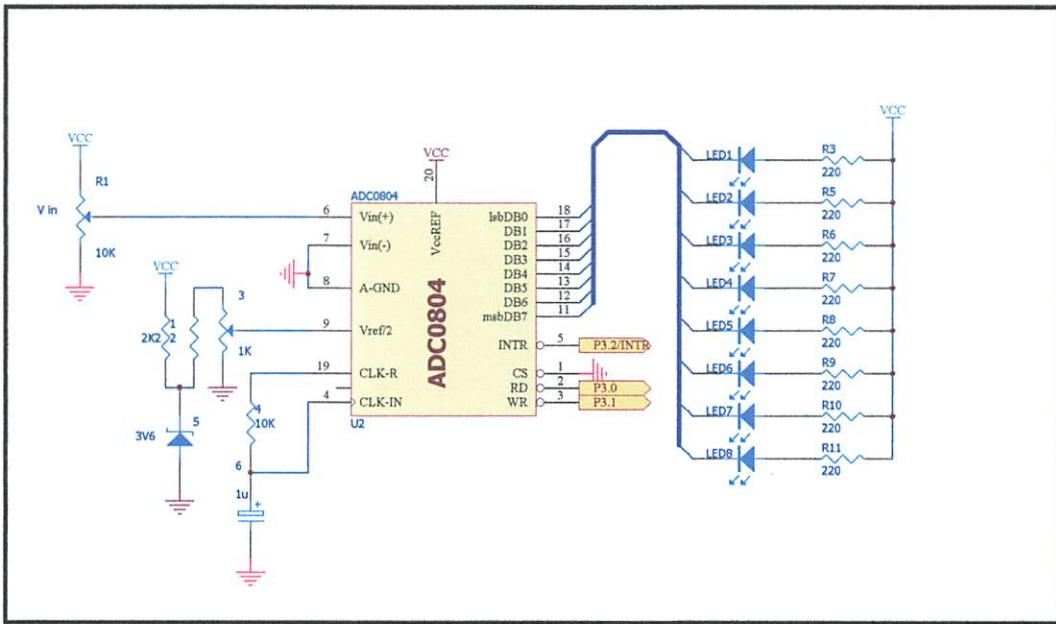
Untuk mengetahui hasil konversi tegangan analog ke digital setiap kenaikan 1 digit hasil konversi.

4.4.2. Peralatan Yang Digunakan.

1. Variabel Resistor 10 K Ω .
2. Digital Multimeter.
3. Catu Daya 5 Volt.
4. Rangkaian ADC 0804.
5. Delapan bit rangkaian indikator LED.



Gambar 4-5. Diagram Blok Pengujian ADC 0804



Gambar 4-6. Rangkaian Pengujian ADC 0804

4.4.3. Langkah Pengujian.

1. Memasang 8 buah LED dengan resistor 220Ω pada keluaran ADC 0804.
2. Memberikan Catu Daya 5 Volt pada rangkaian ADC 0804.
3. Memberikan masukan analog pada tegangan 0 s.d. 5 Volt pada pin masukan ADC 0804.
4. Mengatur variabel resistor untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan.
5. Mencatat data biner 8 bit pada keluaran ADC 0804.

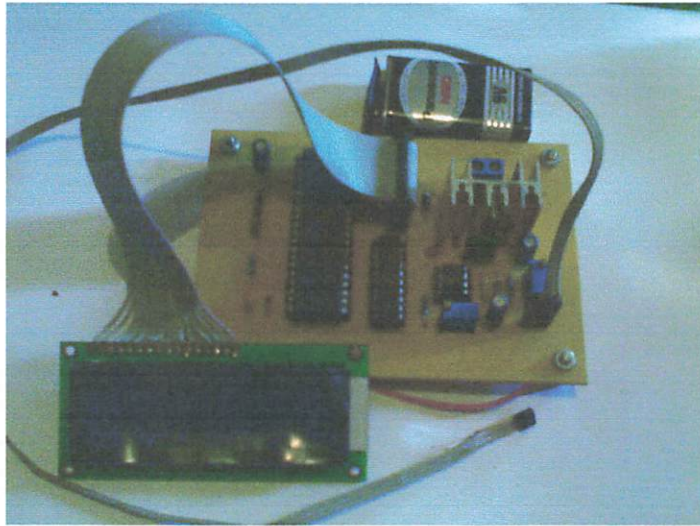
4.4.4. Hasil Pengujian

Tabel 4-4. Hasil Pengujian ADC 0804 dengan LED indikator.

<i>V_{in}</i> (Volt)	<i>Output</i>							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1
2	0	1	1	0	1	1	0	1
3	1	0	0	1	1	0	0	1
4	1	1	0	1	1	0	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1	1



Gambar 4-7. Foto *Display* Alat Pada Saat Suhu Tubuh 31,6°C



Gambar 4-8. Foto Alat



Foto Display Alat

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan dari hasil laporan Skripsi ini. Kesimpulan yang dibuat tentu saja berdasarkan dari hasil perencanaan dan pembuatan alat seperti yang dibahas pada bab-bab sebelumnya. Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Termometer Tubuh Dengan Tampilan Kondisi Tubuh Menggunakan AT89S51 ini memiliki kelebihan selain mudah dalam pengoperasiannya, juga dapat menginformasikan suhu tubuh yang diukur beserta kondisi tubuh (Hipotermi, Normal, dan Demam).
2. Dari hasil pengujian ADC, didapatkan bahwa ADC telah dapat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu mengubah besaran analog menjadi data digital.
3. Kesalahan rata-rata akan dijadikan tendensi pada setiap hasil pengukuran yang dilakukan. Kesalahan pada pengontrol sensor suhu ini sebesar 0,19 %.
4. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar 99,81 % dalam melakukan pengukuran suhu.

5.2. Saran

Dapat ditambahkan rangkaian ISD untuk menghasilkan output dalam bentuk suara sehingga nantinya alat ini dapat digunakan juga untuk tuna netra.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andi Nalwan, Paulus 2003. Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler 89C51. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
2. Budiharto, Widodo. 2007. 12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
3. Eko Putra, Agfianto. 2004. Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi). Yogyakarta : Penerbit Gava Media.
4. www.atmel.com
5. www.beyonlogic.com
6. www.delta-electronic.com
7. www.electroniclab.com
8. www.fairchild.com
9. ww.joker-robotics.com
10. www.laipac.com
11. www.maxim-ic.com
12. www.parallax.com
13. www.seiko.instruments-inc.com



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Lampiran - Lampiran



Terima Kasih



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

FORMULIR PERBAIKAN UJIAN SKRIPSI

Dari hasil ujian komprehensif jenjang strata satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro,
Konsentrasi Elektronika yang diselenggarakan pada ;

Hari : Senin

Tanggal : 23 Maret 2009

Telah dilakukan perbaikan Skripsi oleh ;

Nama Mahasiswa : Yunius Erdiyanto

NIM : 96.17.074

**Judul Skripsi : " PERANCANGAN TERMOMETER TUBUH DENGAN
TAMPILAN KONDISI TUBUH MENGGUNAKAN AT89S51 "**

No	Tanggal	Materi Perbaikan	Paraf Dosen
1.	23 Maret 2009	Gmbr. Rangkaian disesuaikan dengan Alat	
2.	23 Maret 2009	Batasan Masalah ditambahkan Suhu Tubuh untuk Dewasa Kesimpulan No.2 diganti sesuai BAB IV	

Penguji Pertama

**(Ir. Mimien Mustikawati, MT.)
NIP. 103000352**

Disetujui,

Penguji Kedua

**(I Komang Somawirata, ST, MT.)
NIP. P. 1030100361**

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing,**

**(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi


Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jaringan Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Yunius Erdiyanto.
NIM : 9617074.
Perbaikan meliputi :

- Tambahkan keteseran masalah suhu tubuh untuk dewasa
- Kesimpulan no 2 dihilangkan diganti sesuai Bab IV

Malang,

200

()



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : YENILUS E.
NIM : 96.17.074
Perbaikan meliputi :

1. Bab. Pengantar di sesuaikan
2. Dgn. Nlat. :

Malang, 27-03-2009

Komang S. S. H. M.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 14 Pebruari 2009

Nomor : ITN- 729/7/TA /2009
Lampiran :
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT**
Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi
untuk mahasiswa:

Nama : **YUNIUS ERDIYANTO**
Nim : **96 17 074**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

20 DESEMBER 2008 s/d 20 JUNI 2009

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian sarjana.
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan
terima kasih



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tindakan:

1. Mahasiswa yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
JL. Raya Karanglo KM 2
Malang

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : YUNIUS ERDIYANTO
Nim : 96.17.074
Masa Bimbingan : 20 Desember 2008 – 20 Juni 2009
Judul Skripsi : Perancangan Termometer Tubuh dengan Tampilan
Kondisi Tubuh menggunakan AT89S51

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.		Bab I	
2.		Bab II	
3.		Bab III	
4.		Bab IV	
5.		Bab V	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,

Dosen Pembimbing I

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

```
ORG 000H  
JMP START
```

```
;  
;=====;  
;LCD KONSTANTA  
;=====;
```

```
DISPCLR EQU 00000001B  
FUNCSET EQU 00111000B  
ENTRMOD EQU 00000110B  
DISPON EQU 00001100B
```

```
;  
;=====;  
;PORT LCD  
;=====;
```

```
LCDE BIT P1.0  
LCDRS BIT P1.1  
PLCD EQU P0
```

```
;  
;=====;  
;PUSH BUTTON ADDRES  
;=====;
```

```
TBDOWN BIT P1.7  
TBUP BIT P1.6  
TBMENU BIT P1.5
```

```
;  
;=====;  
;ADC ADDRES  
;=====;
```

```
ADC_WR BIT P3.5  
PADC EQU P2
```

```
;  
;=====;  
;ALAMAT VARIABLE (YG KOSONG 030H S.D 07FH)  
;=====;
```

```
PUTR EQU 030H  
BB EQU 054H  
BP EQU 055H  
P_PA EQU 056H  
P_SA EQU 057H  
P_KA EQU 058H  
M1 EQU 059H  
M2 EQU 05AH  
M3 EQU 05BH  
M4 EQU 05CH
```

```
=====
;
;MAIN PROGRAM
=====
;
START:

    CALL INITLCD
    ;CALL ALL_RESET
    ;JMP MAIN_1
    CALL IKLAN
```

```
MAIN_1:
    CALL DISPLAY
    MOV A,#08AH
    CALL LCDINS
    CALL PULUHAN
    MOV A,#08BH
    CALL LCDINS
    CALL SATUAN
    MOV A,#08DH
    CALL LCDINS
    CALL KOMA
    JMP MAIN_1
```

```
PULUHAN:
    CALL ADC
    MOV B,#50
    DIV AB
    MOV P_PA,A
    CALL TAMPIL
    RET
```

```
SATUAN:
    MOV A,B
    MOV B,#2
    MUL AB
    MOV B,#10
    DIV AB
    MOV P_SA,A
    CALL TAMPIL
    RET
```

```
KOMA:
    MOV A,B
    MOV P_KA,A
    CALL TAMPIL
    RET
```

```
;  
;=====;  
;PROSEDUR DISPLAY  
;=====;
```

```
DISPLAY:
```

```
    MOV  A,#083H  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#'S'  
    CALL LCDDAT
```

```
    MOV  A,#084H  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#'U'  
    CALL LCDDAT
```

```
    MOV  A,#085H  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#'H'  
    CALL LCDDAT
```

```
    MOV  A,#086H  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#'U'  
    CALL LCDDAT
```

```
    MOV  A,#088H  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#':'  
    CALL LCDDAT
```

```
    MOV  A,#08CH  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#','  
    CALL LCDDAT
```

```
    MOV  A,#08FH  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#'C'  
    CALL LCDDAT
```

```
;  
;=====;
```

```
    MOV  A,#0C0H  
    CALL LCDINS  
    MOV  A,#'S'  
    CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C1H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'T'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C2H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'A'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C3H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'T'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C4H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'U'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C5H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'S'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C6H  
CALL LCDINS  
MOV A,#':'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,P_PA  
MOV B,#10  
MUL AB  
ADD A,P_SA  
CJNE A,#37,CEK_DEM  
CALL NORMAL  
RET
```

CEK_DEM:

```
SUBB A,#37  
JC CEK_HIP  
CALL DEMAM  
RET
```

CEK_HIP:

```
CALL HIPOTERMI  
RET
```

HIPOTERMI:

```
MOV A,#0C7H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'H'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C8H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'I'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0C9H  
CALL LCDINS  
MOV A,#'P'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0CAH  
CALL LCDINS  
MOV A,#'O'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0CBH  
CALL LCDINS  
MOV A,#'T'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0CCH  
CALL LCDINS  
MOV A,#'E'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0CDH  
CALL LCDINS  
MOV A,#'R'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0CEH  
CALL LCDINS  
MOV A,#'M'  
CALL LCDDAT
```

```
MOV A,#0CFH  
CALL LCDINS
```



```
MOV    A,#'I'  
CALL   LCDDAT  
RET  
; =====
```

NORMAL:

```
    MOV    A,#0CAH  
    CALL   LCDINS  
    MOV    A,#'N'  
    CALL   LCDDAT
```

```
    MOV    A,#0CBH  
    CALL   LCDINS  
    MOV    A,#'O'  
    CALL   LCDDAT
```

```
    MOV    A,#0CCH  
    CALL   LCDINS  
    MOV    A,#'R'  
    CALL   LCDDAT
```

```
    MOV    A,#0CDH  
    CALL   LCDINS  
    MOV    A,#'M'  
    CALL   LCDDAT
```

```
    MOV    A,#0CEH  
    CALL   LCDINS  
    MOV    A,#'A'  
    CALL   LCDDAT
```

```
    MOV    A,#0CFH  
    CALL   LCDINS  
    MOV    A,#'L'  
    CALL   LCDDAT  
    RET
```

DEMAM:

```
    MOV    A,#0CBH  
    CALL   LCDINS  
    MOV    A,#'D'  
    CALL   LCDDAT
```

```
    MOV    A,#0CCH  
    CALL   LCDINS
```

```
MOV    A,#'E'
CALL   LCDDAT

MOV    A,#0CDH
CALL   LCDINS
MOV    A,#'M'
CALL   LCDDAT

MOV    A,#0CEH
CALL   LCDINS
MOV    A,#'A'
CALL   LCDDAT

MOV    A,#0CFH
CALL   LCDINS
MOV    A,#'M'
CALL   LCDDAT
RET

;=====PROSEDUR PEMBACAAN DATA ADC
ADC:
    LCALL DELAY
    LCALL DELAY
    SETB ADC_WR
    CALL  DELAY
    CLR  ADC_WR
    CALL  DELAY
    MOV  A,PADC
    RET

;=====PROSEDUR CETAK STRING=====
PRINTSTRINGLOOP:
    CALL LCDDAT
    INC  DPTR
LCDSTRING:
    CLR  A
    MOVC A,@A+DPTR
    JNZ  PRINTSTRINGLOOP
    RET

;=====PROSEDUR KONTROL BYTE OPERASI PADA LCD
LCDINS:
    MOV  PLCD,A
    CLR  LCDRS
    SJMP LCDOUT
LCDDAT:
```

```
MOV PLCD,A
SETB LCDRS
LCDOUT:
SETB LCDE
CALL DELAY
CLR LCDE
CALL DELAY
RET
```

```
;=====PROSEDUR DELAY=====
```

```
DELAY4:
MOV R7,#0250
DELAY4_1:
DJNZ R7,DELAY4_1
RET
```

```
DELAY3:
MOV PUTR,A
MUTERZ:
CALL DELAY2
DJNZ PUTR,MUTERZ
RET
```

```
DELAY2:
MOV R5,#130
MUTERX:
MOV R6,#250
CALL DELAY
DJNZ R6,$
DJNZ R5,MUTERX
RET
```

```
DELAY:
MOV R3,#08
MUTER:
MOV R4,#0255
DJNZ R4,$
DJNZ R3,MUTER
RET
```

```
TAMPIL:
ADD A,#030H
CALL LCDDAT
RET
```

```
;=====PROSEDUR INISIALISASI LCD
```

```
INITLCD:
```

```
MOV A,#DISPCLR
CALL LCDINS
CALL DELAY
MOV A,#FUNCSET
CALL LCDINS
CALL DELAY
MOV A,#DISPON
CALL LCDINS
CALL DELAY
MOV A,#ENTRMOD
CALL LCDINS
CALL DELAY
MOV A,#DISPCLR
CALL LCDINS
CALL DELAY2
RET
```

```
=====
;
; DAFTAR IKLAN
;
=====
```

```
IKLAN:
MOV A,#080H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_1
CALL LCDSTRING
MOV A,#0C0H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_2
CALL LCDSTRING
MOV A,#03
CALL DELAY3
MOV A,#080H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_3
CALL LCDSTRING
MOV A,#0C0H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_4
CALL LCDSTRING
MOV A,#03
CALL DELAY3
MOV A,#080H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_5
CALL LCDSTRING
```

```
MOV A,#0C0H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_6
CALL LCDSTRING
MOV A,#03
CALL DELAY3
MOV A,#080H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_7
CALL LCDSTRING
MOV A,#0C0H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#ABOUT_8
CALL LCDSTRING
MOV A,#03
CALL DELAY3
MOV A,#DISPCLR
CALL LCDINS
RET
```

```
=====
;
;TEXT SECTION
;
;=====
ABOUT_1 : DB ' TERMOMETER',0
ABOUT_2 : DB ' TUBUH',0
ABOUT_3 : DB ' DENGAN TAMPILAN',0
ABOUT_4 : DB ' KONDISI TUBUH',0
ABOUT_5 : DB ' Y.ERDIYANTO',0
ABOUT_6 : DB ' NIM:96.17.074',0
ABOUT_7 : DB 'DOSEN PEMBIMBING',0
ABOUT_8 : DB 'IR. F.YUDI.L, MT',0
```

END

Features

- Compatible with MCS[®]-51 Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
 - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)
- Green (Pb/Halide-free) Packaging Option

1. Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of In-System Programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with In-System Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.



8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S51

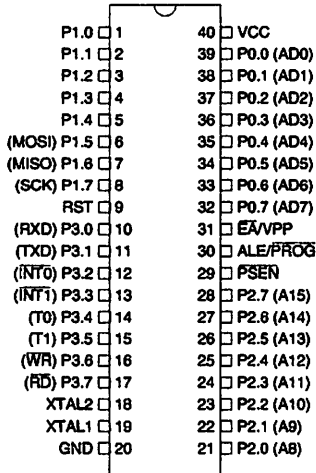
2487C-MICRO-03/05



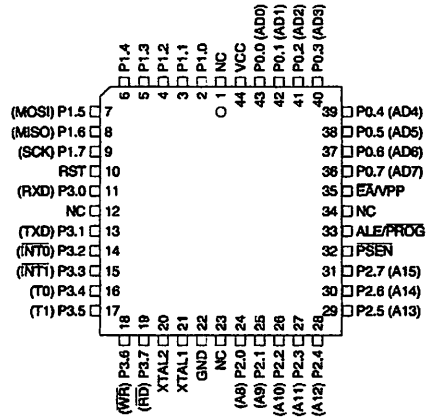


2. Pin Configurations

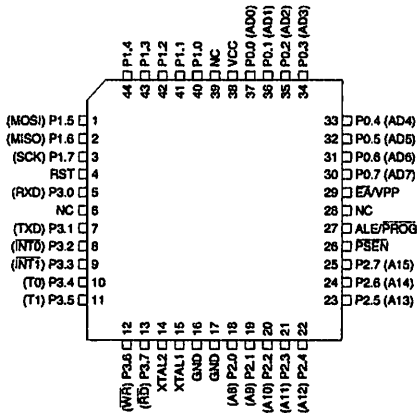
2.1 40-lead PDIP



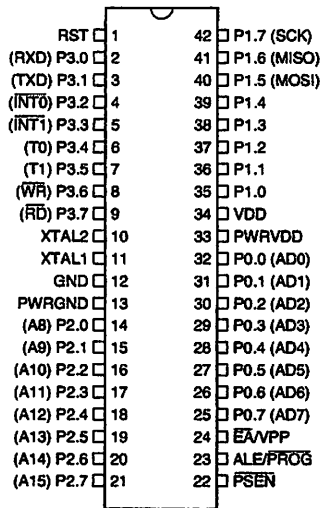
2.3 44-lead PLCC



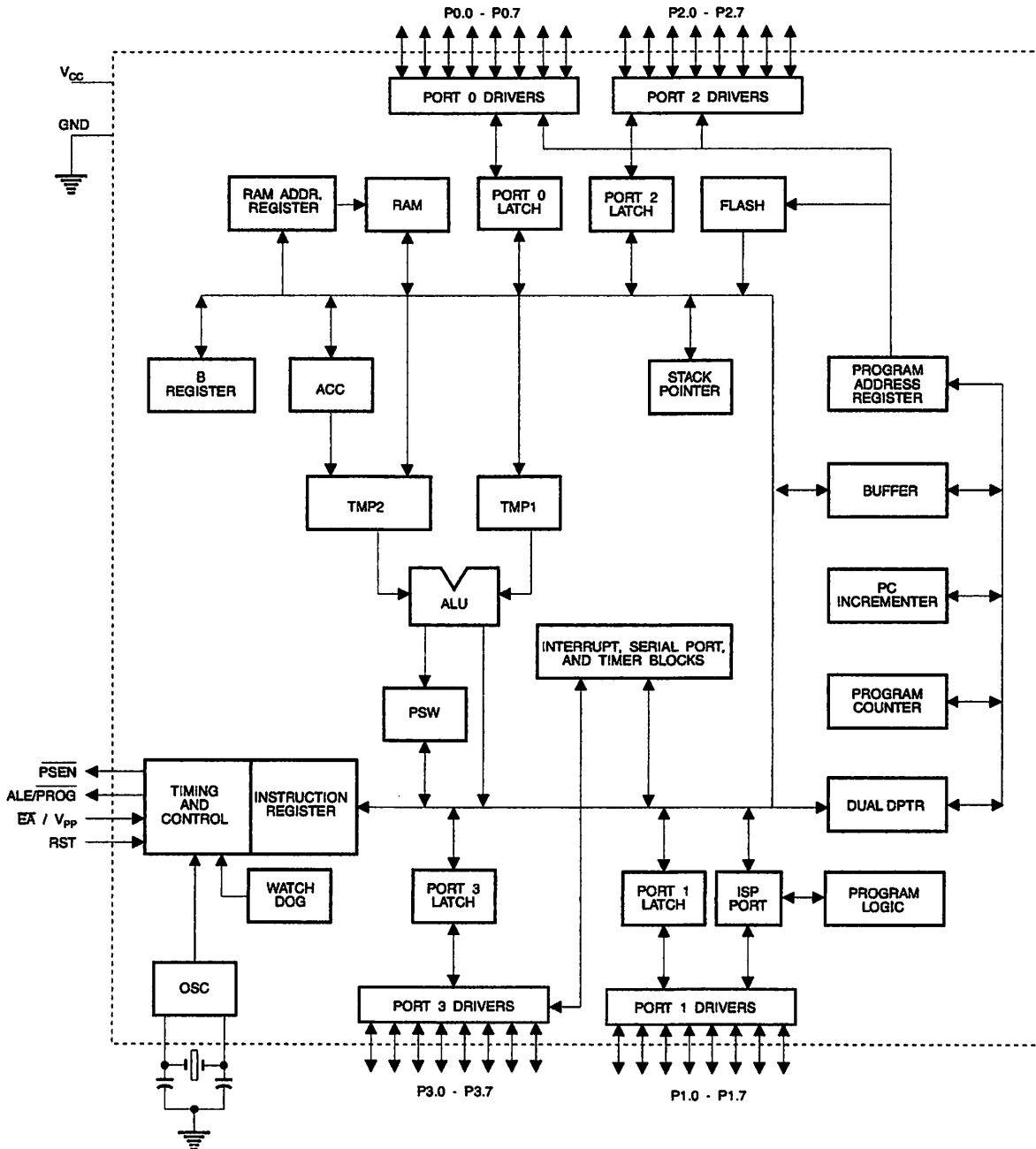
2.2 44-lead TQFP



2.4 42-lead PDIP



1. Block Diagram





I. Pin Description

I.1 VCC

Supply voltage (all packages except 42-PDIP).

I.2 GND

Ground (all packages except 42-PDIP; for 42-PDIP GND connects only the logic core and the embedded program memory).

I.3 VDD

Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the logic core and the embedded program memory.

I.4 PWRVDD

Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. The application board **MUST** connect both VDD and PWRVDD to the board supply voltage.

I.5 PWRGND

Ground for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. PWRGND and GND are weakly connected through the common silicon substrate, but not through any metal link. The application board **MUST** connect both GND and PWRGND to the board ground.

I.6 Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

I.7 Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

2.8 Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

2.9 Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

2.10 RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

2.11 $\overline{\text{ALE/PROG}}$

Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{\text{PROG}}$) during Flash programming.



In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

4.12 $\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable ($\overline{\text{PSEN}}$) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

4.13 $\overline{\text{EA/VPP}}$

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming.

4.14 XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

4.15 XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier

5. Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in [Table 5-1](#).

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 5-1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H									0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXX0				WDTRST XXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX0XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XX0000	87H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Interrupt Registers: The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the IP register.



Table 5-2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR	Address = 8EH				Reset Value = XXX00XX0B			
Not Bit Addressable								
	-	-	-	WDIDLE	DISRTO	-	-	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved for future expansion							
DISALE	Disable/Enable ALE							
	DISALE							
	Operating Mode							
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency						
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction						
DISRTO	Disable/Enable Reset-out							
	DISRTO							
	0	Reset pin is driven High after WDT times out						
	1	Reset pin is input only						
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode							
	WDIDLE							
	0	WDT continues to count in IDLE mode						
	1	WDT halts counting in IDLE mode						

Dual Data Pointer Registers: To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should **ALWAYS** initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.

Power Off Flag: The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by reset.

Table 5-3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1	Address = A2H						Reset Value = XXXXXX0B	
Not Bit Addressable								
	-	-	-	-	-	-	DPS	
Bit	7	6	5	4	3	2	1	
-	Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select							
	DPS							
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H						
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H						

5. Memory Organization

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64K bytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

5.1 Program Memory

If the \overline{EA} pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory.

On the AT89S51, if \overline{EA} is connected to V_{CC} , program fetches to addresses 0000H through FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 1000H through FFFFH are directed to external memory.

5.2 Data Memory

The AT89S51 implements 128 bytes of on-chip RAM. The 128 bytes are accessible via direct and indirect addressing modes. Stack operations are examples of indirect addressing, so the 128 bytes of data RAM are available as stack space.

7. Watchdog Timer (One-time Enabled with Reset-out)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 14-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

7.1 Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least



every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is $98 \times TOSC$, where $TOSC = 1/FOSC$. To make the best use of the WDT, it should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

7.2 WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt, which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S51 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

To ensure that the WDT does not overflow within a few states of exiting Power-down, it is best to reset the WDT just before entering Power-down mode.

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S51 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

With WDIDLE bit enabled, the WDT will stop to count in IDLE mode and resumes the count upon exit from IDLE.

8. UART

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, please click on the document link below:

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC0499.PDF

9. Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, please click on the document link below:

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC0499.PDF

10. Interrupts

The AT89S51 has a total of five interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), two timer interrupts (Timers 0 and 1), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 10-1.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 10-1 shows that bit positions IE.6 and IE.5 are unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

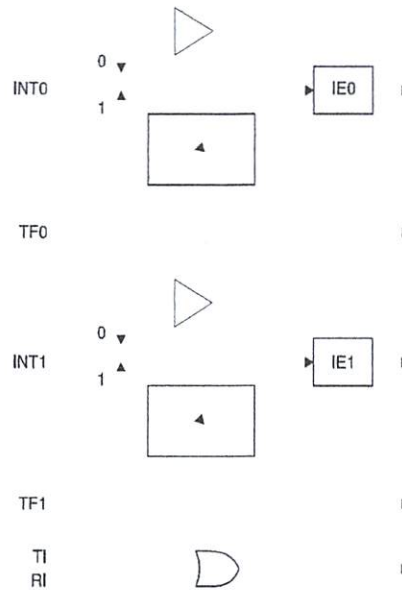
The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle.

Table 10-1. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB)		(LSB)					
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Enable Bit = 1 enables the interrupt.							
Enable Bit = 0 disables the interrupt.							
Symbol	Position	Function					
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.					
-	IE.6	Reserved					
-	IE.5	Reserved					
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit					
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit					
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit					
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit					
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit					
User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.							



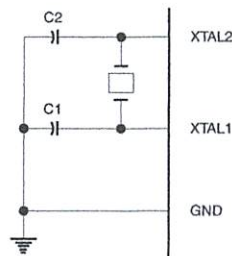
Figure 10-1. Interrupt Sources



11. Oscillator Characteristics

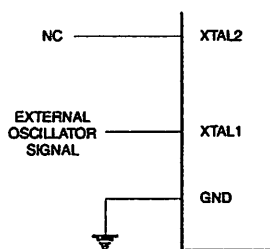
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in [Figure 11-1](#). Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in [Figure 11-2](#). There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 11-1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
 = 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 11-2. External Clock Drive Configuration



12. Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special function registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

13. Power-down Mode

In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt ($\overline{INT0}$ or $\overline{INT1}$). Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Table 13-1. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	\overline{PSEN}	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data



14. Program Memory Lock Bits

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in [Table 14-1](#).

Table 14-1. Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of \overline{EA} must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

15. Programming the Flash – Parallel Mode

The AT89S51 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S51 code memory array is programmed byte-by-byte.

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash Programming Modes table ([Table 17-1](#)) and [Figure 17-1](#) and [Figure 17-2](#). To program the AT89S51, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V.
5. Pulse ALE/\overline{PROG} once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50 μ s. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89S51 features \overline{Data} Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. \overline{Data} Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/\overline{BSY} output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate \overline{BUSY} . P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate \overline{READY} .

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. **The status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.**

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 100H, and 200H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
 (100H) = 51H indicates AT89S51
 (200H) = 06H

Chip Erase: In the parallel programming mode, a chip erase operation is initiated by using the proper combination of control signals and by pulsing ALE/PROG low for a duration of 200 ns - 500 ns.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 500 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data output.

16. Programming the Flash – Serial Mode

The Code memory array can be programmed using the serial ISP interface while RST is pulled to V_{cc} . The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before other operations can be executed. Before a reprogramming sequence can occur, a Chip Erase operation is required.

The Chip Erase operation turns the content of every memory location in the Code array into FFH.

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

16.1 Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S51 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
 - a. Apply power between VCC and GND pins.
 - b. Set RST pin to "H".

If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.

2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction that returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.





- At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.

Power-off sequence (if needed):

- Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).
- Set RST to "L".
- Turn V_{CC} power off.

Data Polling: The $\overline{\text{Data}}$ Polling feature is also available in the serial mode. In this mode, during a write cycle an attempted read of the last byte written will result in the complement of the MSB of the serial output byte on MISO.

16.2 Serial Programming Instruction Set

The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in the "Serial Programming Instruction Set" on page 20.

17. Programming Interface – Parallel Mode

Every code byte in the Flash array can be programmed by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

Most major worldwide programming vendors offer worldwide support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Table 17-1. Flash Programming Modes

Mode	V_{CC}	RST	$\overline{\text{PSEN}}$	ALE/ PROG	$\overline{\text{EA}}/$ V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L		12V	L	H	H	H	H	D_{IN}	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D_{OUT}	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L		12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L		12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L		12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L		12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

- Notes:
- Each $\overline{\text{PROG}}$ pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
 - Each $\overline{\text{PROG}}$ pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
 - Each $\overline{\text{PROG}}$ pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
 - $\overline{\text{RDY}}/\overline{\text{BSY}}$ signal is output on P3.0 during programming.
 - X = don't care.

Figure 17-1. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

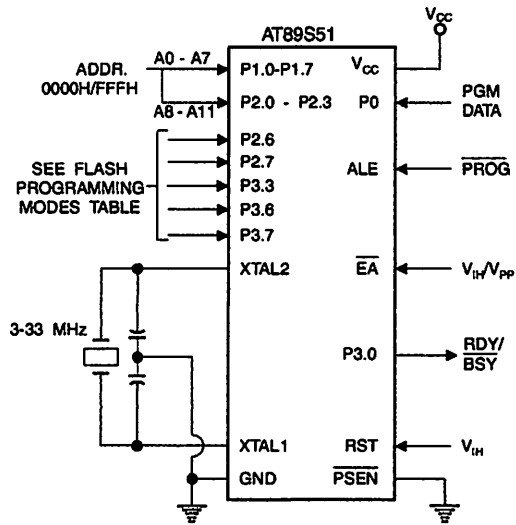
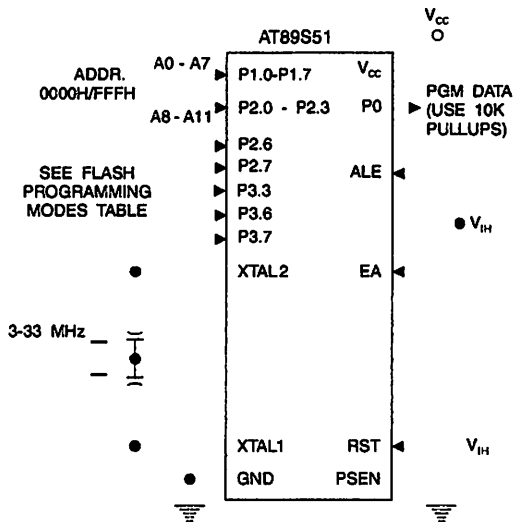


Figure 17-2. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)





18. Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

$T_A = 20^\circ\text{C to } 30^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 4.5 \text{ to } 5.5\text{V}$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		30	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	33	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48 t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48 t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48 t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48 t_{CLCL}$		
t_{EHS}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP}	$48 t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	0.2	1	μs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48 t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		$48 t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	$48 t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		50	μs

Figure 18-1. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

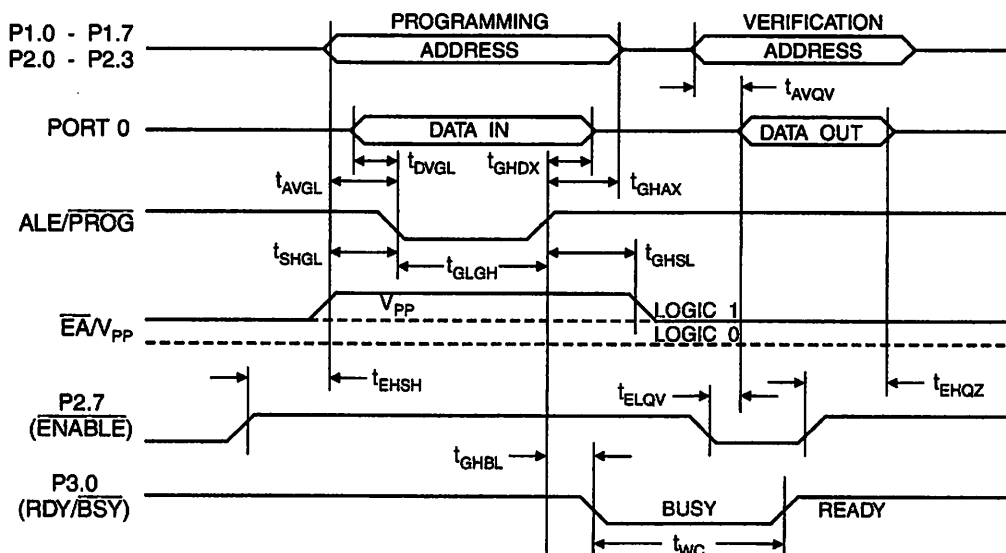
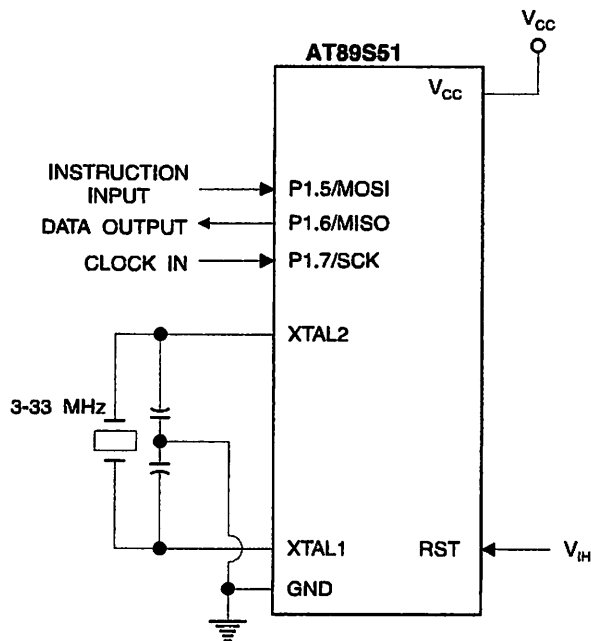
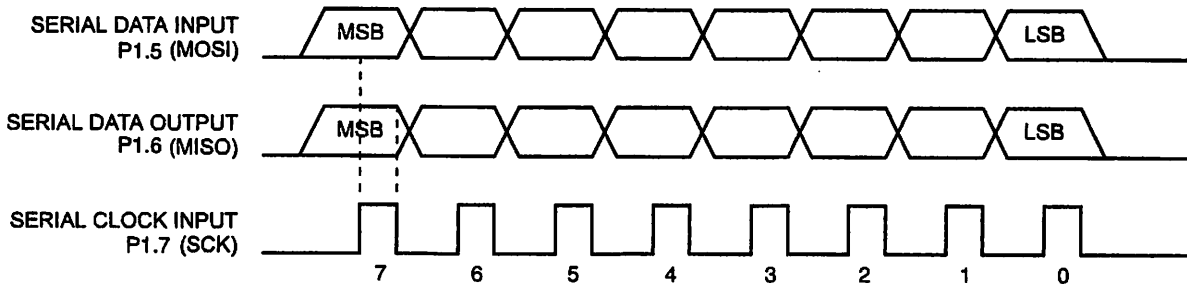


Figure 18-2. Flash Memory Serial Downloading



19. Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 19-1. Serial Programming Waveforms





20. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 DDDD 4 3 DDDD 1 DDDD 0	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 DDDD 4 3 DDDD 1 DDDD 0	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽¹⁾	1010 1100	1110 00B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx LBS LBS LBS xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes	0010 1000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 xxx xxx0	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

- Note: 1. B1 = 0, B2 = 0 → Mode 1, no lock protection
 B1 = 0, B2 = 1 → Mode 2, lock bit 1 activated
 B1 = 1, B2 = 0 → Mode 3, lock bit 2 activated
 B1 = 1, B2 = 1 → Mode 4, lock bit 3 activated

Each of the lock bit modes need to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

For Page Read/Write, the data always starts from byte 0 to 255. After the command byte and upper address byte are latched, each byte thereafter is treated as data until all 256 bytes are shifted in/out. Then the next instruction will be ready to be decoded.

21. Serial Programming Characteristics

Figure 21-1. Serial Programming Timing

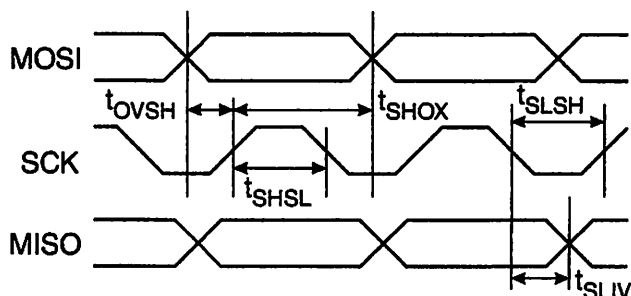


Table 21-1. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3		33	MHz
t_{CLCL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SHSL}	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SLSH}	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{OVSH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SHOX}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t_{ERASE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{SWC}	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs

22. Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground.....	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.6V
DC Output Current.....	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.



23. DC Characteristics

The values shown in this table are valid for $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 4.0\text{V}$ to 5.5V , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-300	μA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	μA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA

Maximum I_{OL} per 8-bit port:

Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

24. AC Characteristics

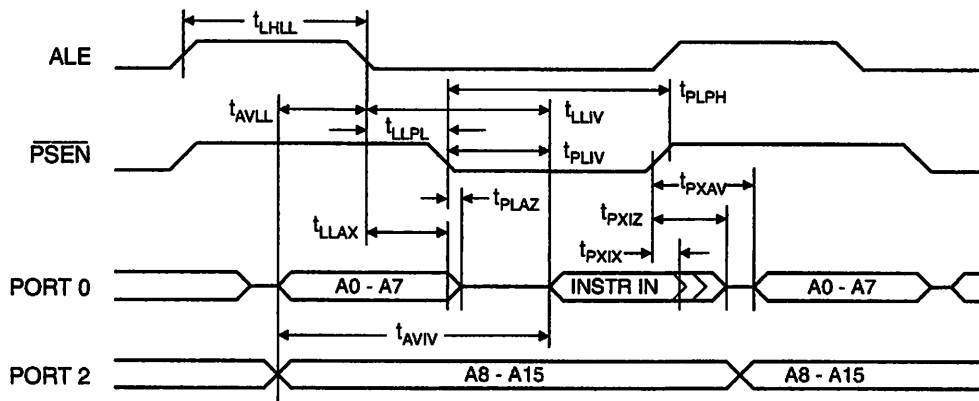
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

24.1 External Program and Data Memory Characteristics

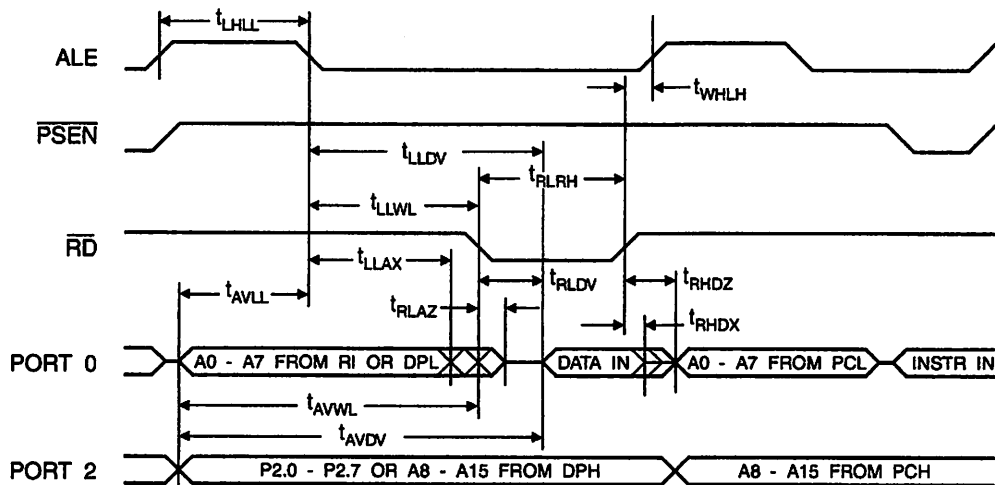
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2 t_{\text{CLCL}}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4 t_{\text{CLCL}}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3 t_{\text{CLCL}}-45$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3 t_{\text{CLCL}}-60$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-25$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5 t_{\text{CLCL}}-80$	ns
t_{PLAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6 t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{WLWH}	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6 t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{RLDV}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5 t_{\text{CLCL}}-90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
t_{RHDX}	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2 t_{\text{CLCL}}-28$	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8 t_{\text{CLCL}}-150$	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9 t_{\text{CLCL}}-165$	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3 t_{\text{CLCL}}-50$	$3 t_{\text{CLCL}}+50$	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4 t_{\text{CLCL}}-75$		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-30$		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7 t_{\text{CLCL}}-130$		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{RLAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-25$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns



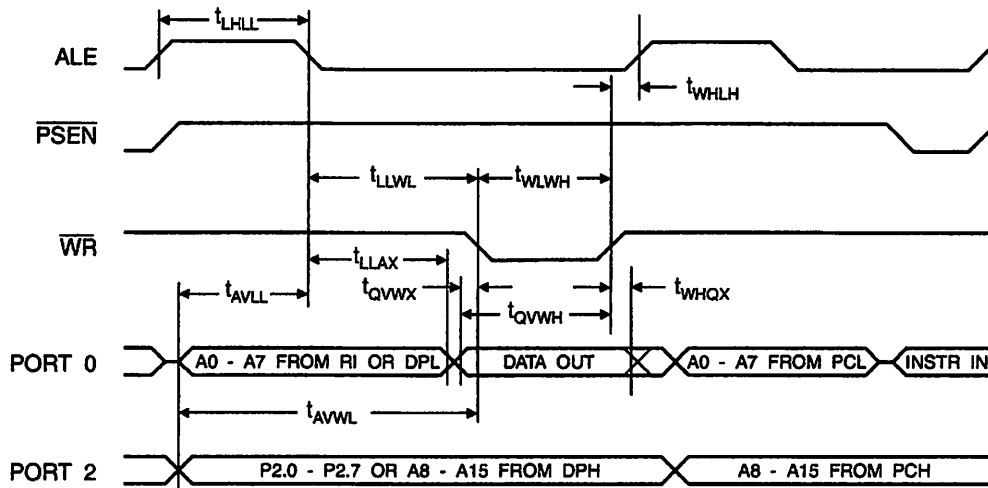
25. External Program Memory Read Cycle



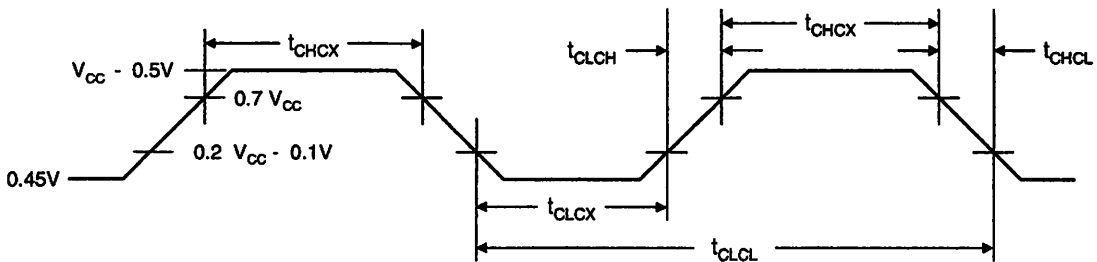
26. External Data Memory Read Cycle



27. External Data Memory Write Cycle



28. External Clock Drive Waveforms



29. External Clock Drive

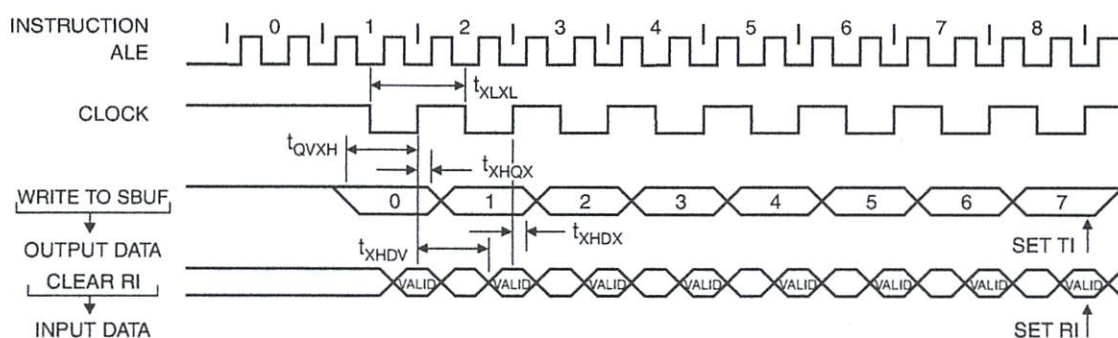
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CLGH}	Rise Time		5	ns
t_{CHCL}	Fall Time		5	ns

30. Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

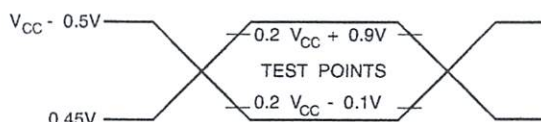
The values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12 t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10 t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHGX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2 t_{CLCL}-80$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10 t_{CLCL}-133$	ns

31. Shift Register Mode Timing Waveforms

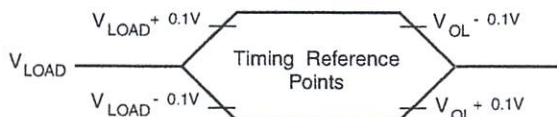


32. AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

33. Float Waveforms⁽¹⁾



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

34. Ordering Information

34.1 Standard Package

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range		
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89S51-24JC	44J			
		AT89S51-24PC	40P6			
		AT89S51-24SC	42PS6			
				AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT89S51-24JI	44J	
				AT89S51-24PI	40P6	
				AT89S51-24SI	42PS6	
33	4.5V to 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89S51-33JC	44J			
		AT89S51-33PC	40P6			
		AT89S51-33SC	42PS6			

34.2 Green Package Option (Pb/Halide-free)

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AU	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89S51-24JU	44J	
		AT89S51-24PU	40P6	

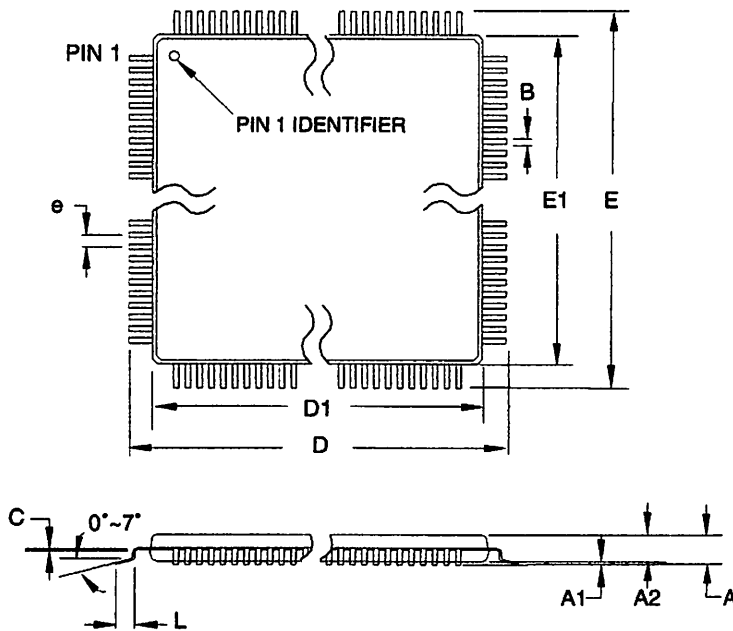
Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
42PS6	42-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)





35. Packaging Information

35.1 44A – TQFP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	1.20	
A1	0.05	–	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	–	0.45	
C	0.09	–	0.20	
L	0.45	–	0.75	
e	0.80 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

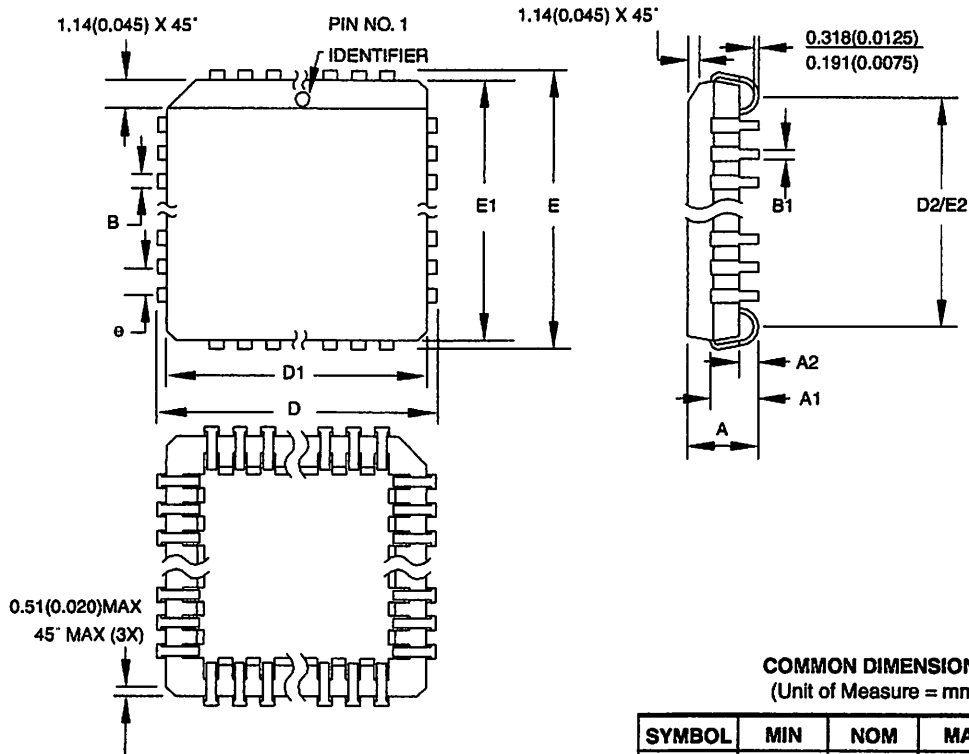
10/5/2001

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE	DRAWING NO.	REV.
	44A, 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness, 0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)	44A	B

AT89S51

2487C-MICRO-03/05

5.2 44J - PLCC



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	-	4.572	
A1	2.286	-	3.048	
A2	0.508	-	-	
D	17.399	-	17.653	
D1	16.510	-	16.662	Note 2
E	17.399	-	17.653	
E1	16.510	-	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	-	16.002	
B	0.660	-	0.813	
B1	0.330	-	0.533	
e	1.270 TYP			

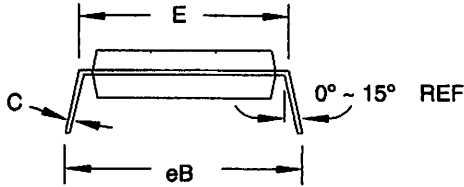
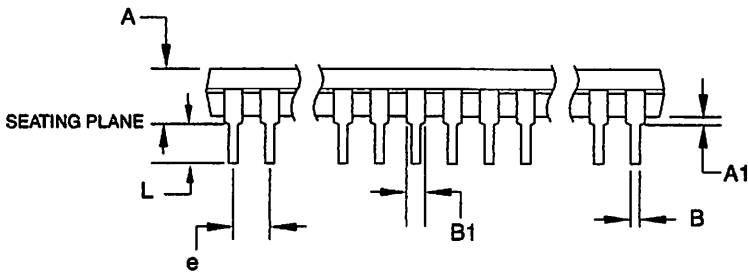
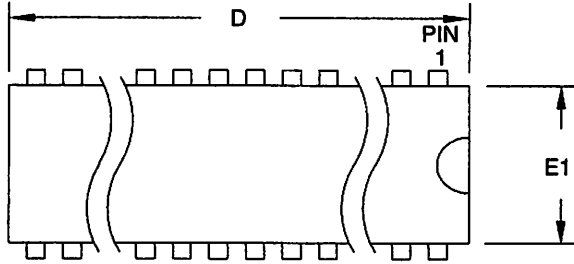
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-018, Variation AC.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is .010" (0.254 mm) per side. Dimension D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the upper or lower parting line.
 3. Lead coplanarity is 0.004" (0.102 mm) maximum.

10/04/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE	DRAWING NO.	REV.
	44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)	44J	B



5.3 40P6 – PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	4.826	
A1	0.381	–	–	
D	52.070	–	52.578	Note 2
E	15.240	–	15.875	
E1	13.462	–	13.970	Note 2
B	0.356	–	0.559	
B1	1.041	–	1.651	
L	3.048	–	3.556	
C	0.203	–	0.381	
eB	15.494	–	17.526	
e	2.540 TYP			

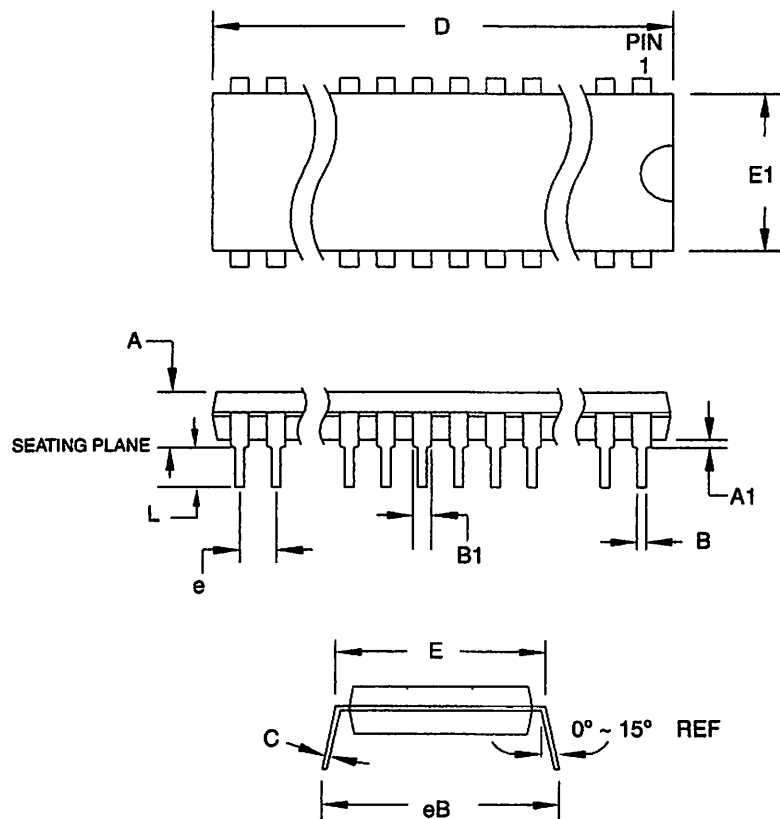
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO.	REV.
		40P6	B

AT89S51

5.4 42PS6 – PDIP




COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.83	
A1	0.51	-	-	
D	36.70	-	36.96	Note 2
E	15.24	-	15.88	
E1	13.46	-	13.97	Note 2
B	0.38	-	0.56	
B1	0.76	-	1.27	
L	3.05	-	3.43	
C	0.20	-	0.30	
eB	-	-	18.55	
e	1.78 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

11/6/03

 2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 42PS6, 42-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO.	REV.
		42PS6	A



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

Regional Headquarters

Europe

Atmel Sarl
Route des Arsenalux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
Tel: (41) 26-426-5555
Fax: (41) 26-426-5500

Asia

Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimshatsui
East Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Japan

9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

La Chanterrie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
Tel: (33) 2-40-18-18-18
Fax: (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex, France
Tel: (33) 4-42-53-60-00
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR, Scotland
Tel: (44) 1355-803-000
Fax: (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn, Germany
Tel: (49) 71-31-67-0
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/ High Speed Converters/RF Datacom

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-80

Literature Requests

www.atmel.com/literature

Disclaimer: The information in this document is provided in connection with Atmel products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property right is granted by this document or in connection with the sale of Atmel products. EXCEPT AS SET FORTH IN ATMEL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE LOCATED ON ATMEL'S WEB SITE, ATMEL ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER AND DISCLAIMS ANY EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY WARRANTY RELATING TO ITS PRODUCTS INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NON-INFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL ATMEL BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, SPECIAL OR INCIDENTAL DAMAGES (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR LOSS OF PROFITS, BUSINESS INTERRUPTION, OR LOSS OF INFORMATION) ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THIS DOCUMENT, EVEN IF ATMEL HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. Atmel makes no representations or warranties with respect to the accuracy or completeness of the contents of this document and reserves the right to make changes to specifications and product descriptions at any time without notice. Atmel does not make any commitment to update the information contained herein. Atmel's products are not intended, authorized, or warranted for use as components in applications intended to support or sustain life.

© Atmel Corporation 2005. All rights reserved. Atmel®, logo and combinations thereof, and others, are registered trademarks, and everywhere You AreSM and others are the trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Other terms and product names may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487C-MICRO-03/05

/xM