

SKRIPSI

**PERANCANGAN PIRANTI DATA LOGGER DENGAN
TRANSMISI INFRA MERAH SEBAGAI SARANA
PENYALUR DATA UNTUK MENGHITUNG
PENGUNAAN AIR BERBASIS
MIKROKONTROLLER AT89C51**



**Disusun Oleh:
GALIH HERI SASONGKO
01.17.178**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERENCANAAN PIRANTI DATA LOGGER DENGAN
TRANSMISI INFRA MERAH SEBAGAI SARANA PENYALUR
DATA UNTUK MENGHITUNG PENGGUNAAN AIR BERBASIS
MIKROKONTROLLER AT89C51**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Strata Satu (S-1) Konsentrasi Elektronika.

Disusun Oleh :

GALIH HERI SASONGKO

01.17.178

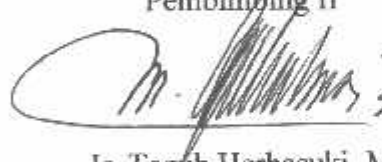
Telah diperiksa dan disetujui,

Pembimbing I



Ir. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y. 1039500274

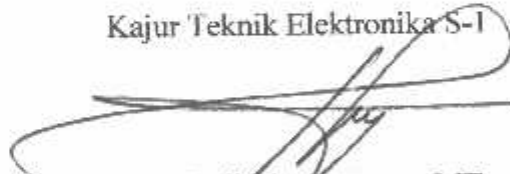
Pembimbing II



Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

Mengetahui,

Kajur Teknik Elektronika S-1



Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 4039500274

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

ABSTRAK

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PIRANTI DATA LOGGER SEBAGAI SARANA PENYALUR DATA UNTUK MENGHITUNG PENGGUNAAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C51

(Nama : Galih Heri Sasongko)

(Dosen Pembimbing I : Ir. Yudi Limpraptono, MT)

(Dosen Pembimbing II : Ir. Teguh Herbasuki, MT)]

Kata Kunci : PDAM, Infra merah, Memory MMC

Kesalahan dalam pencatatan data yang disebabkan karena human error, masih sering ditemui, misalnya dalam pencatatan nilai meteran air PDAM, Kesalahan itu dikarenakan cara yang digunakan selama ini masih menggunakan metode konvensional, yaitu lihat dan catat, dengan metode seperti itu prosentase kesalahan sangat besar, selain itu kesalahan juga mungkin terjadi pada waktu merekap data keseluruhan ke dalam database, dikarenakan perbedaan petugas, berdasarkan permasalahan tersebut, direncanakanlah alat ini, alat ini menggunakan transmisi infra merah untuk pengambilan nilai meteran air PDAM, menggantikan fungsi lihat dan catat serta memanfaatkan sebuah memory bertipe MMC untuk menyimpan data pengambilan, dengan memory ini data pengambilan yang bisa disimpan lebih banyak serta nantinya bisa dengan mudah didokumentasikan dan diolah dengan database. Dengan terwujudnya alat ini diharapkan dapat mempermudah dan meminimalisir kesalahan yang timbul dari sebagian proses pengolahan data pemakaian air PDAM.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan karunia serta kesabaran kepada penyusun sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Perencanaan dan pembuatan piranti data logger sebagai sarana penyalur data untuk penggunaan air berbasis mikrokontroler AT89C51"** ini. Laporan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Program Studi Elektronika di Institut Teknologi Nasional Malang.

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

1. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 dan Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
4. Para dosen dan staf jurusan Teknik Elektronika yang telah banyak membantu hingga terlaksananya skripsi ini.
5. Teman-teman serta Semua pihak yang telah banyak membantu dan tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu

Dengan segala itikad, kemampuan dan saran yang ada, laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Namun karena keterbatasan waktu dan faktor lain yang dihadapi sehingga menyebabkan laporan skripsi ini tidak lepas

dari banyaknya kekurangan. Karena itu sejumlah koreksi dan masukan konstruktif diperlukan guna kesempurnaan laporan skripsi ini. Semoga laporan skripsi dari pemikiran sederhana ini akan menjadi cikal bakal dari karya yang lebih inovatif dan dapat bermanfaat untuk semua orang.

Malang, September 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Mikrokontroler AT89C51	5
2.2.1. Perangkat Keras Mikrokontroler AT89C1	6
2.2.2. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51	7

2.2.3. Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89C51.....	8
2.2.4. Organisasi Memori.....	10
2.2.5 Special Function Register.....	14
2.2.6 Osilator.....	16
2.2.7 Reset.....	16
2.2.8 Metode Pengalamatan.....	17
2.3 Liquid Crystal Display.....	19
2.4 Infra Red.....	23
2.4.1 LED Infrared.....	24
2.4.2 Photodiode.....	25
2.5 Keypad 4x4.....	26
2.6 EMS (Embedded Module Series).....	26
2.6.1. Spesifikasi Hardware.....	27
2.6.2. Konsep Komunikasi.....	28
2.6.2.1. Fitur Utama Komunikasi IIC.....	28
2.6.2.2. Terminologi.....	29
2.6.2.3. Cara Kerja IIC Bus.....	30
2.6.2.4. Multi Master.....	31
2.6.2.5. Clock Synchronization.....	31
2.6.2.6. Arbitration.....	33
2.7. EEPROM.....	34

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pendahuluan	36
3.2 Perencanaan Perangkat Keras	36
3.3 Mikrokontroller AT89C51 Sebagai Minimum sistem	39
3.4. Perancangan Rangkaian LCD	42
3.5. Perencanaan EEPROM	43
3.6. Encoder Keypad	44
3.7. Photodiode.....	44
3.8. LED infra Red	45
3.9. EMS SD/MMC/FRAM	47
3.10. Perencanaan Perangkat Lunak/Software	48
3.10.1. Flow Chart Pengolah Data	49
3.10.2. Flow Chart Pengambil Data	50

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Pendahuluan	51
4.2. Rangkaian Mikrokontroller AT89C51	51
4.2.1. Tujuan Pengujian.....	51
4.2.2. Alat dan Bahan	51
4.2.3. Pelaksanaan pengujian	51
4.3. Rangkaian LCD M1632	53
4.3.1. Tujuan Pengujian.....	53
4.3.2. Alat dan Bahan	53

4.3.3 Langkah Pengujian.....	53
4.3.4. Analisa Hasil Pengujian	54
4.4. Rangkaian Keypad	55
4.4.1. Tujuan Pengujian.....	55
4.4.2. Alat dan Bahan	55
4.4.3. Pelaksanaan Pengujian	56
4.5 Rangkaian Pemancar dan Penerima Infra Merah	56
4.5.1. Tujuan Pengujian.....	56
4.5.2. Alat dan Bahan	56
4.5.3. Prosedur Pengujian.....	56
4.6 Pengujian Transmisi InfraRed.....	58
4.7 Pengujian Jumlah Liter Air	58
4.7.1. Prosedur Pengujian.....	59
4.7.2 Hasil Pengujian	60

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran-saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C51	6
Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89C51	8
Gambar 2.3 Osilator Mikrokontroler AT89C51	10
Gambar 2.4 Struktur Memory Program dan Data AT89C51	11
Gambar 2.5 RAM internal Bawah.....	13
Gambar 2.6 Memori data Eksternal	13
Gambar 2.7 Rangkaian Pembangkit Osilator Internal.....	16
Gambar 2.8 Rangkaian Reset	16
Gambar 2.9 Diagram Blok LCD	19
Gambar 2.10 LED infrared.....	25
Gambar 2.11 Photodiode.....	25
Gambar 2.12. EMS.....	26
Gambar 2.13. Alokasi Pin EMS.....	27
Gambar 2.14. Format Address Byte	30
Gambar 2.15. Clock Synchronization	32
Gambar 2.16. Arbitration	33
Gambar 2.17. Konfigurasi Pin EEPROM	35
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem	37
Gambar 3.2 Rangkaian Minimum AT89C51 Pengolah Data	39
Gambar 3.3 Rangkaian Minimum AT89C51 Pengambil Data	40

Gambar 3.4 Rangkaian Pewaktuan	41
Gambar 3.5 Rangkaian Reset	42
Gambar 3.6 Rangkaian LCD	43
Gambar 3.7 Rangkaian EEPROM.....	43
Gambar 3.8 Rangkaian Keypad	44
Gambar 3.9 Rangkaian Photodiode.....	45
Gambar 3.10 Rangkaian Infrared	47
Gambar 3.11 Scematic EMS SD/MMC/FRAM.....	47
Gambar 4.1 Diagram Blok Pengujian LCD	54
Gambar 4.2 Hasil Pengujian LCD.....	55
Gambar 4.3 Rangkaian Penguji Pemancar dan Penerima Infrared	57

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1. Fungsi Khusus Port 3 AT89C51	9
Tabel 2.2. Pemilihan Register Bank dengan RS0 dan RS1	14
Tabel 2.3. Fungsi Pin LCD.....	20
Tabel 2.4. Instruksi pada LCD	20
Tabel 2.5. Spektrum Gelombang Elektromagnetik	23
Tabel 2.6. Fungsi Pin pada EMS SD/MMC/FRAM	27
Tabel 2.7. Fungsi Pin EEPROM	35
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Mikrokontroller AT89C51	52
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Pemancar dan Penerima Infared	57
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Infrared	58
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Jumlah Liter Air.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pada era teknologi yang semakin canggih ini, masih sering kita jumpai ketidakakuratan dalam pencatatan data. Sebagai contoh dalam pencatatan tagihan air. Petugas mendatangi rumah pelanggan kurang lebih tiga bulan sekali untuk mencatat meteran. Meteran yang tercatat setiap tiga bulan sekali itu kemudian dirata-rata. Sehingga biaya yang dibebankan kepada pelanggan adalah pemakaian rata-rata pada periode tiga bulan sekali. Hal ini tentunya menimbulkan keluhan pelanggan terhadap PDAM, karena pemakaian tiap bulanya tentu tidak sama.

Contoh yang lain kesalahan dalam mencatat yang mungkin timbul karena faktor kelelahan, ataupun faktor penglihatan. Disamping itu juga kemungkinan terjadi kesalahan dalam proses manajemen data, dikarenakan petugas yang bertugas merekap seluruh data (database) bukanlah petugas yang turun langsung ke lapangan dalam pengambilan data.

Oleh karena itu diperlukan suatu alat yang dapat mencatat pemakaian air perbulan secara akurat. Alat inilah yang disebut sebagai "Data Logger", data logger akan mencatat setiap perubahan tampilan meteran. Selain itu diperlukan sebuah alat penerima yang dapat mengetahui perubahan yang dicatat oleh data logger. Dengan digunakannya infra merah sebagai media transmisi diharapkan akan meminimalisir kesalahan dalam pencatatan data perubahan.

Dengan demikian baik pelanggan maupun perusahaan air dapat mengetahui pemakaian setiap bulanya secara akurat.

1.2. Rumusan masalah

Pada penulisan ini, kami ingin membahas mengenai beberapa hal antara lain:

1. Bagaimana merancang dan membuat sebuah alat yang berfungsi untuk mencatat jumlah air yang digunakan dalam jangka waktu tertentu
2. Bagaimana merancang dan membuat sebuah alat yang dapat menerima data yang ditransmisikan melalui infra merah dapat ditampilkan melalui penampil (LCD)
3. Bagaimana merancang dan membuat sebuah alat yang dapat menyimpan data yang diambil ke dalam sebuah memory MMC

Oleh karena itu atas dasar pemilihan tersebut, maka skripsi ini diberi judul :

“PERENCANAAN PIRANTI DATA LOGGER DENGAN TRANSMISI INFRAMERAH SEBAGAI SARANA PENYALUR DATA UNTUK MENGHITUNG PENGGUNAAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C51”

1.3. Tujuan

Merencanakan dan membuat piranti data logger untuk menghitung penggunaan air PDAM dengan infra merah sebagai sarana penyalur data, sehingga didapatkan data penggunaan air perbulan yang lebih akurat

1.4. Batasan masalah

Pembatasan masalah dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Sistem mikrokontroler yang digunakan adalah Mikrokontroler AT89C51
2. Kartu Memory yang digunakan bertipe MMC
3. Tidak Membahas Mekanik Air PDAM secara Mendetail
4. Tidak membahas Database
5. Hanya membahas alat yang ada pada blok diagram

1.5. Metodologi Penulisan

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut ;

1. Studi literatur
melakukan kajian dari data sheet book, artkel dan internet
 2. Sistem tiap blok
Perakitan komponen untuk setiap blok selanjutnya menggabungkan setiap blok sehingga menjadi satu kesatua sistem yang diharapkan
 3. Implementasi dan Pengujian
Pengujian alat dilakukan per blok sistem dan keseluruhan sistem yang telah disusun sehingga dapat disimpulkan efektivitas penggunaan alat
 4. Analisa
Dari hasil pengujian diatas kemudian dapat dibuat suatu kesimpulan terhadap alat yang dibuat
-

1.6. Sistematika penulisan

Untuk mempermudah pembuatan skripsi ini maka diperlukan pembagian-pembagian pembahasan ke dalam beberapa bab diantaranya adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Membahas teori – teori penunjang dalam perencanaan dan pembuatan alat

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas pembuatan program dan perakitan alat

BAB IV PENGUJIAN SISTEM

Membuat prosedur pengujian dan hasil pengujian terhadap alat yang telah dibuat

BAB V PENUTUP

Kesimpulan dan saran

LAMPIRAN-LAMPIRAN.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pendahuluan

Bab ini akan menguraikan tentang dasar-dasar teori yang dapat membantu untuk memahami suatu sistem. Disamping itu juga dapat dijadikan sebagai bahan acuan yang menunjang dalam perencanaan dan pembuatan alat.

2.2. Mikrokontroler AT89C51

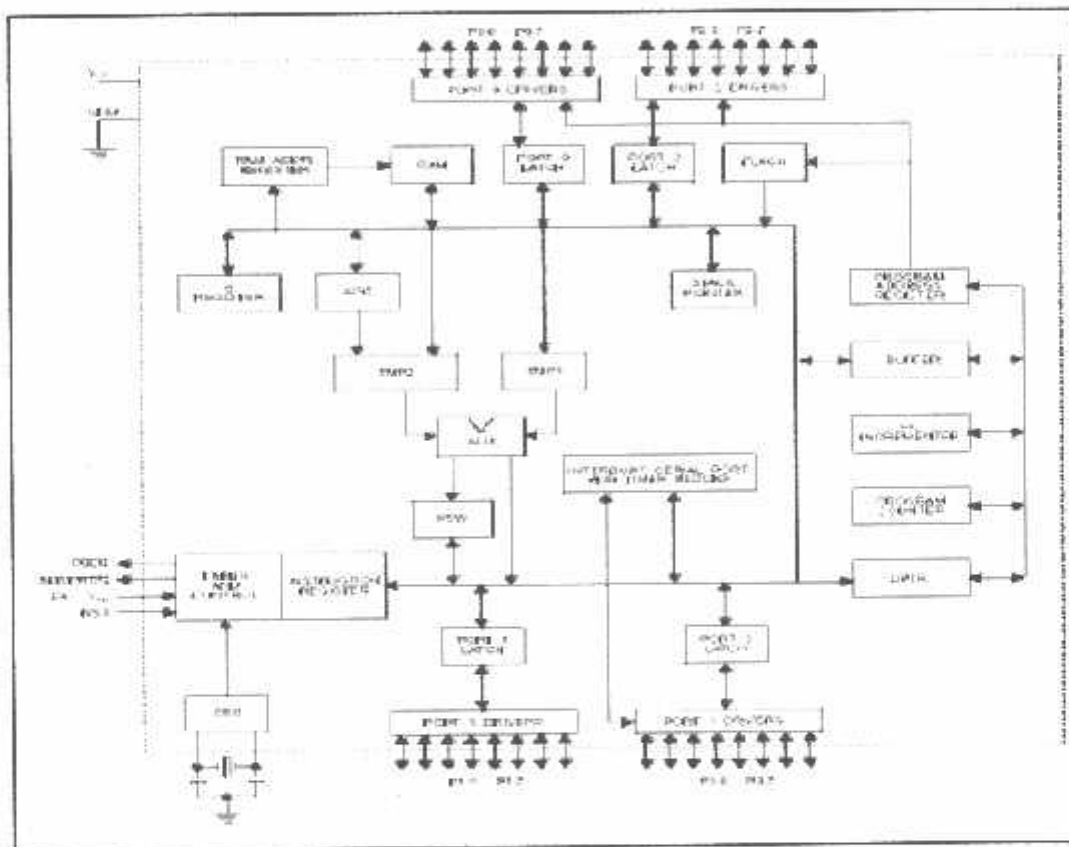
Mikrokontroler AT89C51 merupakan mikrokontroler 8 bit kompatibel dengan standart industri MCS-51TM baik atas segi pemrograman maupun kaki tiap Pin. Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 4 Kbyte PROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*).

Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri atas mikroprosesor, *timer*, dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk *chip* tunggal. Pada dasarnya mikrokontroler mempunyai fungsi yang sama dengan mikroprosesor yaitu untuk mengontrol suatu kerja sistem. Selain itu mikrokontroler juga dikemas dalam satu *chip* (*single chip*). Di dalam mikrokontroler juga terdapat CPU, ALU, PC, SP, dan register seperti dalam mikroprosesor, tetapi juga ditambah dengan perangkat-perangkat lain seperti ROM, RAM, PIO, SIO, *counter* dan sebuah rangkaian *clock*. Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari internal memori ke ALU.

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler AT89C51 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor di dalamnya tidak terdapat keduanya.

2.2.1. Perangkat Keras Mikrokontroler AT89C51

Blok diagram mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1. Blok Diagram Mikrokontroler AT89C51^[1]

Mikrokontroler AT89C51 secara umum memiliki:

- CPU 8 bit
- Memori
- Port I/O yang dapat diprogram

- Timer dan Counter
- Sumber Interrupt
- Port Serial yang dapat diprogram
- Osilator dan Clock

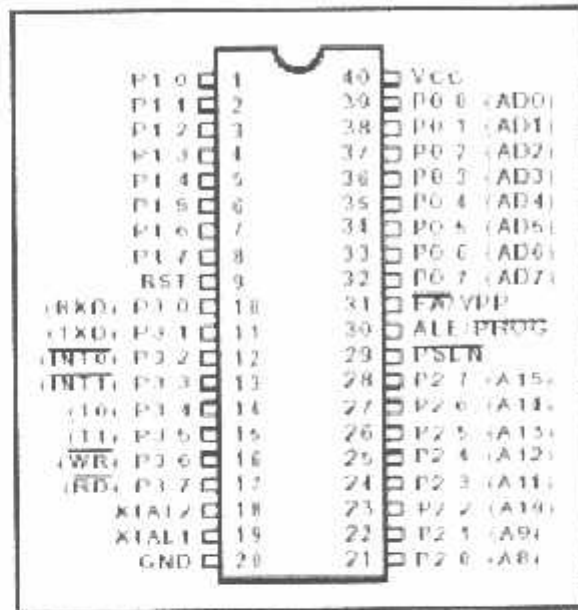
2.2.2. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51

Arsitektur mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut:

1. 8 bit CPU (central processing unit) dengan register A dan B
 2. 16 bit PC (program counter) dengan DPTR (data pointer)
 3. 8 bit PSW (program status word)
 4. 8 bit SP (stack pointer)
 5. Internal EPROM dan ROM dari 0 sampai 4 Kbyte
 6. 128 byte internal RAM untuk memori data yang terdiri dari :
 - 4 register bank masing-masing 8 register
 - 16 byte yang dapat dialamatkan pada bit level
 - 80 byte memory general purpose
 - 32 pin input / output terdiri dari 4 port masing-masing 8 bit (P0 – P3)
 7. 2 x 16 bit timer (T0 dan T1)
 8. Data serial receiver transmitter full duplex yaitu SBUF
 9. Control register antara lain TCON, TMOD, SCON, PCON, IP dan IE
 10. 2 eksternal dan 3 internal sumber interrupt
 11. Rangkaian osilator dan clock
-

2.2.3. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroller AT89C51

Mikrokontroller AT89C51 mempunyai 40 pin seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.2



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroller AT89C51^[1]

Fungsi dari tiap-tiap Pin adalah sebagai berikut:

1. VCC (supply tegangan).
2. GND (ground).
3. PORT 0.

Merupakan port I/O dua arah dan dikonfigurasi sebagai multipleks dua bus alamat rendah (A0-A7) dan data selama pengaksesan program memori dan data memori eksternal.

4. PORT 1.

Merupakan port I/O dua arah dengan pull-up dan juga menerima low-order address byte selama pemrograman dan verifikasi dari flash.

5. PORT 2.

Merupakan port I/O dengan internal pull-up. Mengeluarkan address tinggi selama pengambilan (*fetching*) program memori eksternal. Selama pengaksesan ke eksternal data memori, port 2 mengeluarkan isi P2 SFR (*Special Function Register*). Menerima address dan beberapa sinyal kontrol selama pemrograman.

6. PORT 3.

Merupakan port I/O dengan internal pull-up. Beberapa pin pada port 3 juga memiliki fungsi khusus, yaitu:

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port 3 AT89C51

Nama	Fungsi Khusus
Port3.0	<i>RxD</i> (port masukan serial)
Port3.1	<i>TxD</i> (Port keluaran serial)
Port3.2	$\overline{INT0}$ (Interupsi eksternal 0)
Port3.3	$\overline{INT1}$ (interupsi eksternal 1)
Port3.4	<i>T0</i> (masukan eksternal timer 0)
Port3.5	<i>T1</i> (masukan eksternal timer 1)
Port3.6	\overline{WR} (sinyal tulis memori data eksternal)
Port3.7	<i>RD</i> (sinyal baca memori data eksternal)

7. RST

Perubahan taraf tegangan dari rendah ke tinggi akan mereset AT89C51.

8. $\overline{ALE}/\overline{PROG}$

Pulsa output ALE digunakan untuk proses *latching* pada alamat byte rendah (A0-A7) selama pengaksesan ke eksternal memory. Pin ini juga digunakan untuk memasukkan pulsa program selama pemrograman.

9. \overline{PSEN}

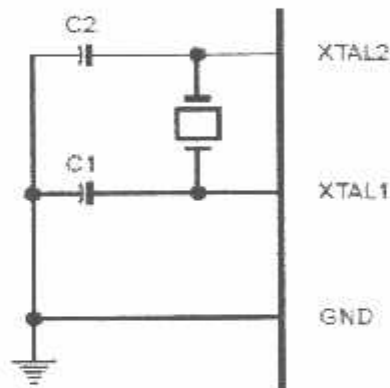
Merupakan strobe baca ke program memori eksternal.

10. \overline{EA}/VPP

External Address Enable (EA) harus digroundkan jika mikrokontroller mengakses memory eksternal. Untuk melakukan pengaksesan memori internal maka EA dihubungkan ke VCC.

11. X-TAL 1 dan X-TAL 2

Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan input inverting osilator amplifier, sedangkan X-TAL 2 merupakan output inverting osilator amplifier.



Gambar 2.3. Osilator Pada Mikrokontroller AT89C51

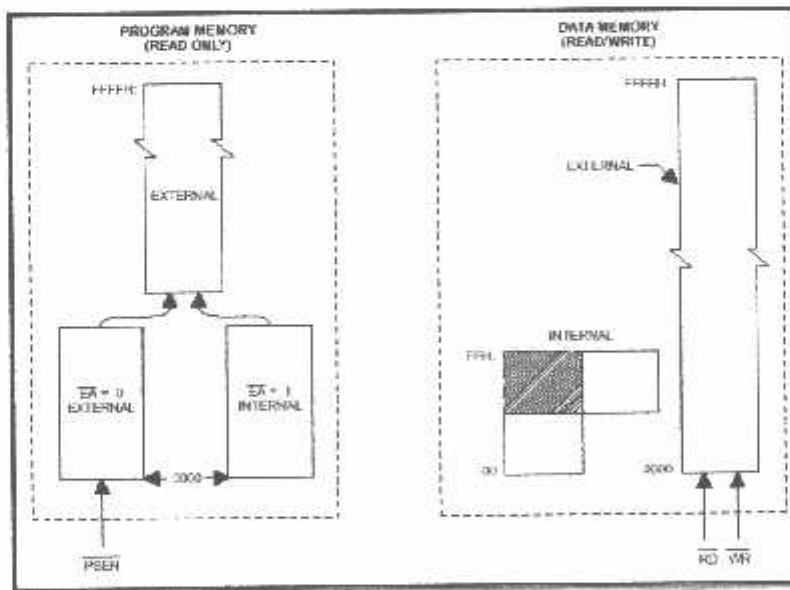
2.2.4. Organisasi Memori

Seluruh anggota keluarga MCS-51 mempunyai dua bagian alamat memori yang terpisah untuk memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsinya dalam penyimpanan data atau program. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat menyimpan data-data yang sedang diolah mikrokontroler.

Memori program disimpan pada ROM/EEPROM dan memori data disimpan dalam RAM. Lebar alamat memori program selalu 16 bit meskipun ruang memori yang dipergunakan lebih kecil dari 64 kbyte. Lebar alamat memori data internal adalah 8 bit.

Pada memori program, ruang memori dapat diperluas (*expandable*) sampai 64 kbyte. Untuk memilih penggunaan memori program internal (ROM on chip) atau memori program eksternal, dipergunakan Pin \overline{EA} (*external access enable*). Sedangkan untuk eksekusi memori program eksternal dipakai sinyal baca \overline{PSEN} (*program store enable*).

Memori data internal untuk 8951 terdapat dalam chip sebesar 128 byte. Jika diperlukan, dapat dilakukan penambahan memori data eksternal, dengan kapasitas maksimum 64 kbyte. Untuk mengakses memori data eksternal dipergunakan sinyal \overline{RD} (baca) dan sinyal \overline{WR} (tulis).



Gambar 2.4 Struktur Memori Program dan Data Mikrokontroler AT89C51

A. Memori program

Memori program internal keluarga mikrokontroler MCS-51 mempunyai kapasitas 4 sampai 16 kbyte, tergantung pada jenisnya. Khusus 8031 dan 8032 tidak mempunyai memori program internal, seperti terlihat dalam Tabel 2.1.

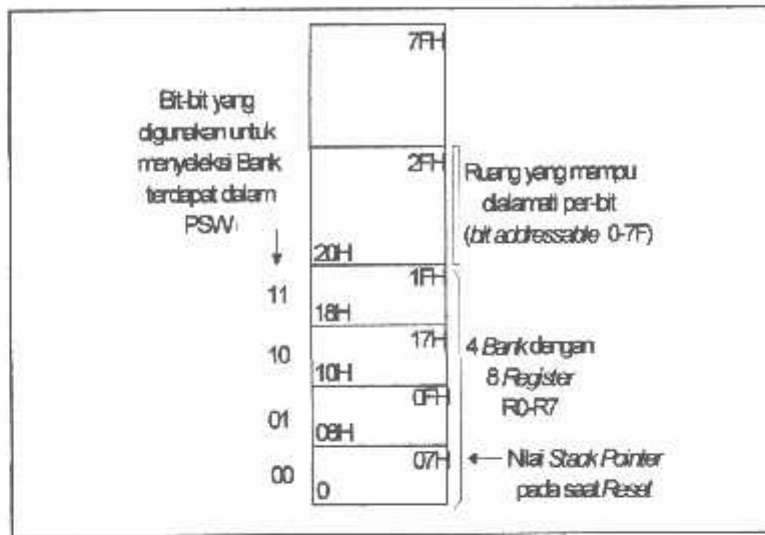
Setelah pelaksanaan rutin reset, mikrokontroler mulai mengeksekusi program pada alamat 0000H. Ketika melaksanakan suatu interupsi, maka mikrokontroler akan meloncat menuju alamat vektor yang bersesuaian dengan interupsi yang bersangkutan dan melaksanakan instruksi yang terdapat di sana. Misalnya dilakukan interupsi eksternal 0. Maka rutin interupsi tersebut harus dimulai pada alamat 0003H yang merupakan alamat vektor untuk interupsi eksternal 0. Apabila interupsi tidak akan digunakan, alamat tersebut dapat digunakan sebagai alamat memori program biasa.

Pada mikrokontroler yang mempunyai ROM/EEPROM internal 4 kbyte, apabila \overline{EA} dihubungkan dengan V_{CC} , maka program memilih alamat 0000H sampai 0FFFH pada ROM internal dan alamat 1000H sampai dengan FFFFH pada ROM eksternal.

B. Memori Data

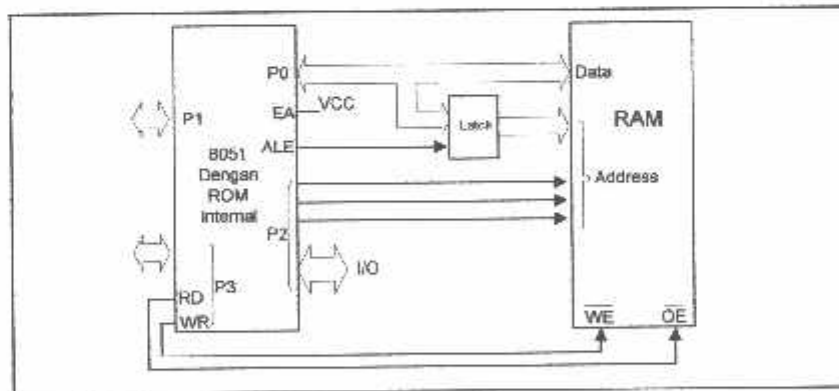
Pada setiap keluarga mikrokontroler MCS-51 terdapat memori data yang berupa RAM internal sebesar 128 byte, yang dikenal sebagai RAM internal bagian bawah, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.5. Sebanyak 32 byte yang paling bawah dikelompokkan menjadi 4 bank, masing-masing bank terdiri dari 8 register. Program dapat mengakses register-register ini sebagai R0 sampai R7. Pemilihan bank dilakukan melalui register *program status word* (PSW). 16 byte berikutnya di atas keempat *bank* register membentuk satu blok memori yang dapat

di alamat per bit. Memori data ini dapat diakses dengan pengalamatan langsung atau tidak langsung.



Gambar 2.5 128 Byte RAM Internal Bagian Bawah

Dalam Gambar 2.5 pengaksesan memori data eksternal yang berupa RAM. Dalam gambar tersebut dimisalkan mikrokontroler bekerja dengan memori program internal. Port 0 berfungsi sebagai bus alamat yang dimultipleks dengan bus data. Port 2 dipakai untuk memberi halaman pada RAM eksternal. Selama pengaksesan \overline{RD} dan sinyal tulis \overline{WR} yang diperlukan.



Gambar 2.6 Mengakses Memori Data Eksternal

2.2.5. *Special Function Register*

Register fungsi byte bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan *latch port*, *timer*, *program status word*, kontrol peripheral dan sebagainya.

Register-register ini hanya dapat diakses dengan pengalamatan langsung. Wilayah SFR ini terletak pada alamat 80H sampai FFH. Secara perangkat keras, SFR ini dibedakan dengan memori data internal.

Beberapa fungsi *special function register* yang penting dijelaskan berikut ini :

- *Accumulator (ACC)* : adalah register *Accumulator* (akumulator) merupakan register penting dalam operasi penambahan dan pengurangan. Perintah mnemonic untuk mengakses akumulator disederhanakan sebagai A.
- *Register B* : merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.
- *Program Status Word (PSW)* : terdiri atas beberapa bit status yang menggambarkan keadaan CPU saat itu. Program status word terdiri dari *Carry bit*, *Auxiliary Carry*, dua bit pemilih bank seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 2.2, bendera *Overflow*, bit *Parity*, dan dua bendera bendera status yang dapat didefinisikan sendiri oleh pemakai.

Tabel 2.2 Pemilihan Register Bank dengan RS0 dan RS1

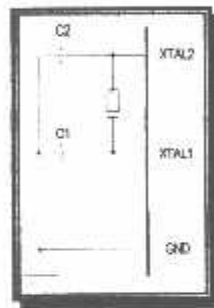
RS1	RS0	Register Bank	Alamat
0	0	0	00H - 07H
0	1	1	08H - 0FH
1	0	2	10H - 17H

1	1	3	18H – 1FH
---	---	---	-----------

- *Stack Pointer (SP)* : merupakan register 8 bit. Isi register ini ditambah (*increment*) sebelum data disimpan selama instruksi PUSH dan CALL. Stack dapat diletakkan pada alamat manapun pada RAM internal. Setelah reset, register SP diinisialisasi pada alamat 07H sehingga stack akan dimulai pada lokasi 08H.
 - *Data Pointer (DPTR)* : terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (Data Pointer High, DPH) dan untuk byte rendah (Data pointer Low, DPL). Fungsinya dimaksudkan untuk menahan alamat 16-bit. DPTR dapat dimanipulasikan sebagai register 16-bit atau sebagai dua buah register 8-bit.
 - *Port 0 hingga Port 3* : merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, dan 3. Masing-masing register ini dapat dialamati secara per-bit maupun per-byte.
 - *Serial Data Buffer (SBUF)* : merupakan dua register yang terpisah, yaitu register buffer pengirim dan register buffer penerima. Meletakkan data pada SBUF berarti meletakkan data pada *buffer* pengirim yang akan mengirimkan data melalui transmisi serial. Membaca data SBUF berarti menerima data dari *buffer* penerima.
 - *Control Register* : terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register *Interrupt Priority (IP)* dan register *Interrupt Enable (IE)*. Untuk mengontrol pelayanan timer/counter terdapat register khusus yaitu register TMOD (*Timer/Counter Mode Control*) dan register TCON (*Timer/Counter Control*), serta untuk pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial-port Control*).
-

2.2.6. Osilator

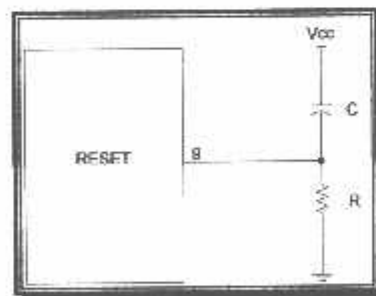
Mikrokontroler AT89C51 memiliki osilator *internal* (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber clock bagi CPU. Untuk menggunakan osilator *internal* diperlukan sebuah kristal antara pin XTAL 1 dan XTAL 2 dan dua buah kapasitor ke *ground* seperti terlihat dalam Gambar 2.6. Dapat digunakan kristal dengan frekuensi antara 4 sampai 24 MHz, sedangkan untuk kapasitor dapat digunakan antara $30 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$ untuk kristal dan $40 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$ untuk keramik.



Gambar 2.7 Rangkaian Pembangkit Osilator Internal

2.2.7. Reset

Untuk mereset rangkaian mikrokontroler, digunakan rangkaian *power-on reset*. Rangkaian ini akan *me-reset* mikrokontroler secara otomatis setiap kali catu daya dihidupkan. Gambar 2.7 menunjukkan rangkaian *power-on reset*.



Gambar 2.8 Rangkaian Reset

2.2.8. Metode Pengalamatan

Metode pengalamatan yang terdapat pada mikrokontroler AT89C51 adalah:

1. Pengalamatan Langsung (*Direct Addressing*).

Dalam pengalamatan langsung, operan-operan ditentukan berdasarkan alamat 8-bit dalam suatu instruksi. Hanya RAM data internal saja yang bisa diakses secara langsung.

2. Pengalamatan Tak Langsung (*Indirect Addressing*).

Dalam pengalamatan tak langsung, instruksi menentukan suatu register yang digunakan untuk menyimpan alamat operan. Baik RAM internal maupun eksternal dapat diakses secara tak langsung. Register alamat untuk alamat-alamat 8-bit bisa menggunakan *Stack Pointer* atau R0 atau R1 dari bank register yang dipilih. Sedangkan untuk alamat 16-bit hanya bisa menggunakan register pointer data 16-bit atau DPTR.

3. Instruksi-instruksi Register.

Bank-bank register, yang masing-masing berisi R0 hingga R7 atau 8 register, dapat diakses melalui instruksi yang op-codenya mengandung 3 bit spesifikasi register (000 untuk R0, 001 untuk R1 hingga 111 untuk R7). Pengaksesan register dengan cara demikian bisa menghemat penggunaan kode instruksi, karena tidak memerlukan sebuah byte untuk alamat. Saat instruksi tersebut dikerjakan, satu dari delapan register pada bank yang terpilih yang diakses.

4. Instruksi-instruksi Register Khusus.

Beberapa instruksi hanya dikhususkan untuk suatu register tertentu. Misalnya, suatu instruksi yang hanya bekerja pada akumulator saja,

sehingga tidak memerlukan alamat byte untuk menunjuk ke akumulator tersebut. Dalam hal ini, op-codenya sendiri telah mengandung penunjuk ke register yang benar. Instruksi yang mengacu akumulator sebagai A akan dikodekan dengan op-code spesifik akumulator.

5. Konstanta Langsung (*Immediate Constant*).

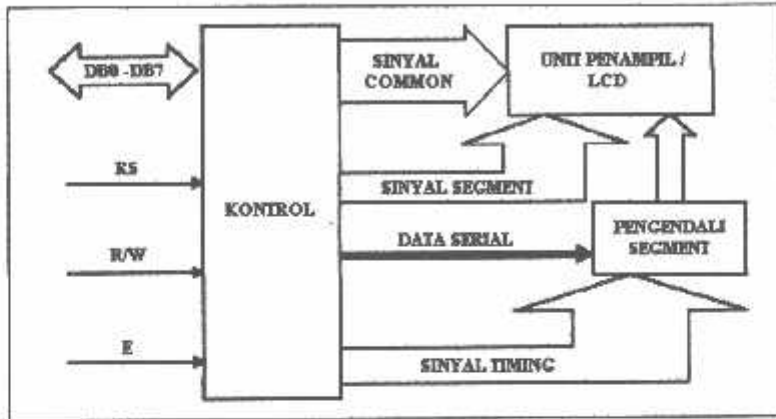
Nilai dari suatu konstanta dapat segera menyatu dengan op-kode dalam memori program. Misalnya, instruksi: MOV A,#100, yang akan menyimpan konstanta 100 (desimal) ke dalam akumulator. Bilangan yang sama tersebut bisa juga dituliskan dalam format heksa sebagai 64h (MOV A,#64h)

6. Pengalamatan Terindeks (*Indexed Addressing*).

Metode ini digunakan untuk mengakses memori program, yang ditujukan untuk membaca tabel terindeks (*look up table*) yang tersimpan dalam memori program. Sebuah register 16-bit (DPTR atau PC) menunjuk ke awal tabel dan akumulator di-set dengan angka indeks yang akan diakses. Alamat dari entri tabel dalam memori program dibentuk dengan menjumlahkan data akumulator dengan penunjuk pada awal tabel.

2.3. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan penampil dalam bentuk matriks. LCD yang akan digunakan merupakan tipe M1632 produksi Seiko Instrument. Blok diagram tipe M1632 ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Diagram Blok LCD

Tipe ini merupakan modul dot matriks *Liquid Cristal Display* yang membutuhkan daya kecil. LCD tipe M1632 dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut.

LCD tipe M1632 mempunyai spesifikasi perangkat keras sebagai berikut :

- 16 karakter dan 2 baris tampilan yang terdiri dari 5 x 7 dot matriks ditambah dengan kursor.
- Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter.
- Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter.
- 80 x 8 display data RAM (maksimum 80 karakter).
- Oscilator dalam modul.
- Catu daya 5 volt.

3.	Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
4.	Display on/off control	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
5.	Cursor/ display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	0	0	
6.	Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	0	0	
7.	CG RAM address set	0	0	0	1	Alamat Karakter						
8.	DD RAM address set	0	0	1	Tampilan data alamat							
9.	BF address set	0	0	BF	Alamat arus							
10.	Data write to CG RAM or DD RAM	1	0	Byte karakter								
11.	Data read from CG RAM or DD RAM	1	1	Byte karakter								

Dalam Tabel 2.4 ditunjukkan beberapa instruksi-instruksi pada LCD, sedangkan fungsi masing-masing instruksi adalah sebagai berikut :

- *Display clear* : membersihkan tampilan yang ada pada LCD serta menyimpan, sedangkan kursor ke posisi semula.
 - *Cursor home* : hanya membersihkan semua tampilan dan kursor kembali ke semula.
 - *Entry mode set* : layar beraksi sebagai tampilan dan kursor kembali ke semula.
 - *Display on/off control* : berfungsi untuk mengaktifkan layar (D:Display), mengaktifkan kursor (C:Cursor), dan mengaktifkan blink (B:Blink).
 - *Cursor Display Shift* : mengatur tampilan LCD sebagai kursor atau display (C/D:Cursor/Display), dan pergeseran spasi (R/L:Right/Left).
 - *Function set* : mengatur panjang data yang digunakan (DL:Display Length)
 - *CG RAM address set* : menulis alamat RAM ke karakter.
 - *DD RAM address set* : menulis alamat RAM ke tampilan
 - *Busy Flag/ address set* : BF = 1/0, LCD dalam keadaan sibuk/tidak sibuk.
 - *Data write to CG RAM atau DD RAM* : menulis byte ke alamat terakhir RAM yang dipilih.
 - *Data read from CG RAM atau DD RAM* : membaca byte dari alamat terakhir yang dipilih.
-

2.4 Infra Red

Cahaya infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan dengan *spektroskop* cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Seperrti terlihat pada tabel 2.5 Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/dideteksi.

Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi infra merah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya infra merah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata.

Tabel 2.5 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Panjang Gelombang (Meter)	Frekuensi (Hz)	Jenis Gelombang
$10^{-13} - 10^{-15}$	$10^{21} - 10^{23}$	Sinar Gamma (J)
$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{17} - 10^{20}$	Sinar X
$10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{15} - 10^{17}$	Ultraviolet
$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{14} - 10^{15}$	Cahaya Tampak
$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{11} - 10^{14}$	Infra Merah
$10^1 - 10^3$	$10^7 - 10^{11}$	Gelombang Televisi (VHF,UHF,SHF)
$10^2 - 10^1$	$10^6 - 10^7$	Frekuensi Tinggi (HF)

$10^4 - 10^2$	$10^4 - 10^6$	Fre. Menengah/Radio (VLF,LF,MF)
$10^8 - 10^4$	$10^0 - 10^4$	Gelombang Listrik Sangat Panjang

2.4.1 Light Emitting Diode (LED) Infra Merah

LED infra merah digunakan untuk menghasilkan sinar infra merah. Prinsip kerja dari *infra* merah adalah pada waktu LED *infra* merah dibias *forward*, elektron dari pita konduksi melewati *junction* jatuh ke dalam *hole* pita valensi, sehingga elektron tersebut memancarkan energi. Pada dioda penyearah biasa, energi ini dipancarkan sebagai energi panas, sedangkan pada LED *infra* merah energi ini dipancarkan sebagai cahaya.

LED infra merah merupakan *pin junction* yang memancarkan radiasi *infra* merah yang tidak kelihatan oleh mata kita. Apabila pada anoda diberi tegangan dan katoda ke *ground* maka LED menjadi *ON* dan arus akan mengalir dari anoda ke katoda. Pada reaksi semikonduktor, suatu dioda akan terjadi perpindahan elektron dari tipe N ke tipe P. Proses rekombinasi antara elektron dan *hole* menghasilkan pelepasan energi berupa pancaran cahaya.

Efisiensi pancaran cahaya akan berkurang seiring dengan berkurangnya arus input dan kenaikan suhu. Pada LED infra merah, cahaya yang dipancarkan mempunyai panjang gelombang 0,1 mm – 1 μ m sehingga pancaran gelombang tersebut tidak tertangkap oleh mata manusia.

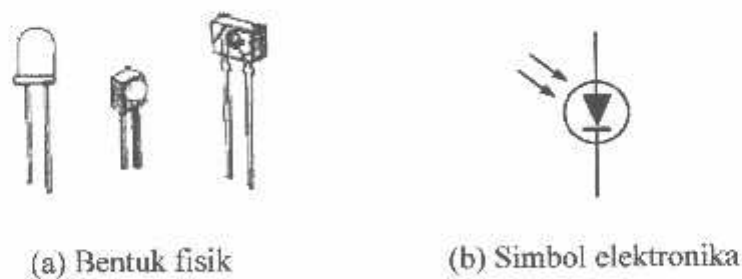


Gambar 2.10 Dioda Infra Merah^[3]

2.4.2 Photodioda

Photodioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas begitu pula dengan spektrum *infra* merah. Karena spektrum *infra* merah mempunyai energi panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka Photodioda lebih peka menangkap radiasi dari infra merah.

Komponen ini akan mengubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya infra merah menjadi sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal cahaya sebanyak mungkin sehingga sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka sinyal pulsa listrik yang dihasilkan akan baik jika sinyal cahaya diterima intensitasnya lemah maka penerima tersebut harus mempunyai pengumpul cahaya (*light collector*) yang cukup baik dan sinyal pulsa yang dihasilkan oleh sensor cahaya ini harus dikuatkan. Simbol dari Photodioda adalah sebagai berikut:



Gambar 2.11 Photodioda

2.5. Keypad 4 x 4

Untuk mempermudah penggunaan mikrokontroller sebagai alat proses, maka diperlukan sarana yang dapat menjadi penghubung penggunaan dengan alat kontrol, yaitu sebagai sarana input data yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroller.

Peralatan input data yang dapat menunjang mikrokontroller adalah beberapa saklar tekan yang menyatakan angka dan karakter yang disusun berbentuk matrik 4 kolom dan 4 baris dengan total tombol 16 buah. Keypad ini berfungsi untuk memberi masukan nilai derajat langsung ke minimum sistem. kemudian data ditampilkan pada LCD.

2.6. EMS (Embedded Module Series)

EMS yang digunakan disini adalah SD/MMC/FRAM dimana merupakan modul untuk mempermudah antarmuka antara SD (Secure Digital) card atau MMC (MultiMedia Card) dengan mikrokontroler yang bekerja pada tegangan +5 VDC.

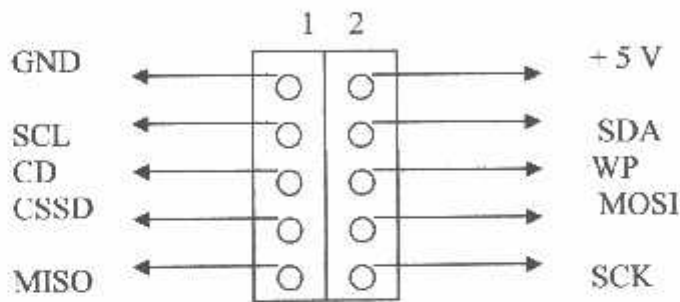
SD card atau MMC dapat digunakan sebagai memori non-volatile yang mudah diganti sehingga memudahkan ekspansi kapasitas memori yang lebih besar. Tersedianya Ferroelectric Nonvolatile RAM (FRAM) dapat digunakan sebagai buffer sementara dalam mengakses SD Card (atau MMC).



Gambar 2.12 EMS SD/MMC/FRAM ^[3]

2.6.1. Spesifikasi Hardware

- Membutuhkan catu daya +5 VDC.
- Jenis kartu yang didukung: SD Card (dan MMC).
- Antarmuka SD Card (dan MMC) dengan mikrokontroler secara SPI.
- Tersedia 2K byte Ferroelectric Nonvolatile RAM (FM24C16).
- Antarmuka FRAM dengan mikrokontroler secara Two-Wire Interface



Gambar 2.13 Alokasi Pin EMS SD/MMC/FRAM

Tabel 2.6 Fungsi PIN pada EMS SD/MMC/FRAM^[3]

Pin	Nama	Fungsi Pada Modul	Keterangan
1	GND	Input	Referensi Ground
2	+5 V	Input	Terhubung ke sumber tegangan +5 V
3	SCL	Input	Serial Clock Untuk Akses FRAM
4	SDA	Input / Output	Serial Data untuk transaksi data dari / ke FRAM
5	CD	Output	Card Detect, berlogika 0 jika ada kartu yang dimasukkan, berlogika 1 jika tidak ada kartu

6	WP	Output	Write Protect, Berlogika 0 jika saklar pada SD Card tidak berada pada posisi dikunci, berlogika 1 jika SD Card dalam posisi dikunci.
7	CSSD	Input	Chip select, diberi logika 0 untuk mengakses SD Card, diberi logika 1 jika tidak mengakses SD Card
8	MOSI	Input	Jalur data masuk ke SD Card
9	MISO	Output	Jalur data unuk keluar dari SD Card
10	SCK	Input	Jalur Clock dari mikrokontroller untuk mengakses SD Card

2.6.2. Konsep Komunikasi

EMS ini menggunakan Konsep IIC (sering ditulis juga I2C) singkatan dari Inter Integrated Circuit bus yang dikembangkan oleh Philips Semiconductor sejak tahun 1992, dengan konsep dasar komunikasi 2 arah antar IC dan/atau antar sistem secara serial menggunakan 2 kabel.

2.6.2.1. Fitur Utama Komunikasi IIC

Fitur utama I2C bus adalah sebagai berikut

- Hanya melibatkan dua kabel yaitu serial data line (selanjutnya disebut SDA) dan serial clock line (selanjutnya disebut SCL).
- Setiap IC yang terhubung dalam I2C memiliki alamat yang unik yang dapat diakses secara software dengan master/slave protocol yang

sederhana, dan mampu mengakomodasikan multi master (akan dijelaskan lebih detil pada bagian lain).

- I2C merupakan serial bus dengan orientasi data 8 bit (byte), komunikasi 2 arah, dengan kecepatan transfer data sampai 100Kbit/s pada mode standart dan 3,4 Mbit/s pada mode kecepatan tinggi.
- Jumlah IC yang dapat dihubungkan pada I2C bus hanya dibatasi oleh beban kapasitansi pada bus yaitu maksimum 400pF.

2.6.2.2. Terminologi

Sebelum memahami cara kerjanya, ada beberapa terminologi, karakter dan kondisi penting dalam I2C yang harus dipahami terlebih dahulu, yaitu

- ✓ **Transmitter** yaitu device yang mengirim data ke bus.
 - ✓ **Receiver** yaitu device yang menerima data dari bus.
 - ✓ **Master** yaitu device yang memiliki inisiatif (memulai dan mengakhiri) transfer data dan yang membangkitkan sinyal clock.
 - ✓ **Slave** yaitu device yang dialamati (diakses berdasarkan alamatnya) oleh Master.
 - ✓ **Multi-master** yaitu sistem yang memungkinkan lebih dari satu Master melakukan inisiatif transfer data dalam waktu yang bersamaan tanpa terjadi korupsi data.
 - ✓ **Arbitration** yaitu prosedur yang memastikan bahwa jika ada lebih dari satu Master melakukan inisiatif transfer data secara bersamaan, hanya akan ada satu Master yang diperbolehkan dengan tanpa merusak data yang sedang ditransfer.
-

- ✓ **Synchronization** yaitu prosedur untuk menyetarakan sinyal clock dari dua atau lebih device.

2.6.2.3. Cara Kerja IIC Bus (Format 7 bit address)

Cara kerja I2C bus dapat dibedakan menjadi format 7 bit addressing dan format 10 bit addressing, tetapi disini hanya akan dibahas format 7 bit addressing,. Inisiatif komunikasi/transfer data selalu oleh Master dengan mengirimkan kondisi START diikuti dengan address byte (7 bit address + 1 bit pengarah/data direction bit) seperti pada Gambar 2.14 dibawah ini



Gambar 2.14 Format Address Byte

Ada dua jenis komunikasi dasar dalam I2C bus yaitu :

- Master-transmitter menulis data ke slave-receiver yang teralamat
- Master-receiver membaca data dari slave-transmitter yang teralamat

Address byte terdiri dari bagian yang tetap dan bagian yang dapat diprogram, bagian yang tetap merupakan bawaan dari IC , sedangkan yang dapat diprogram biasanya berupa pin address pada IC yang bersangkutan, sebagai contoh IC PCF8591, memiliki address byte sbb : 1 0 0 1 A2 A1 A0 , dimana 1001 adalah bagian yang tetap dan A2,A1,A0 adalah bagian yang dapat diprogram sesuai dengan kondisi logika pada pin IC PCF8591.

Sinyal Acknowledge (ACK) terjadi :

Dari Slave ke Master Transmitter :

- Sesudah address byte diterima dengan baik oleh slave
- Setiap kali slave selesai menerima data byte dengan baik

Dari Master Receiver ke Slave :

- Setiap kali Master selesai menerima data byte dengan baik

Sinyal Negative Acknowledge (NACK) terjadi :

Dari Slave ke Master Transmitter :

- Setelah slave gagal menerima address byte dengan baik
- Setiap kali slave gagal menerima data byte dengan baik
- Slave tidak terhubung pada bus

Dari Master Receiver ke slave :

- Setelah Master menerima data byte yang terakhir dari slave

2.6.2.4. Multi Master

Pada I2C bus bisa terjadi situasi dimana lebih dari 1 device mengambil inisiatif transfer data sebagai Master, dengan protocol Master/slave dan karakter hardware open drain/open collector yang bersifat wired AND, hal ini tidak menyebabkan terjadinya korupsi data, inilah yang disebut dengan Multi Master. Untuk dapat melakukan Multi Master ada 2 hal yang penting yaitu Clock Synchronization dan Arbitration.

2.6.2.5. Clock Synchronization

Karena sifat wired AND dari I2C bus, dimana jika salah satu device menarik bus dalam kondisi low maka device lain tidak dapat membuat bus tersebut menjadi high (sifat dari logika AND), sehingga jika ada lebih dari satu device yang melakukan inisiatif transfer data sebagai Master dengan

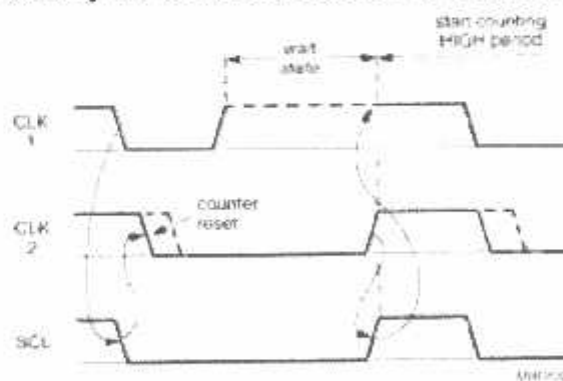
membangkitkan sinyal clock pada SCL pada saat yang bersamaan harus ada sinkronisasi clock yang dapat dijelaskan (seperti pada gambar 2.15 diatas) sebagai Berikut :

- Jika Master1 (Clock 1) memulai periode low sinyal clock-nya, maka SCL menjadi low, Master2 mendeteksi kondisi tersebut dan harus juga memulai menghitung periode low sinyal clock-nya.

- Saat Master1 (Clock 1) akan memulai periode high sinyal clock-nya dan mendeteksi bahwa SCL masih dalam kondisi low (disebabkan periode low sinyal clock dari Master 2 (Clock 2) masih belum selesai) maka dia harus menunggu dan tidak menghitung periode high sinyal clock-nya terlebih dahulu.

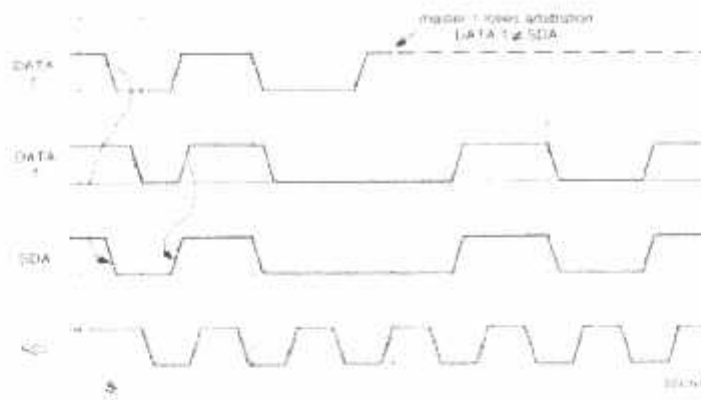
- Saat Master2 (Clock 2) memulai periode high sinyal clock-nya, maka kondisi SCL menjadi high, Master1 (Clock1) yang mendeteksi kondisi tersebut juga harus memulai menghitung periode high sinyal clock-nya.

- Karena Master 1 (Clock1) terlebih dahulu menyelesaikan periode high sinyal clock-nya dan memulai periode low maka kondisi SCL menjadi low, maka Master 2 (Clock 2) yang mendeteksi kondisi tersebut juga harus memulai menghitung periode low sinyal clock-nya, demikian seterusnya sehingga terjadilah sinkronisasi sinyal clock antara Master1 dan Master2.



Gambar 2.15 Clock Synchronization^[3]

2.6.2.6. Arbitration



Gambar 2.16 Arbitration^[3]

Dalam Multi Master, bisa terjadi kemungkinan lebih dari satu device melakukan inisiatif transfer data menjadi Master, walaupun transfer data hanya bisa dilakukan jika kondisi bus bebas, tetapi sangat memungkinkan lebih dari satu device mendeteksi kondisi bus sebagai bebas dan membangkitkan kondisi START sedikit berselisih waktu tetapi masih dalam batas-batas kondisi START yang valid. Untuk kondisi seperti dijelaskan diatas, maka arbitration diberlakukan bit demi bit hingga selesai, dimana sekali lagi sifat/karakter bus yang wired AND memungkinkan hal tersebut terjadi.

Untuk jelasnya perhatikan gambar 2.29 diatas yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Ambil contoh Master 1 (Data 1) akan mentransfer data 101xxxxxB sedangkan Master 2 (Data 2) akan mentransfer data 100101xxB.

- Kedua Master mendeteksi bus dalam keadaan bebas, dan membangkitkan sinyal START yang hampir bersamaan, Master 1 lebih dahulu membangkitkan START sehingga kondisi SDA mengikuti Master 1, baru kemudian Master

membangkitkan START, tetapi kondisi START pada SDA masih valid untuk Master2.

- Kedua Master mentransfer MSbit (sama-sama "1"), kemudian data bit berikutnya (sama-sama "0"), pada bit yang berikutnya Master1 berusaha untuk membuat SDA high sesuai dengan data bit-nya, sedangkan Master 2 berusaha untuk membuat SDA low (sesuai dengan data bit-nya), karena sifat wired AND dari SDA, maka kondisi SDA menjadi low, karena itu Master 1 dikatakan kehilangan arbitrase (dengan kata lain bisa disebut sebagai kehilangan kontrol) atas SDA.

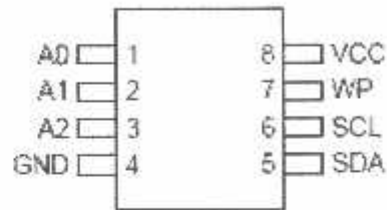
- Bagi Master 1 yang kehilangan arbitrase bisa terus membangkitkan sinyal clock sampai transfer data selesai dan bus dalam kondisi bebas lagi, bagi Master 2 yang memenangkan arbitrase (mendapat kontrol) atas SDA dapat menyelesaikan transfer data-nya tanpa ada data yang terkorupsi sama sekali.

2.7. EEPROM

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) yaitu ROM yang dapat diprogram, dihapus dan diprogram langsung secara elektrik dengan arus listrik, bukan sinar ultraviolet. Jenis EEPROM yang digunakan adalah AT24C32, Komponen ini banyak digunakan pada perusahaan ataupun peralatan yang membutuhkan power dan tegangan rendah. Adapun spesifikasinya adalah :

- Membutuhkan tegangan yang kecil yaitu 1,8 sampai 5,5V
 - Sistem komunikasi Serial
 - Data Transfer 2 Arah
 - Write Cycle maksimum 10ms
-

- Terdapat Pin Write Protect
- Dapat menampung 4096 kata, (dengan asumsi 1 kata = 8 bit)
- 2 – Wire Serial Interface



Gambar 2.17 Konfigurasi Pin EEPROM^[5]

EEPROM diatas mempunyai 16 pin yang fungsi-fungsinya sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.7

Tabel 2.7. Fungsi Pin Pada EEPROM

NAMA PIN	FUNGSI
SCL	Untuk mengirimkan data Clock
SDA	Serial data untuk transaksi dari/ke device
A0, A1, A2	Digunakan untuk pengalamatan Inputan
WP	Write Protect, Logika = 0 jika dikunci dan 1 jika terbuka
VCC	Tegangan Catu Daya
GND	Referensi Ground



BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Pendahuluan

Bab ini akan membahas tentang perencanaan dan pembuatan alat, sehingga diharapkan akan menghasilkan alat seperti yang diharapkan

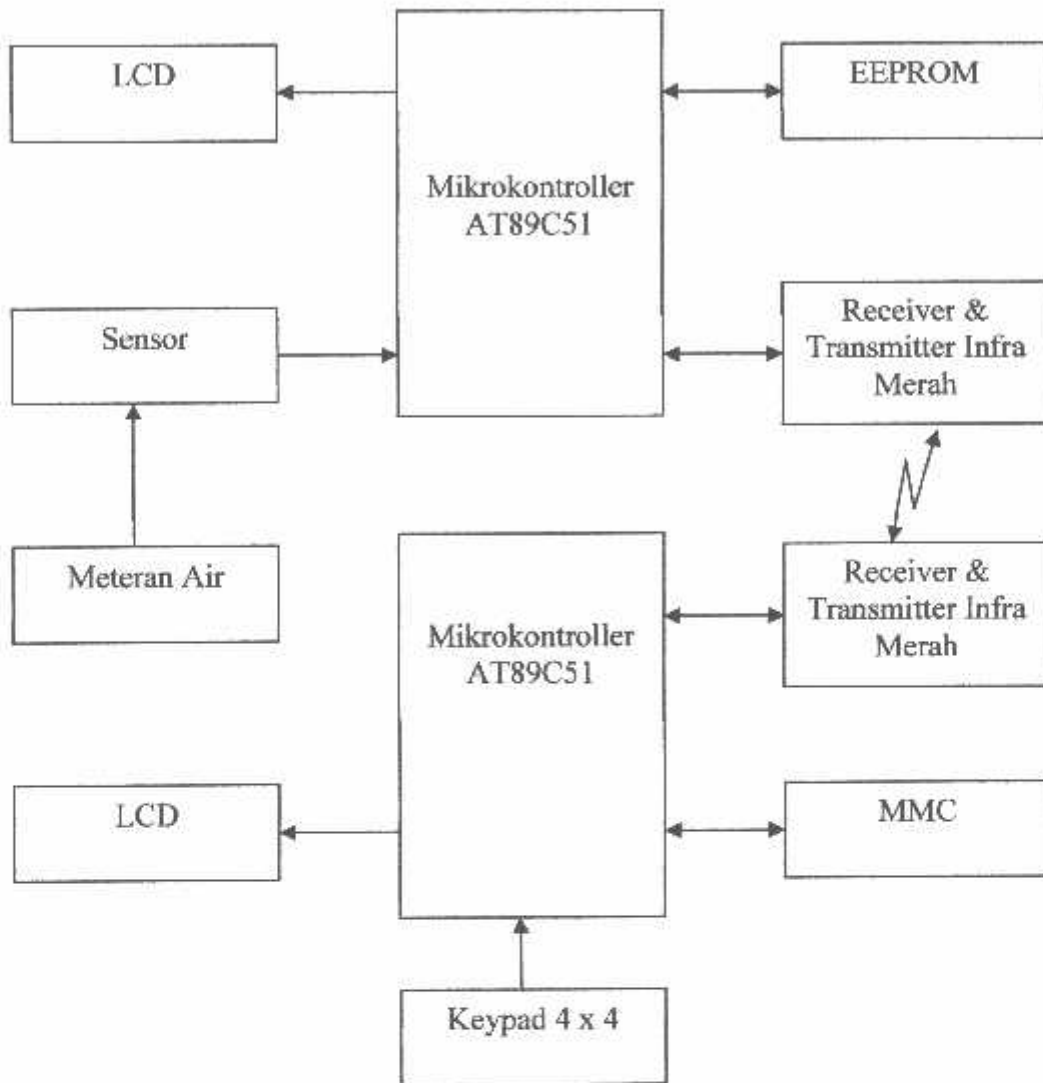
3.2. Perencanaan Perangkat Keras

Bagian ini menjelaskan tentang Perancangan dan Pembuatan Piranti Data Logger Dengan Transmisi Inframerah Sebagai Sarana Penyalur Data Untuk Menghitung Penggunaan Air Berbasis Mikrokontroler AT89C51

Secara Singkat Perangkat keras sistem ini terdiri beberapa bagian , yaitu :

1. Sistem Mikrokontroler AT89C51.
2. Liquid Crystal Display (LCD)
3. EEPROM AT24C32/36
4. Keypad 4 X 4
5. LED infra Merah
6. Photodiode
7. EMS SD/MMC/FRAM

Sedangkan alur kerja dari sistem ini secara ringkas dapat diketahui dari blok diagram seperti yang terlihat pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3-1 Blok Diagram Sistem

Data Logger ini secara umum dapat di bagi menjadi dua bagian besar yaitu: bagian pengolah data yang diletakkan pada pipa meteran air PDAM dan Bagian pengambil data yang bisa dibawa berbentuk seperti remote. Masing-masing bagian mempunyai peranan berbeda yang memiliki hubungan timbal balik. Bagian pengolah data mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Menghitung jumlah berapa banyak debit air yang telah dipakai oleh pelanggan.
2. Menyimpan data tersebut untuk diambil oleh bagian penerima

Sedangkan bagian pengambil data mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Mengambil data dari bagian pengolah data
2. Data tersebut disimpan di penyimpanan (MMC) sehingga bisa diakses dengan media elektronik lain semisal : komputer

Prinsip Kerjanya :

Kerja yang dilakukan pengolah data dipengaruhi oleh ada atau tidaknya aliran air yang mengalir pada meteran air PDAM, disini dipasang sensor, sensor yang digunakan adalah gabungan dari Led infra red dan photodiode, sehingga bila ada aliran air akan segera diketahui

Pada meteran air PDAM , bagian kincirnya yang menunjukkan jumlah liter dimodifikasi. yaitu dengan menambahkan sebuah piringan yang dibagi menjadi 2 daerah, gelap dan terang

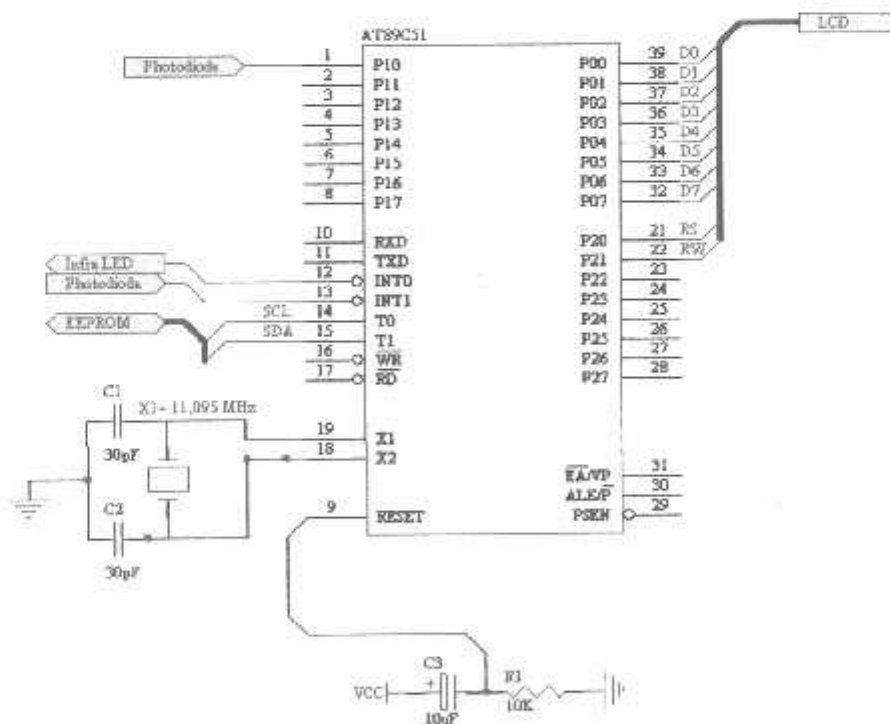
Bila ada aliran air piringan akan berputar, kerja dari sensor ini adalah dengan mengeset inframerah aktif secara konsisten, cahaya yang dipantulkan oleh piringan akan ditangkap oleh photodiode, photodiode akan membaca data tersebut dalam bentuk pulsa untuk kemudian mengirimkannya ke Mikrokontroler pertama , disaat bersamaan membangkitkan Counter untuk mengetahui terjadinya perubahan angka meteran. Nilai dari Counter tersebut oleh Mikrokontroler pertama akan dijadikan sebagai nilai untuk mewakili jumlah putaran kincir air. Sebelum mikrokontroler pertama mulai menghitung, dia mengambil data

perhitungan sebelumnya dari EEPROM , demikian juga setelah penghitungan, data perhitungan juga akan disimpan kembali ke EEPROM selain ditampilkan ke dalam LCD.

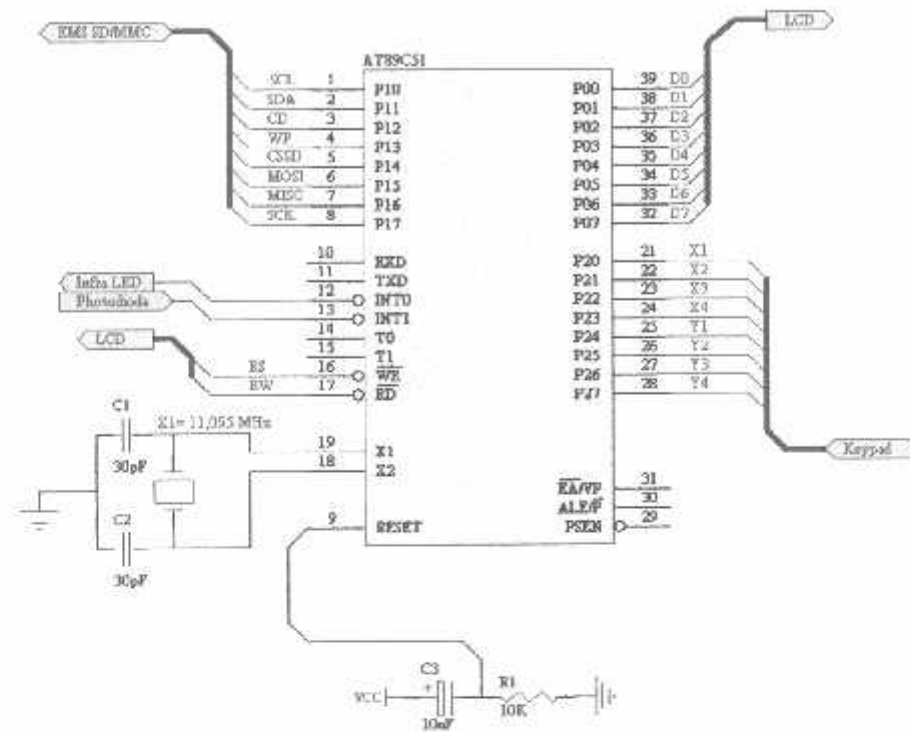
Bila bagian penerima ingin mengambil data, maka mikrokontroler pertama akan mengambil data perhitungan dari EEPROM dan mengirimkannya lewat transceiver infra merah, oleh bagian penerima, mikrokontroler kedua, akan mengambil data tersebut melalui reveiver infra merah kemudian meyimpanya ke dalam MMC sekaligus menampilkannya ke dalam LCD. Sedangkan fungsi keypad disini sebagai penanda adanya permintaan pengiriman data dari bagian penerima

3.3. Mikrokontroler AT89C51 Sebagai Minimum Sistem

Rangkaian minimum mikrokontroller AT89C51 dan Pin yang digunakan dalam perencanaan alat ini ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 3.2 Rangkaian Minimum 89C51 pada Pengolah Data



Gambar 3.3 Rangkaian Minimum 89C51 pada Pengumpul Data

Rangkaian terintegrasi IC (integrasi Circuit) Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 40 Pin, tetapi tidak semua Pin digunakan dalam rangkaian ini.

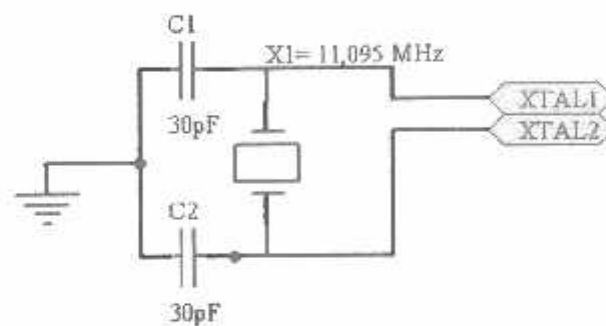
Mikrokontroler 89C51 harus didukung oleh beberapa rangkaian lain agar dapat melakukan prosesnya, yaitu berupa rangkaian clock dan reset. Selain itu juga harus ditentukan penggunaan port-portnya dan sinyal sinyal yang digunakan untuk mendukung proses yang akan dilakukan.

Hal itu adalah sebagai berikut:

- **Clock**

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber clock (pewaktu) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem ini

menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam chip 89C51. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan kristal pada Pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor ke ground. Besar kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi pada lembar data 89C51 yaitu 30 pF. Pemilihan besar frekuensi kristal disesuaikan dengan pemilihan kecepatan yang diharapkan untuk transfer data melalui Pin serial interface 89C51 tersebut. Gambar 3.4. memperlihatkan rangkaian pewaktu yang digunakan.

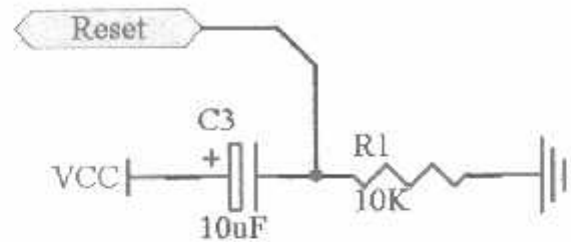


Gambar 3.4. Rangkaian Pewaktu

- **Reset**

Untuk mereset mikrokontroler, Pin RST harus diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal reset pada saat awal catu daya dihidupkan, suatu reset otomatis dapat dilakukan dengan menghubungkan Pin RST ke rangkaian Power-On Reset, seperti dalam Gambar 3.5. Ketika catu daya dinyalakan, rangkaian akan menahan Pin RST dalam kondisi logika tinggi selama selang beberapa saat tergantung nilai kapasitor dan kecepatan pengisian muatannya. Pemberian catu daya pada mikrokontroler tanpa suatu sinyal reset dapat menyebabkan CPU memulai eksekusi instruksinya

dari lokasi yang tak tertentu. Ini disebabkan karena Program Counter tidak terinisialisasi.

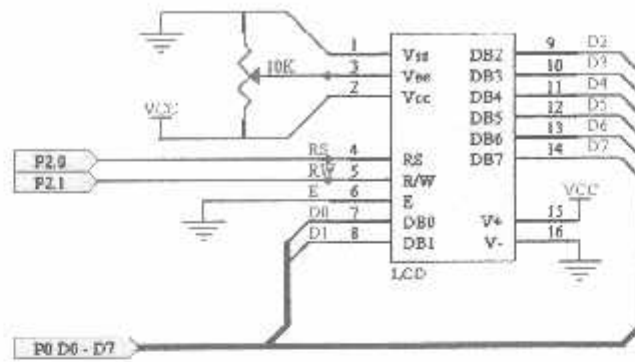


Gambar 3.5 Rangkaian Reset

3.4. Perancangan Rangkaian LCD

LCD diletakkan pada rangkaian minimum sistem yang berfungsi sebagai penampil data dan proses pengolahan data oleh MCU. LCD yang digunakan yaitu tipe M1632, yang mempunyai CMOS yang dilengkapi dengan driver controller internal. Pengontrolan utamanya terkait pada ROM generator dan tampilan data RAM yang dihasilkan oleh kode ASCII.

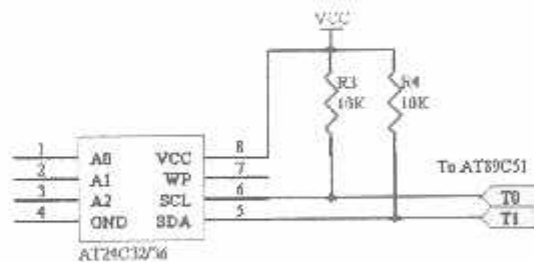
Bus data LCD (DB0-DB7) terhubung dengan port 0 MCU AT89C51. Sinyal kontrol E dihubungkan dengan Ground, R/W dihubungkan dengan Pin P2.1, RS dihubungkan dengan Pin P2.0 penampil kristal cair tipe M1632 dilengkapi pula dengan back light berwarna kuning. Sedangkan pengaturan kontrasnya, dihubungkan dengan resistor 10K antara Pin Vss dan Vcc. Pin . Rangkaian LCD ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.6 . Rangkaian LCD

3.5. Perencanaan EEPROM

Pada perencanaan ini digunakan serial EEPROM 24C32 dengan kapasitas 32K byte yang mempunyai range address mulai dengan 0000H sampai 3FFFH yang mampu menyimpan 4096 kata. pada rangkaian EEPROM kaki SCL dan SDA dihubungkan ke resistor 10K sebagai pull up. hubungan serial EEPROM dan MCU ditunjukkan pada gambar berikut

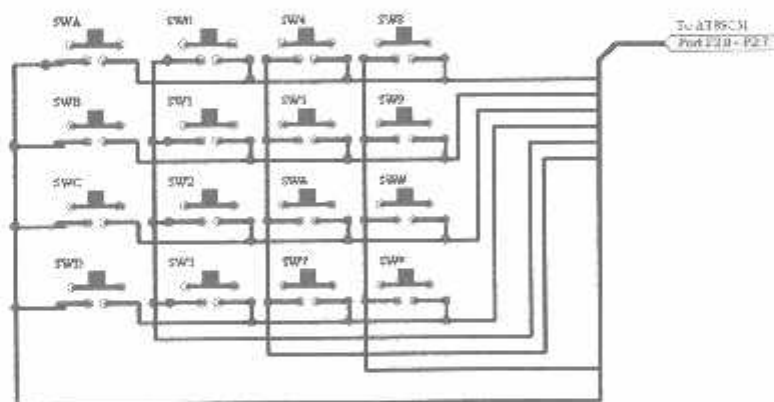


Gambar 3.7 Rangkaian EPROM

3.6. Encoder Keypad

Perancangan keypad dirancang memiliki konfigurasi matrik 4X4, sehingga akan diperoleh tombol sebanyak 16 buah. Masing-masing tombol tersebut digunakan sebagai masukkan data.

Adapun cara kerja keypad yang direncanakan dapat dijelaskan sebagai berikut : Setiap kali penekanan tombol akan terjadi suatu persilangan antara baris X dengan kolom Y. kondisi logic hasil penekanan tombol keypad tersebut dihubungkan pada Port Input (P2.0 – P2.7) melalui kaki X1-X4 dan Y1-Y4. Keadaan penekanan tombol persilangan antara baris X dan kolom Y akan dibaca dan untuk sementara disimpan dimemory internal mikrokontroller.

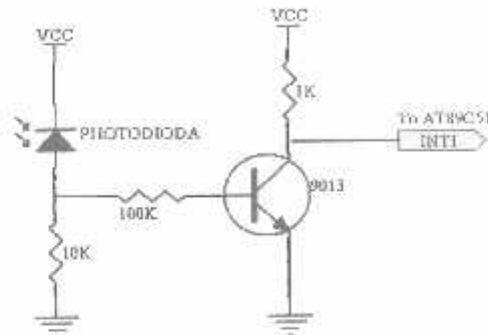


Gambar 3.8 Rangkaian Keypad

3.7. Photodiode

Sensor yang digunakan adalah photodiode, pulsa-pulsa infra merah yang dikirim oleh pemancar diterima oleh photodiode. Jika tidak ada sinyal yang mengenai sensor (photodiode) tidak akan menghantar. Sehingga tegangan pada photodiode adalah 5V. begitu menerima sinyal infra merah photodiode akan

menghantar sehingga tegangan photodiode akan menurun Rangkaiannya ditunjukkan dalam Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Rangkaian Photodiode

Perhitungan Nilai Komponenya Adalah Sebagai Berikut :

Besar R_1 Adalah :

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{Led}}{I_m}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,5}{50mA}$$

$$R_1 = 7K \Omega$$

Type = C9013

$H_{fe} = 120$

Jadi besarnya R_b dan R_c dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$I_b = I_c/h_{fe}$ I_c = arus rata-rata yang masuk pada rangkaian pengkondisi tegangan yaitu 3 sampai 5 mA.

$$I_b = \frac{5}{120}$$

$$I_b = 0.042 \text{ mA}$$

Sedangkan besarnya R_b adalah :

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_b}$$

$$R_b = \frac{5 - 0.7}{0.042} = 102 \text{ K}\Omega$$

Dan Besarnya R_c adalah :

$$R_c = \frac{V_{cc}}{I_c}$$

$$R_c = \frac{5}{5} = 1 \text{ K}\Omega$$

3.8. LED infra Red

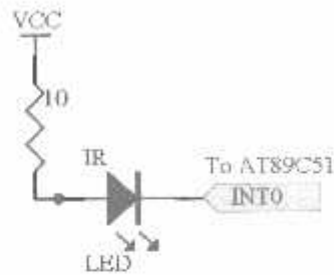
Fungsi dari LED Infra Merah adalah memancarkan pulsa – pulsa sinar infra merah yang jumlahnya sesuai dengan jumlah yang dikeluarkan oleh AT89C51. Diketahui bahwa arus Typical LED Infra Merah ini adalah sebesar 50mA dan teganganya sebesar 1,5V. sehingga Resistor pembatas arusnya dapat dihitung sebagai berikut :

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{Led}}{I_{IR}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,5}{50mA}$$

$$R_1 = 7 \text{ K}\Omega$$

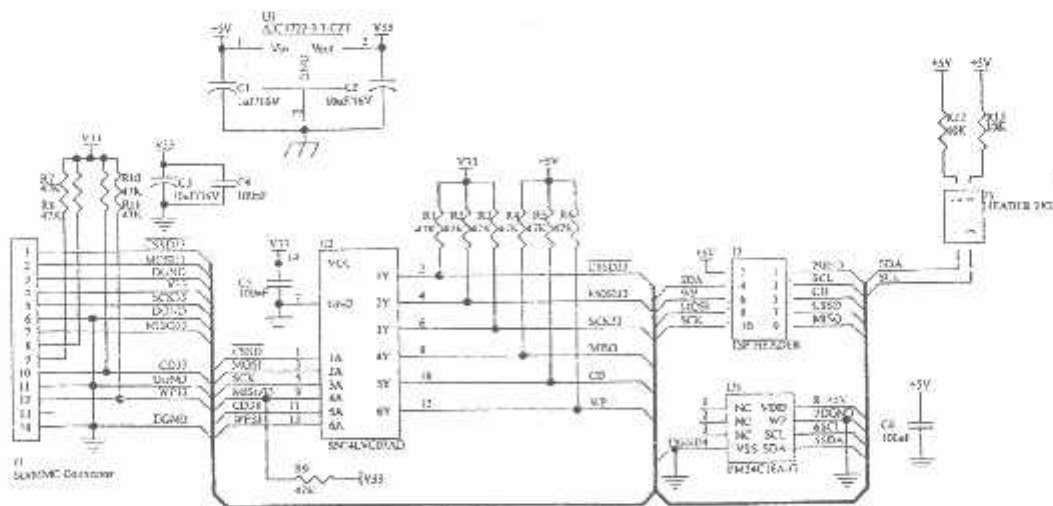
Karena dipasaran tidak ada maka diambil nilai dekat yaitu $10K\ \Omega$. Rangkaian dari Infra Red ditunjukkan pada gambar 3.10 berikut .



Gambar 3.10. Rangkaian Infra Red

3.9.EMS SD/MMC/FRAM

Komponen ini merupakan sebuah module yang digunakan sebagai jembatan agar memory MMC bisa diakses oleh mikrokontroller. Pada pemasanganya Pin SDA dan SCL dihubungkan dengan Port T0 dan TI pada mikro. Gambar schematic rangkaian EMS adalah seperti ditunjukkan pada gambar 3.11 berikut ini:



Gambar 3.11. Schematic EMS SD/MMC/FRAM

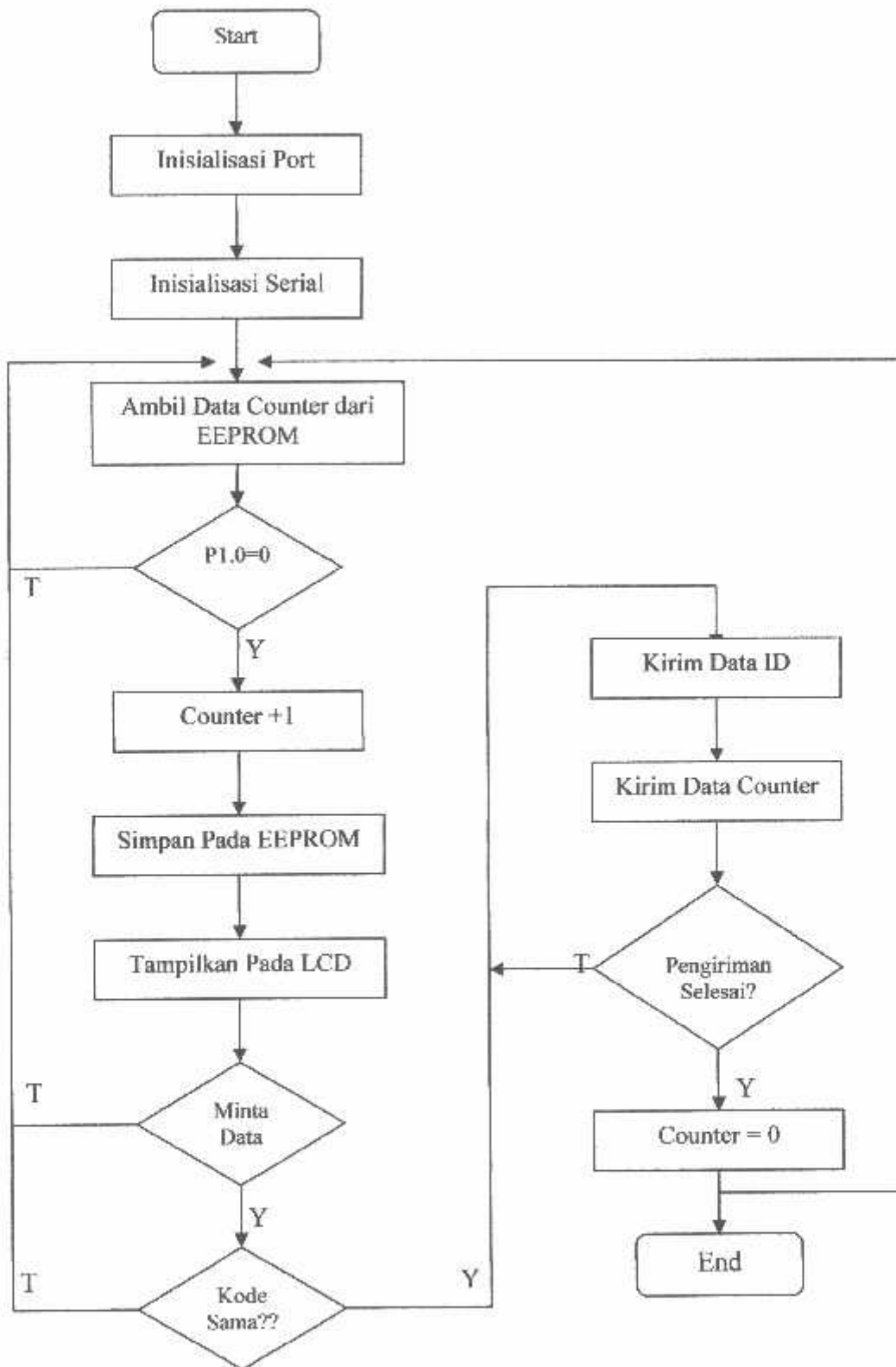
3.10. Perencanaan Perangkat Lunak

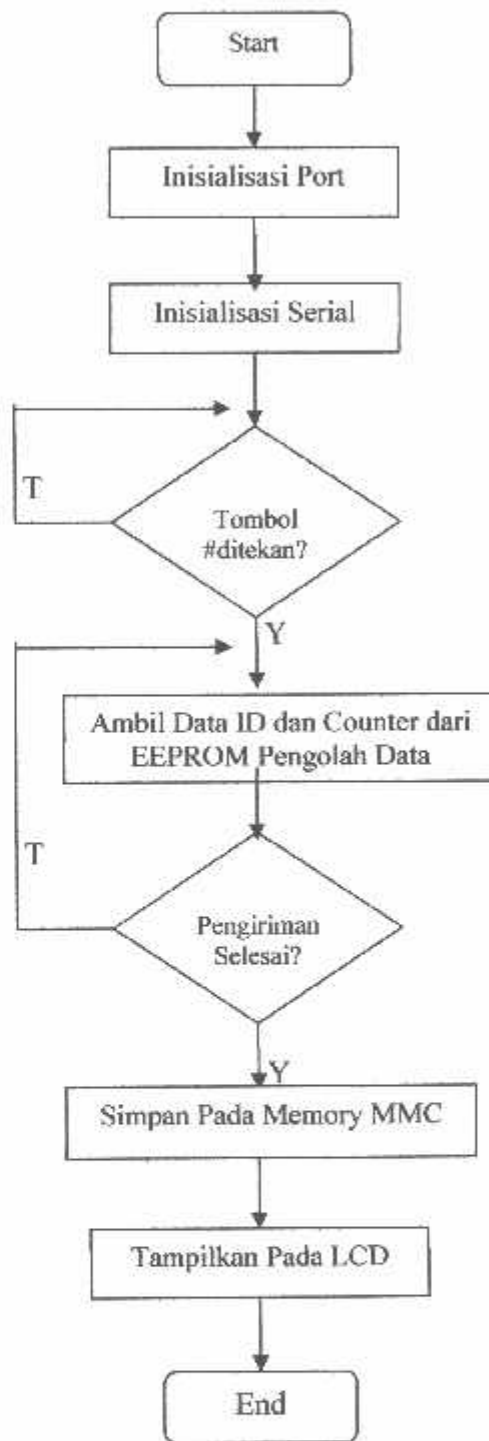
Perangkat lunak ini berdasarkan pengendali utama yaitu mikrokontroler AT89C51. Pembuatan perangkat lunak sistem aplikasi berdasarkan pada semua yang harus dikerjakan perangkat keras.

Untuk mikrokontroler AT89C51 bahasa yang digunakan adalah bahasa pemrograman *assembler* milik ATMEL. Pembuatan perangkat lunak harus melalui proses-proses uji coba secara *software* maupun secara *hardware*.

Perincian program perblok adalah sebagai berikut :

3.10.1 Flow Chart Pengolah Data:



3.10.2. Flow Chart Pengambil Data:

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan

Bab ini akan membahas tentang pengujian dan analisa hasil dari sistem yang akan dibuat, dengan tujuan untuk mengetahui kinerja sistem apakah dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan.

4.2. Rangkaian Mikrokontroller AT89C51

4.2.1 Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui apakah rangkaian mikrokontroller yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

4.2.2 Alat Dan Bahan.

1. Rangkaian mikrokontroller yang diuji.
2. Catu daya.
3. LED peraga output mikrokontroller.
4. Programmer dan evaluator board.

4.2.3 Pelaksanaan pengujian.

1. Membuat program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroller.
2. Program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroller ini merupakan program sederhana dengan memasukkan bilangan 0FH dan F0H ke *port 1*.
3. *Port 1* AT89C51. Program yang dibuat adalah sebagai berikut :

```

      ORG      0H
MULAI: MOV    P1,#0FH      ;kondisi satu
      CALL    DELAY
      MOV     P1,# F0H      :kondisi dua
      CALL    DELAY
      JMP     MULAI
DELAY: MOV    R0,#0
DELAY1: MOV   R5,#50H
      DJNZ   R5,$
      DJNZ   R0,DELAY1
      END

```

4. Memasang catu rangkaian sebesar 5V
5. Mendownload program diatas .
6. Mengamati keluaran pada LED *Display* .

4.2.4 Hasil pengujian.

Hasil pengujian mikrokontroller adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroller

KONDISI	KELUARAN PADA LED DISPLAY							
	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
Satu	0	0	0	0	1	1	1	1
Dua	1	1	1	1	0	0	0	0

Sumber: Pengujian Alat

Pada saat *port* 1 diberi bilangan 0FH, LED pada P1.0 sampai dengan P1.3 padam, dan LED pada P1.4 sampai P1.7 nyala. Ketika *port* 1 diberi bilangan F0H, P1.0 sampai P1.3 nyala dan P1.4 sampai P1.7 padam. Kemudian program terus mengulang sehingga LED akan menyala dan padam secara bergantian.

4.3. Perencanaan Dan Pengujian Rangkaian LCD M1632

4.3.1 Tujuan Pengujian.

Untuk mengetahui apakah rangkaian LCD yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

4.3.2 Alat dan bahan.

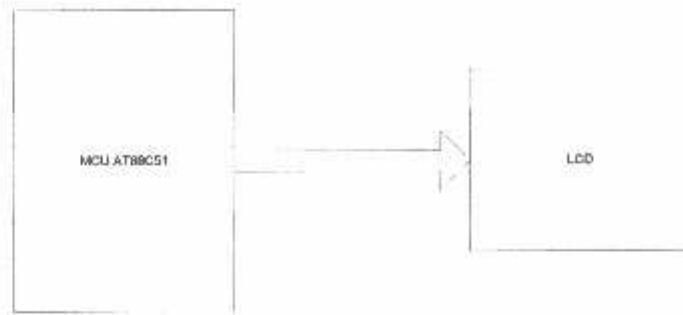
1. Rangkaian LCD.
2. Rangkaian Mikrokontroler AT89C51.
3. Programmer dan evaluator board.
4. Catu daya.

4.3.3 Langkah-langkah yang dilakukan :

1. Mengisi mikrokontroler dengan software, dengan program yang dapat ditampilkan pada layer LCD berupa tulisan-tulisan.
2. Bila pada layer LCD tampak tulisan berupa angka, maka LCD tersebut siap digunakan.

Adapun cara pengujian dapat dilihat pada blok pengujian LCD M1632

Diperlihatkan pada gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1. Blok Diagram Pengujian LCD.

4.3.4 Analisa Hasil Pengujian.

Agar sebuah Mikrokontroller dapat mengirim data ke LCD, terlebih dahulu Mikrokontroller diprogram software inisialisasi sebuah LCD. Adapun potongan program inisialisasi LCD dapat dilihat dibawah ini :

```

write_inst:
  clr    P3.7  ;RS    untuk menuliskan instruksi
write_LCD:
  mov    P2,A  ;data dan alamat
  setb   P3.6  ;E
  clr    P3.6  ;E
  call   delay
  ret
write_data:
  setb   P3.7  ;RS    untuk menuliskan data / character
  jmp    write_LCD
;
delay:   mov    R7,#0
delay1:  mov    R5,#50h
         djnz   R5,S
         djnz   R7,delay1
         ret
;
Ldelay:  mov    R2,#030h
Ld1:     call   delay
         djnz   R2,Ld1
         ret;
barisa:  mov    A,#80h    ; menulis di baris atas
tulis16:
  mov    R3,#16    ; sebanyak 16 character
  call   write_inst
  
```

```

tulis1: clr    A
         movc  A,@A+DPTR ; ambil data dari pointer
         inc  DPTR
         call write_data
         djnz R3,Tulis1
         ret

barisb: mov  A,#0C0h      ; menulis di baris bawah
         jmp  tulis16
         mov  A,#03Fh     ; inisialisasi LCD
         call write_inst
         call write_inst
         mov  A,#0Dh
         call write_inst
         mov  A,#06h
         call write_inst
         mov  A,#01h
         call write_inst
         mov  A,#0Ch
         call write_inst
;---
         mov  R4,#3

```



Gambar 4.2. Hasil Pengujian LCD.

4.4. Pengujian Rangkaian Keypad

4.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah rangkaian keypad yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

4.4.2 Alat Dan Bahan

1. Rangkaian keypad yang diuji.
2. Avometer

4.4.3 Pelaksanaan Pengujian

1. Menghubungkan kaki x dan y pada keypad dengan jarum avometer
2. menekan tombol keypad
3. bila jarum pada avometer bergeser, berarti tombol Keypad OK

4.5. Pengujian Pemancar dan Penerima infra merah

4.5.1 Tujuan

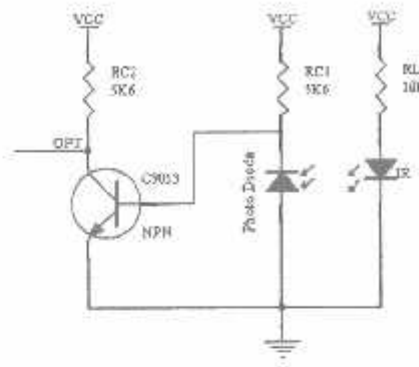
Untuk mengetahui rangkaian pemancar dan penerima infra merah apakah dapat mengkondisikan logika high dan low pada keluaran rangkaian pemancar infra merah dan photodiode yang digunakan sebagai inputan pada rangkaian minimum system.

4.5.2. Peralatan yang digunakan

1. Multitester digital.
2. Rangkaian pemancar infra merah dan photodiode
3. Catu daya 5 volt.

4.5.3. Prosedur Pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti dalam gambar 4.3
 2. Menghubungkan rangkaian pemancar dan penerima infra merah dengan catu daya 5 volt.
-



Gambar 4.3. Rangkaian Pengujian Pemancar dan penerima Infra merah

3. Mengukur arus dan tegangan keluaran pada bagian pemancar infra merah yaitu pada kaki anoda, seperti yang tampak pada gambar 4.3
4. Mengukur arus dan tegangan keluaran pada bagian penerima photodiode yaitu kaki collector transistor 9013, seperti yang tampak pada gambar 4.3.
5. Pengukuran penerima photodiode dilakukan dalam dua kondisi yaitu saat pemancar dan penerima dihalangi dan tidak.
6. Memasukan hasil pengukuran pada tabel 4-2.

Tabel 4.2. hasil pengujian rangkaian pemancar penerima infra merah

KONDISI	PEMANCAR INFRAMERAH		PENERIMA INFRAMERAH	
	TEGANGAN	ARUS	TEGANGAN	ARUS
TIDAK ADA HALANGAN	4,7 V	152 mA	4,98 V	0,05 mA
ADA HALANGAN	4,7 V	152 mA	0.01 mV	0,00 mA

4.6. Pengujian Transmisi InfraRed

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh jarak maksimal yang dihasilkan agar proses pengambilan data dapat berlangsung, hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Transmisi Infrared

Jarak pengujian (cm)	Data yang dikirim	Data yang diterima	Jumlah Pengambilan
1	12 L	12 L	2
2	12 L	12 L	3
3	12 L	12 L	5
5	12 L	12 L	6
10	12 L	12 L	9
15	12 L	12 L	12
20	12 L	12 L	15
21	12 L	12 L	17
22	12 L	12 L	20
23	12 L	Gagal	25

4.7. Pengujian Jumlah Liter Air

4.7.1 Prosedur Pengujian

- Menggunakan Bejana Air (1 L) untuk mengalirkan air

- Mengamati perubahan Liter Air pada LCD

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Jumlah Liter Air

Perc.	Jumlah Air (L)	Jumlah Air (LCD)
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	14
16	16	15
17	17	16
18	18	17

19	19	18
20	20	19

4.7.2. Hasil Pengujian

Perincian Hasil dari data tabel percobaan diatas adalah :

Jumlah Air Sebenarnya = 20 L

Jumlah Air yang tertera pada LCD = 19 L

Error yang terjadi sebesar :

$$\frac{20-19}{20} \times 100\% = 5\%$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil Skripsi ini adalah :

- A. Dari hasil pengujian proses komunikasi pengiriman data melalui transmitter infra merah, diketahui bahwa jarak maksimal agar data yang dikirim dari pengolah data ke bagian penerima itu lancar dan tidak rusak adalah 20 cm
- B. Dari hasil pengujian kincir air PDAM, setelah dimodifikasi diketahui bahwa nilai error yang ditimbulkan mencapai 5 %

5.2 Saran

- 1. Sistem ini masih mempunyai banyak kekurangan yang sekiranya perlu diadakan penambahan-penambahan baik secara software maupun hardware. Jika alat ini ingin dikembangkan lebih lanjut, maka penulis sarankan untuk menambahkan spesifikasinya, seperti menggunakan bluetooth sebagai transmisiya ataupun menambahkan piranti kemanan yang lebih canggih dan masih banyak lagi pengembangan pengembangan
- 2. Penggunaan memori dengan kapasitas yang lebih besar pada alat memungkinkan semakin banyaknya data yang bisa disimpan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Atmel, 1997, :*Flash Microcontroller : Architectural Overview*", Atmel Inc, ([Http://www.atmel.com](http://www.atmel.com)), USA
- [2]. Seiko Instrument, 1987 : 7
- [3]. www.innovativeelectronics.com
- [4]. Datasheet H22A
- [5]. www.alldatasheet.com
- [6]. Putra, Agfianto Eko, 2004. "*Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 Teori dan Aplikasi*", Gava Media, Yogyakarta

LAMPIRAN

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : GALIH HERI SASONGKO
NIM : 01.17.178
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : PERENCANAAN PIRANTI DATA LOGGER DENGAN
TRANSMISI INFRA MERAH SEBAGAI SARANA
PENYALUR DATA UNTUK MENGHITUNG
PENGUNAAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLLER
AT89C51

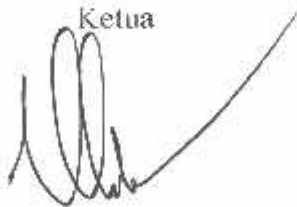
Dipertahankan dihadapan tim penguji skripsi jenjang strata S-1 pada :

Hari / Tanggal : Selasa, 23 September 2008

Dengan Nilai : 76,9 (B+)

Panitia Ujian Skripsi,

Ketua



Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 1018100036

Sekretaris



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

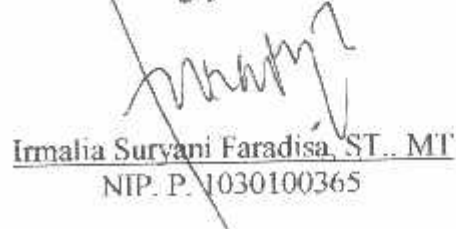
Anggota Penguji,

Penguji I



I Komang Somawirata ST, MT
NIP. P. 1030100361




Penguji II



Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT
NIP. P. 1030100365

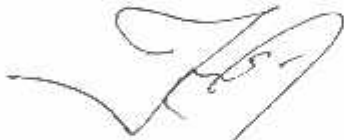
FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : GALIH HERI SASONGKO
NIM : 01.17.178
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Hal 45 : Perhitungan Nilai Komponen	
2.	Pengujian Keypad	
3.	Pengujian Dirubah Total	

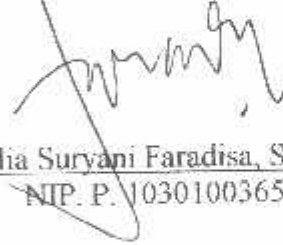
Telah diperiksa dan disetujui,

Penguji I



I Komang Somawirata ST.MT
NIP. P. 1030100361

Penguji II



Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT
NIP. P. 1030100365


Mengetahui,

Pembimbing I



Ir. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Pembimbing II



Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : BALIM HERMAN S
 NIM : 0117178
 Semester : 11
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : Teknik Elektronika / Teknik Energi Listrik
 Alamat : Jln Kembang Sari 103 Malang

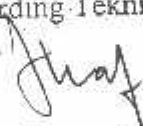
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan **SKRIPSI** adalah sebagai berikut :

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)


Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah ditegiti kebenaran data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro


 (.....
 Mrs. Handayani
)

Malang, 16 Desember.....2008

Pemohon


 (.....
 BALIM HERMAN S
)

Disetujui
 Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Mengetahui
 Dosen Wali


 (.....

)

Catatan :

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. IPK 3.88 / 2.61
2. 132
3. Praktikum ? terlampir



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, 5 Juli 2008

Nomor : ITN-127/7/TA /2008
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 : Galih Heri Sasongko
Nim : 0117178
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:

26 JUNI 2008 S/D 26 DESEMBER 2008

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



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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bencungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 651431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 5 Juli 2008

Nomor : ITN-128/7/TA /2008
Lampiran :
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. Teguh Herbasuki, MT**
Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama : **Galih Heri Sasongko**
Nim : **0117178**
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:

26 JUNI 2008 S/D 26 DESEMBER 2008

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. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tindakan:

1. Mahasiswa yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Galih Heri Sasongko
Nim : 01.17.178
Masa Bimbingan : 26 Juni 2008 - 26 Desember 2008
Judul Skripsi : Perencanaan dan Pembuatan Piranti Data Logger Sebagai Sarana Penyalur Data Untuk Menghitung Penggunaan Air Berbasis Mikrokontroler AT89C51

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Bimbingan
1	30/06/08	Konsultasi pembuatan alat	
2	12/07/08	Konsultasi latar blk & tujuan	
3	28/07/08	Konsultasi bab I & II	
4	13/08/08	Konsultasi bab III	
5	26/08/08	Revisi bab I & II	
6	04/09/08	Konsultasi bab IV & V.	
7	14/09/08	Acc seminar	
8	22/09/08	Acc ujian	
9			
10			

Malang,
Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
Nip.Y. 103 8900 209



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Galih Heri Sasongko
Nim : 01.17.178
Masa Bimbingan : 26 Juni 2008 - 26 Desember 2008
Judul Skripsi : Perencanaan dan Pembuatan Piranti Data Logger Sebagai Sarana Penyalur Data Untuk Menghitung Penggunaan Air Berbasis Mikrokontroler AT89C51

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Bimbingan
1		Bab I	
2		Bab II	
3		Bab III	
4		Bab IV	
5		Demo	
6		Seminar	
7	22/08 09	Ac akhir	
8			
9			
10			

Malang,
Dosen Pembimbing I



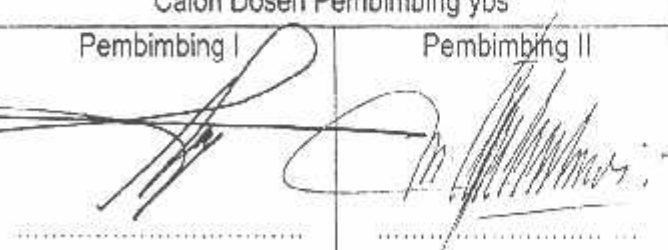
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip.Y. 103 9500 274

Form S-4b



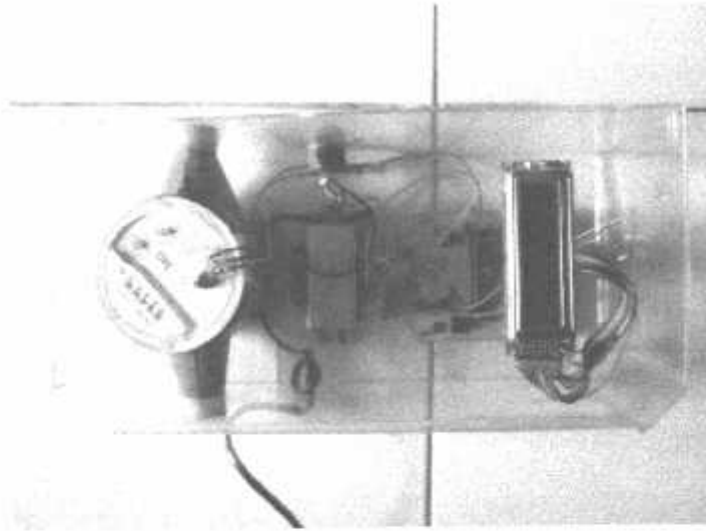
BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

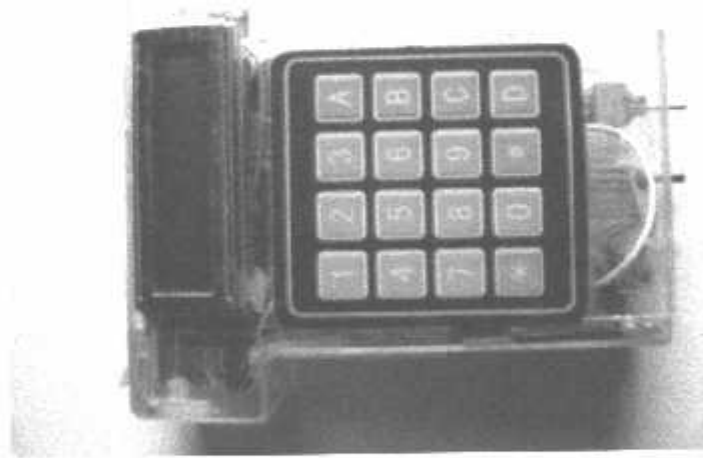
1.	Nama Mahasiswa: <u>BALIH HERI SASONGKU</u>	Nim: <u>0117172</u>		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<u>26</u>	<u>11.15 - 12.00</u>	<u>Ruang: 51</u>
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)				
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	<input checked="" type="checkbox"/>	Elektronika & Komponen	
	b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/>	f. Elektronika Digital & Komputer	
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/>	g. Elektronika Komunikasi	
	d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/>	h. lainnya	
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>Perencanaan dan pembuatan sistem daya tenaga sebagai sistem tenaga daya untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi menggunakan AT&RS.</u>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian		
6.	Catatan:	* <u>proses komunikasi IPED</u>		
		* <u>protokol MNC</u> * <u>Dibangun & Repair</u> * <u>Konverter Sabuk (Tx & Rx)</u>		
Catatan:				
Persetujuan Judul Skripsi				
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
			
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
 <u>Ir. F. Yudi Limprapto, MT</u> NIP. P. 1039500274		Pembimbing I	Pembimbing II	
				

Perhatian:

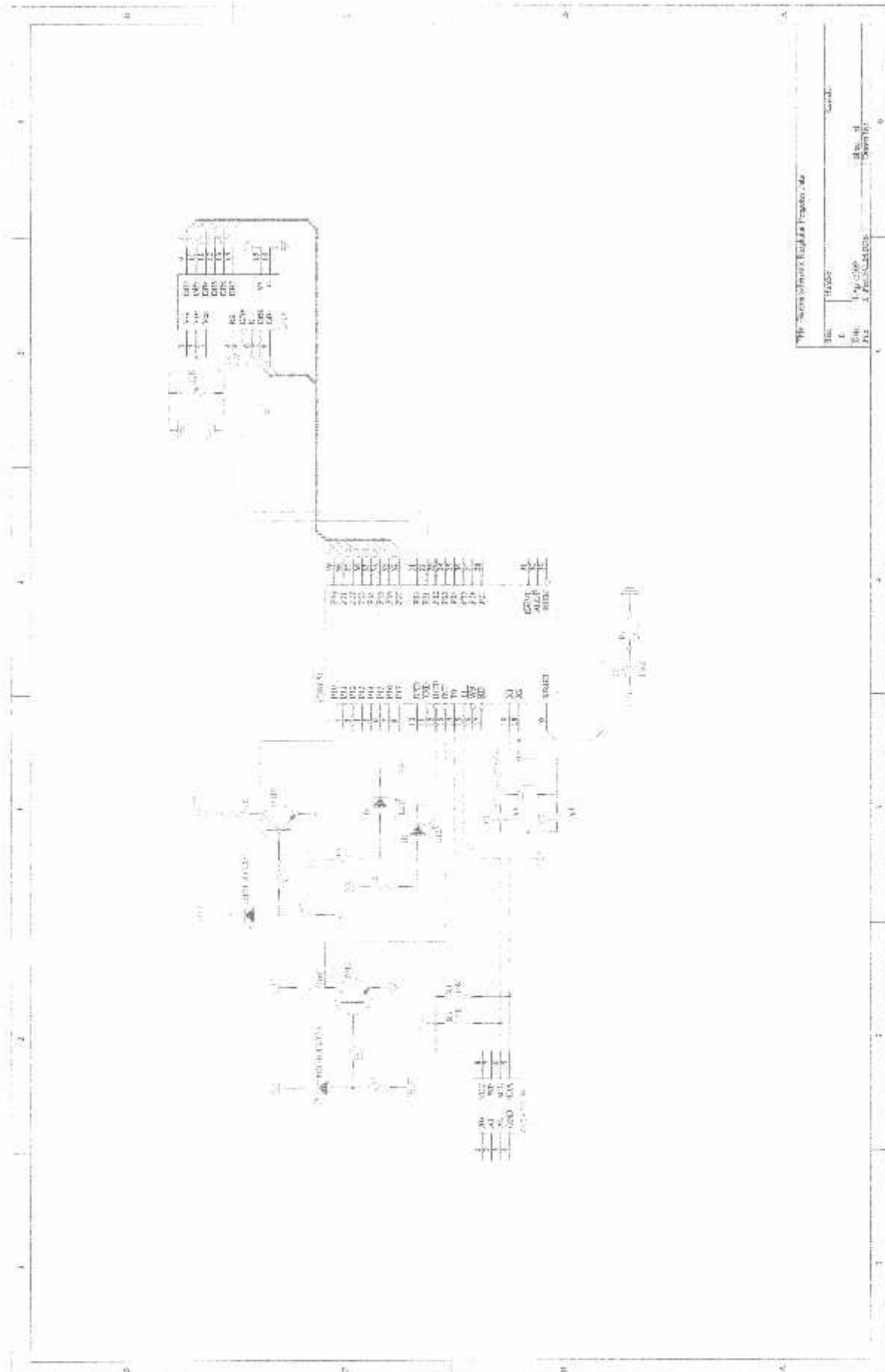
1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu



Gambar Bagian Pengolah Data



Gambar Bagian Pengambil Data



NO.	DESCRIPTION	QTY.	UNIT
001	STOP BUTTON	1	PC
002	START BUTTON	1	PC
003	REVERSE BUTTON	1	PC
004	FORWARD BUTTON	1	PC
005	STOP RELAY	1	PC
006	START RELAY	1	PC
007	REVERSE RELAY	1	PC
008	FORWARD RELAY	1	PC
009	MOTOR	1	PC
010	FUSE	1	PC
011	WIRE	10	M
012	TERMINAL BLOCK	1	PC
013	WIRE	5	M
014	WIRE	5	M
015	WIRE	5	M
016	WIRE	5	M
017	WIRE	5	M
018	WIRE	5	M
019	WIRE	5	M
020	WIRE	5	M

THE DESIGN OF THE ELECTRICAL PROJECT - 02
 No. 16025
 Date: 10/10/2020
 Page: 1 of 1
 Rev. 1
 Rev. 2

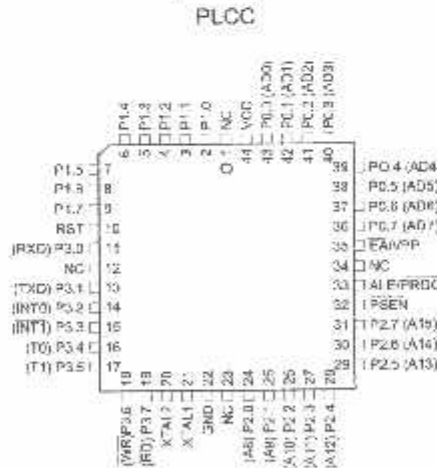
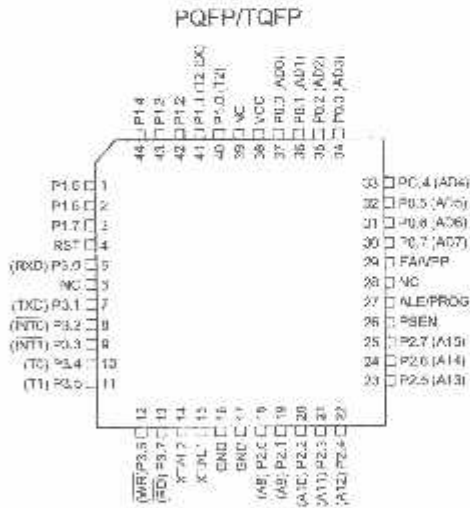
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 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
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 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 Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

Not Recommended
for New Designs.
Use AT89S51.

Rev. 0255C-02(00)



The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 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 hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

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 may 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 pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. 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 pullups 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 pullups.

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

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. 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 pullups 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 pullups.

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, it uses strong internal pullups 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.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. 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 pullups 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 pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

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

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

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/ \overline{PROG}

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (\overline{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.

PSEN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

EA/VPP

External Access Enable. 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, EA will be internally latched on reset.

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, for parts that require 12-volt V_{PP}.

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

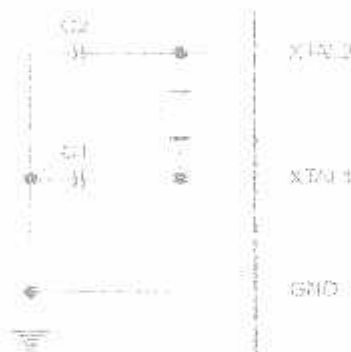
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

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 functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle 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 is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



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

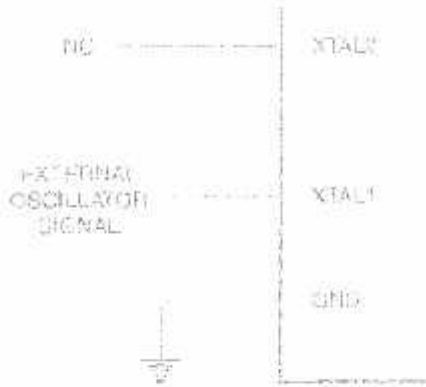
Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



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 Regis-

ters retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. 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.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

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. It is necessary that the latched value of \overline{EA} be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOV _C 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 is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (V_{CC}) program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	$V_{PP} = 12V$	$V_{PP} = 5V$
Top-side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = FFH	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figure 3 and Figure 4. To program the AT89C51, 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 for the high-voltage programming mode.
5. Pulse $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ 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 1.5 ms. 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 AT89C51 features \overline{Data} Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. 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. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate 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 lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

- (030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (031H) = 51H indicates 89C51
- (032H) = FFH indicates 12V programming
- (032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

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

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

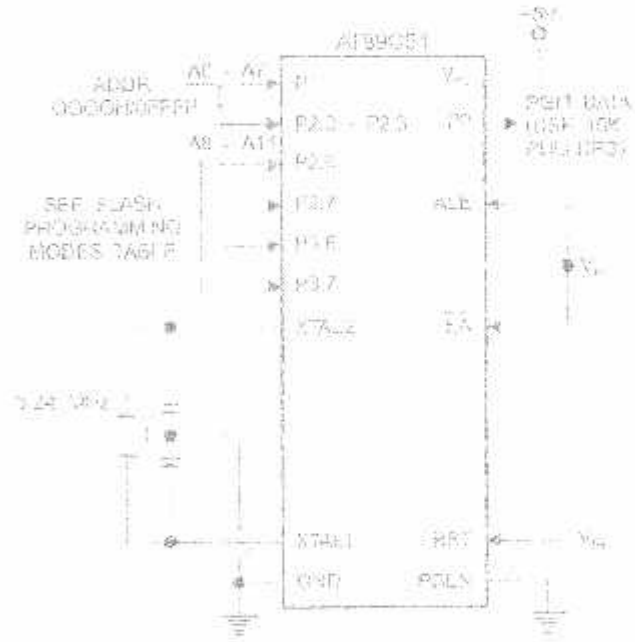
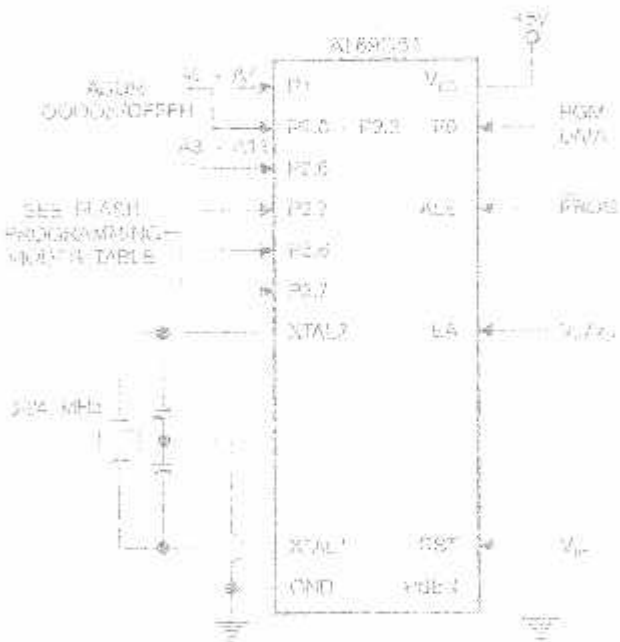
Flash Programming Modes

Mode	RST	PSEN	ALE/PROG	\overline{EA}/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data	H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data	H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	H	L		H/12V	H	H	H	H
				H/12V	H	H	L	L
				H/12V	H	L	H	L
Chip Erase	H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L

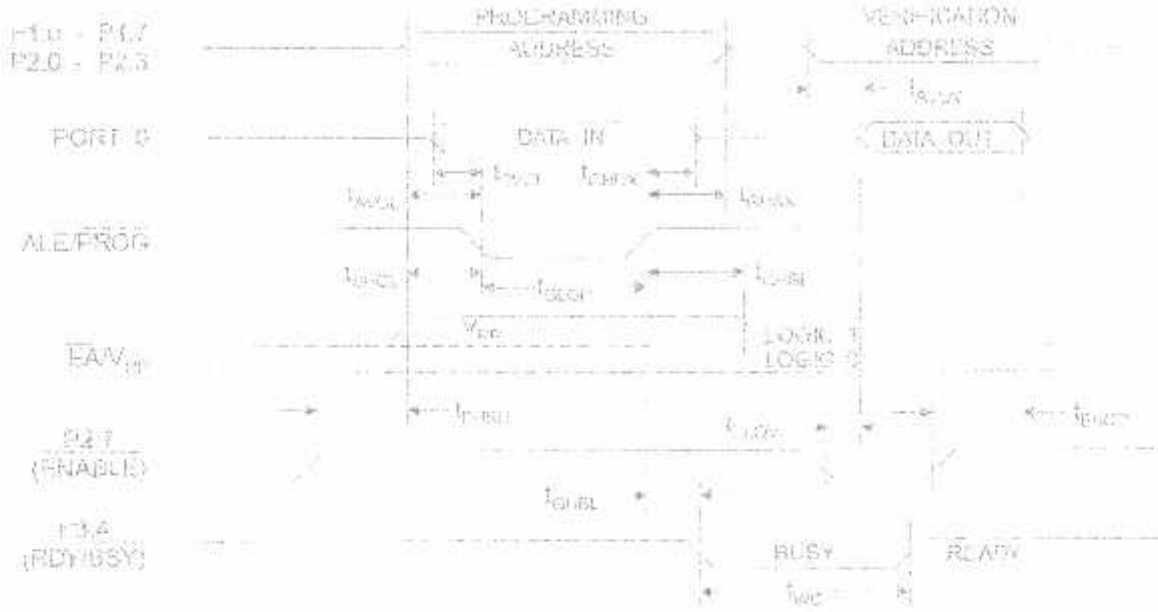
Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

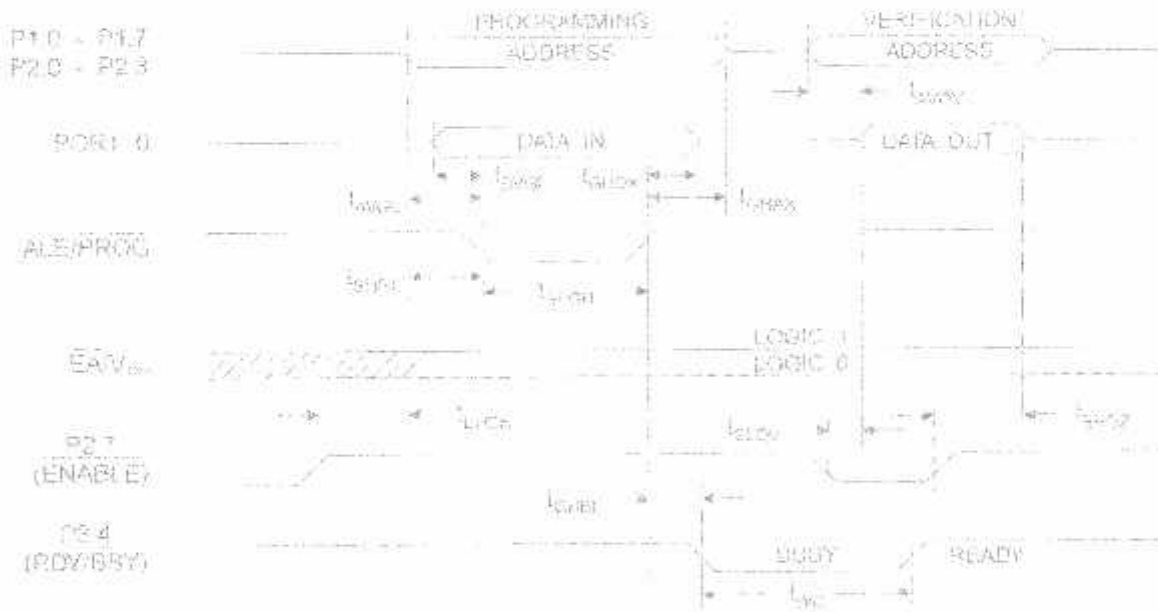
Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode ($V_{pp} = 12V$)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode ($V_{pp} = 5V$)



Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{PP} ⁽¹⁾	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I _{PP} ⁽¹⁾	Programming Enable Current		1.0	mA
1/t _{CLCL}	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t _{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{GHAX}	Address Hold after $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{DHDX}	Data Hold after $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{EHSH}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V _{PP}	48t _{CLCL}		
t _{SHSL}	V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t _{GHSL} ⁽¹⁾	V _{PP} Hold after $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t _{ELGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t _{AVGV}	Address to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{ELGV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{EHQZ}	Data Float after $\overline{\text{ENABLE}}$	0	48t _{CLCL}	
t _{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t _{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.



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.

DC Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 5.0\text{V} \pm 20\%$ (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low-voltage	(Except EA)	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
V_{IH1}	Input Low-voltage (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, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, 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_L	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_T	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_U	Input Leakage Current (Port 0, EA)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	K Ω
C_D	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6\text{V}$		100	μA
		$V_{CC} = 3\text{V}$		40	μA

otes: 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.

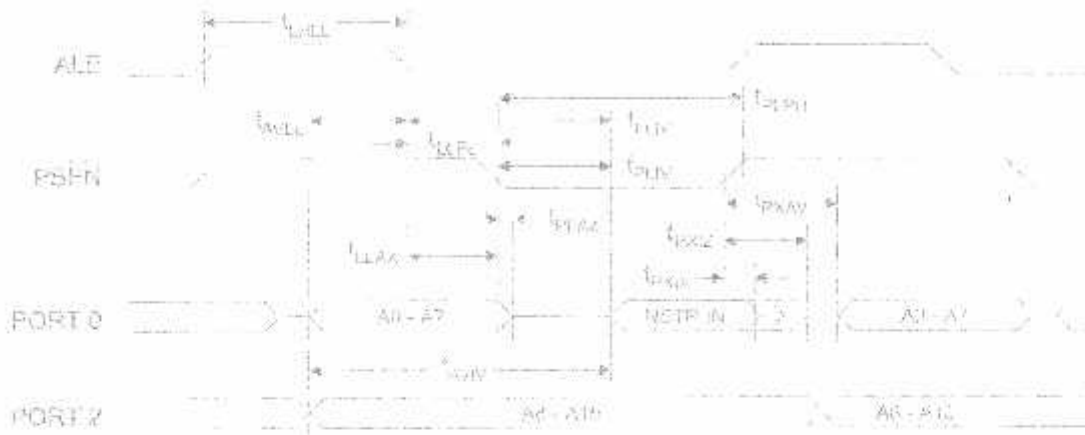
AC Characteristics

Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

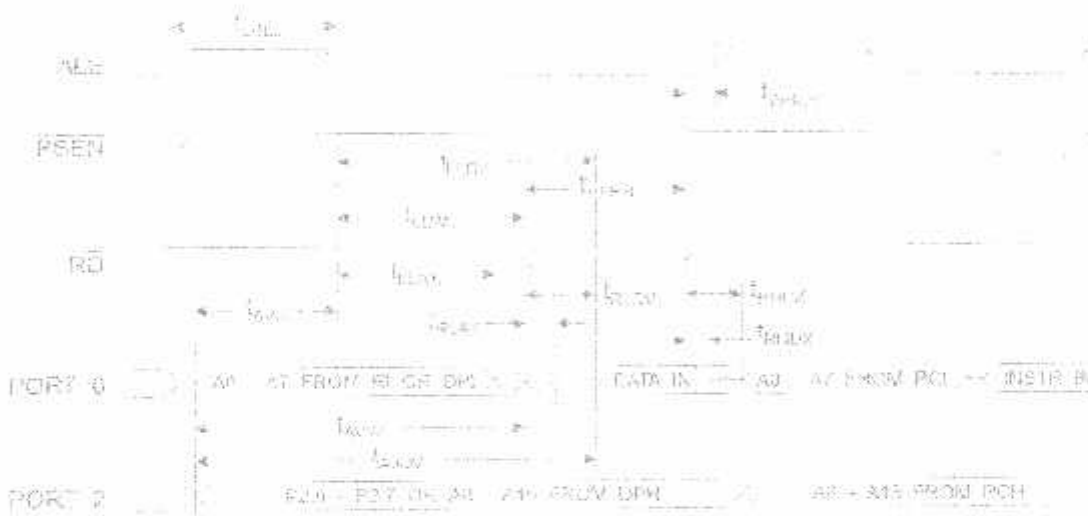
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/f_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{HEL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-13$		ns
t_{IAAX}	Address Hold after ALE Low	48		$t_{CLCL}-20$		ns
t_{EIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to PSEN Low	43		$t_{CLCL}-13$		ns
t_{PLPI}	PSEN Pulse Width	205		$3t_{CLCL}-20$		ns
t_{PIIV}	PSEN Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}-45$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold after PSEN	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float after PSEN		59		$t_{CLCL}-10$	ns
t_{PXAV}	PSEN to Address Valid	75		$t_{CLCL}-8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}-55$	ns
t_{PLAZ}	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
t_{RIRH}	RD Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
t_{WLWH}	WR Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
t_{RILDV}	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}-90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold after RD	0		0		ns
t_{RHIZ}	Data Float after RD		97		$2t_{CLCL}-28$	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}-150$	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}-165$	ns
t_{LWL}	ALE Low to RD or WR Low	200	300	$3t_{CLCL}-50$	$3t_{CLCL}+50$	ns
t_{AVWL}	Address to RD or WR Low	203		$4t_{CLCL}-75$		ns
t_{QVWX}	Data Valid to WR Transition	23		$t_{CLCL}-20$		ns
t_{QVWH}	Data Valid to WR High	433		$7t_{CLCL}-120$		ns
t_{WHIX}	Data Hold after WR	33		$t_{CLCL}-20$		ns
t_{BLAZ}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHIH}	RD or WR High to ALE High	43	123	$t_{CLCL}-20$	$t_{CLCL}+25$	ns

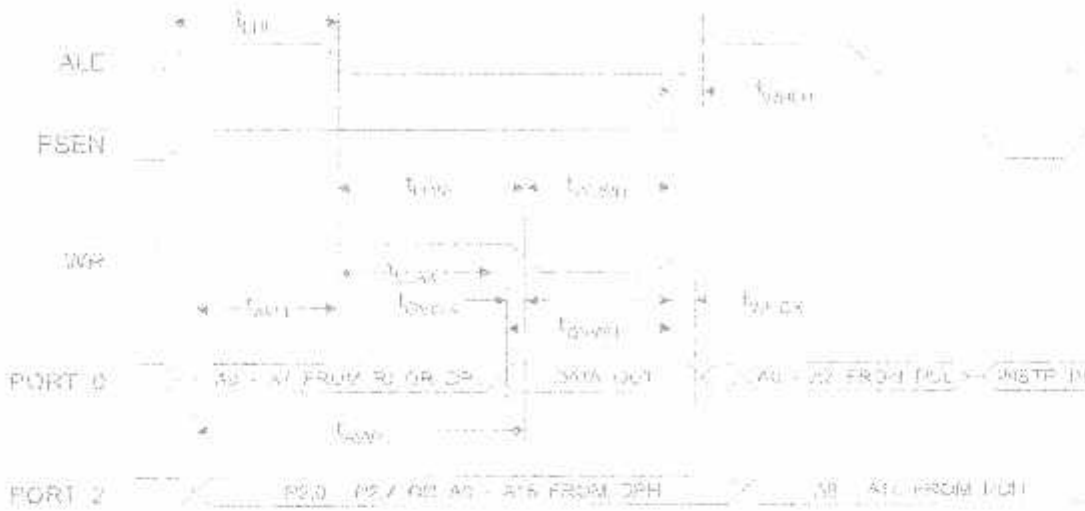
External Program Memory Read Cycle



External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f_{CLK}	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLK}	Clock Period	41.6		ns
t_{OHX}	High Time	15		ns
t_{OLX}	Low Time	15		ns
t_{RICH}	Rise Time		20	ns
t_{FCHL}	Fall Time		20	ns



Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

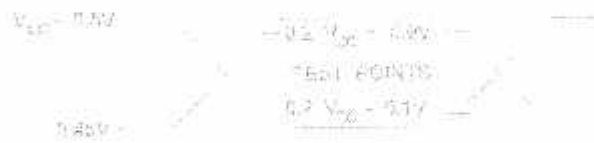
($V_{CC} = 5.0\text{ V} \pm 20\%$; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{OVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHDX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-117$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDX}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



Float Waveforms⁽¹⁾



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5\text{V}$ 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.

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 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range	
12	5V ±20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)	
		AT89C51-12JC	44J		
		AT89C51-12PC	40P6		
		AT89C51-12QC	44Q		
			AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
			AT89C51-12JI	44J	
			AT89C51-12PI	40P6	
			AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ±20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)	
		AT89C51-16JC	44J		
		AT89C51-16PC	40P6		
		AT89C51-16QC	44Q		
			AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
			AT89C51-16JI	44J	
			AT89C51-16PI	40P6	
			AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ±20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)	
		AT89C51-20JC	44J		
		AT89C51-20PC	40P6		
		AT89C51-20QC	44Q		
			AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
			AT89C51-20JI	44J	
			AT89C51-20PI	40P6	
			AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ±20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)	
		AT89C51-24JC	44J		
		AT89C51-24PC	40P6		
		AT89C51-24QC	44Q		
			AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
			AT89C51-24JI	44J	
			AT89C51-24PI	40P6	
			AT89C51-24QI	44Q	

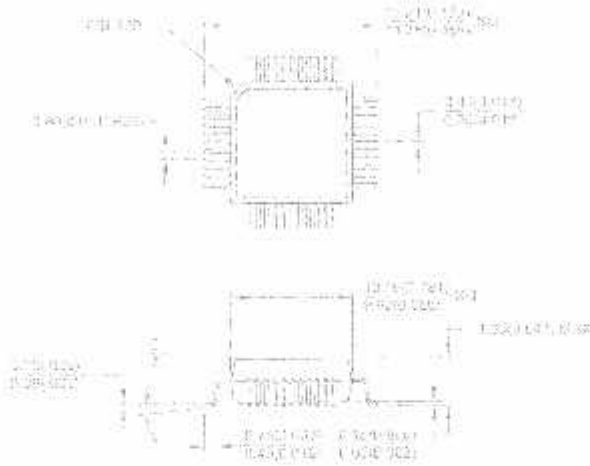
Package Type

44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
44Q	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)



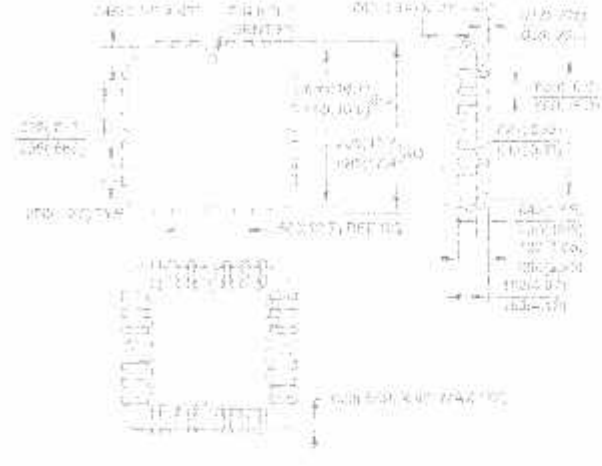
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*
 JEDEC STANDARD MS-026 ACB

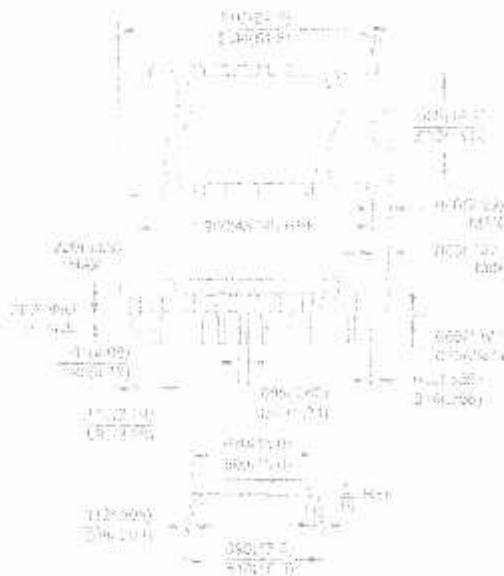


Controlling dimension: millimeters

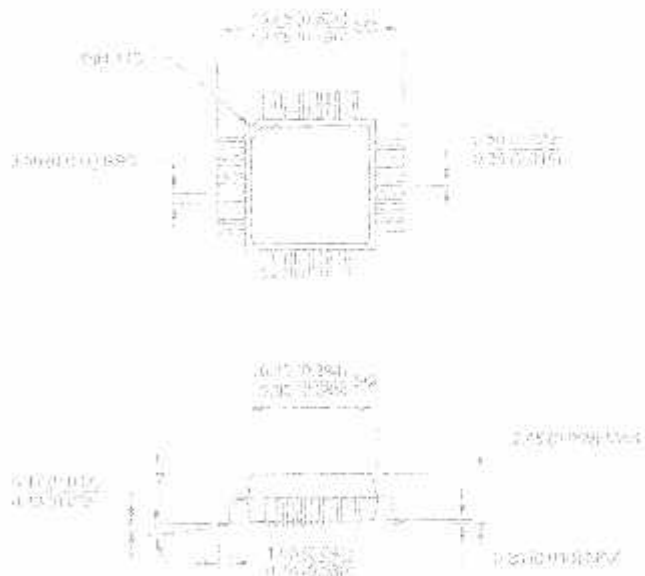
44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-018 AC



40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*
 JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters



Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe

Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia

Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1389

Japan

Atmel Japan K.K.
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

Atmel Colorado Springs
1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

Fax-on-Demand

North America:
1-(800) 292-8635

International:
1-(408) 441-0732

e-mail

literature@atmel.com

Web Site

<http://www.atmel.com>

BBS

1-(408) 436-4309

Atmel Corporation 2000.

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Atmel, Atmel Corporation, Atmel logo, and/or other marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

All other marks and product names in this document may be trademarks of others.

 Printed on recycled paper.

0205G-02/00/AM

Features

- Low-Voltage and Standard-Voltage Operation
 - 5.0 ($V_{CC} = 4.5V$ to $5.5V$)
 - 2.7 ($V_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$)
 - 2.5 ($V_{CC} = 2.5V$ to $5.5V$)
 - 1.8 ($V_{CC} = 1.8V$ to $5.5V$)
- Low-Power Devices ($I_{SB} = 2 \mu A$ @ $5.5V$) Available
- Internally Organized 4096 x 8, 8192 x 8
- 2-Wire Serial Interface
- Schmitt Trigger, Filtered Inputs for Noise Suppression
- Bidirectional Data Transfer Protocol
- 100 kHz (1.8V, 2.5V, 2.7V) and 400 kHz (5V) Compatibility
- Write Protect Pin for Hardware Data Protection
- 32-Byte Page Write Mode (Partial Page Writes Allowed)
- Self-Timed Write Cycle (10 ms max)
- High Reliability
 - Endurance: 1 Million Write Cycles
 - Data Retention: 100 Years
 - ESD Protection: >3,000V
- Automotive Grade and Extended Temperature Devices Available
- 8-Pin JEDEC PDIP, 8-Pin and 14-Pin JEDEC SOIC, 8-Pin EIAJ SOIC, and 8-pin TSSOP Packages

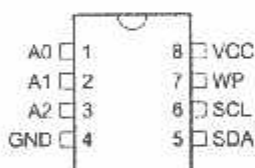
Description

The AT24C32/64 provides 32,768/65,536 bits of serial electrically erasable and programmable read only memory (EEPROM) organized as 4096/8192 words of 8 bits each. The device's cascadable feature allows up to 8 devices to share a common 2-wire bus. The device is optimized for use in many industrial and commercial applications where low power and low voltage operation are essential. The AT24C32/64 is available in space saving 8-pin JEDEC PDIP, 8-pin and 14-pin JEDEC SOIC, 8-pin EIAJ SOIC, and 8-pin TSSOP packages and is accessed via a 2-wire serial interface. In addition, the entire family is available in 5.0V (4.5V to 5.5V), 2.7V (2.7V to 5.5V), 2.5V (2.5V to 5.5V) and 1.8V (1.8V to 5.5V) versions.

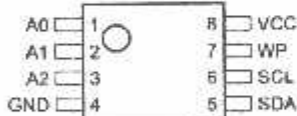
Pin Configurations

Pin Name	Function
A0 - A2	Address Inputs
SDA	Serial Data
SCL	Serial Clock Input
WP	Write Protect

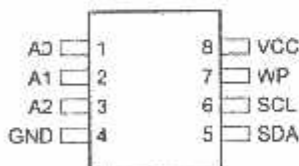
8-Pin PDIP



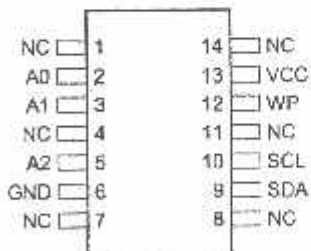
8-Pin TSSOP



8-Pin SOIC



14-Pin SOIC



2-Wire Serial EEPROM

32K (4096 x 8)

64K (8192 x 8)

AT24C32

AT24C64

Rev. 0336F-08/96

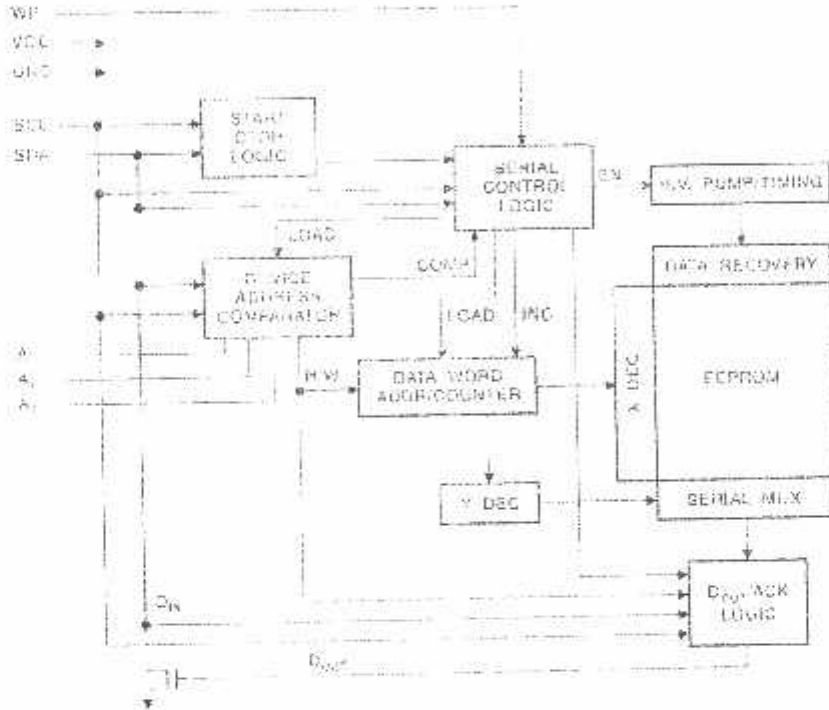


Absolute Maximum Ratings*

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.....	6.25V
DC Output Current.....	5.0 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.

Block Diagram



Pin Description

SERIAL CLOCK (SCL): The SCL input is used to positive edge clock data into each EEPROM device and negative edge clock data out of each device.

SERIAL DATA (SDA): The SDA pin is bidirectional for serial data transfer. This pin is open-drain driven and may be wire-ORed with any number of other open-drain or open collector devices.

DEVICE/PAGE ADDRESSES (A₂, A₁, A₀): The A₂, A₁ and A₀ pins are device address inputs that are hard wired or left not connected for hardware compatibility with AT24C16. When the pins are hardwired, as many as eight 32K/64K devices may be addressed on a single bus system (device addressing is discussed in detail under the

Device Addressing section). When the pins are not hardwired, the default A₂, A₁, and A₀ are zero.

WRITE PROTECT (WP): The write protect input, when tied to GND, allows normal write operations. When WP is tied high to V_{CC}, all write operations to the upper quadrant (8/16K bits) of memory are inhibited. If left unconnected, WP is internally pulled down to GND.

Memory Organization

AT24C32/64, 32K/64K SERIAL EEPROM: The 32K/64K is internally organized as 256 pages of 32 bytes each. Random word addressing requires a 12/13 bit data word address.

Pin Capacitance⁽¹⁾

Applicable over recommended operating range from $T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 1.0\text{ MHz}$, $V_{CC} = +1.8\text{V}$.

Symbol	Test Condition	Max	Units	Conditions
C_{IO}	Input/Output Capacitance (SDA)	8	pF	$V_{IO} = 0\text{V}$
C_{IN}	Input Capacitance ($A_0, A_1, A_2, \text{SCL}$)	6	pF	$V_{IN} = 0\text{V}$

Note: 1. This parameter is characterized and is not 100% tested.

DC Characteristics

Applicable over recommended operating range from: $T_{AI} = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +1.8\text{V}$ to $+5.5\text{V}$, $T_{AC} = 0^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +1.8\text{V}$ to $+5.5\text{V}$ (unless otherwise noted).

Symbol	Parameter	Test Condition		Min	Typ	Max	Units
V_{CC1}	Supply Voltage			1.8		5.5	V
V_{CC2}	Supply Voltage			2.5		5.5	V
V_{CC3}	Supply Voltage			2.7		5.5	V
V_{CC4}	Supply Voltage			4.5		5.5	V
I_{CC1}	Supply Current	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	READ at 100 kHz		0.4	1.0	mA
I_{CC2}	Supply Current	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	WRITE at 100 kHz		2.0	3.0	mA
I_{SB1}	Standby Current (1.8V option)	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	$V_{IN} = V_{CC}$ or V_{SS}			0.1	μA
		$V_{CC} = 5.5\text{V}$				2.0	
I_{SB2}	Standby Current (2.5V option)	$V_{CC} = 2.5\text{V}$	$V_{IN} = V_{CC}$ or V_{SS}			0.5	μA
		$V_{CC} = 5.5\text{V}$				2.0	
I_{SB3}	Standby Current (2.7V option)	$V_{CC} = 2.7\text{V}$	$V_{IN} = V_{CC}$ or V_{SS}			0.5	μA
		$V_{CC} = 5.5\text{V}$				2.0	
I_{SB4}	Standby Current (5V option)	$V_{CC} = 4.5 - 5.5\text{V}$	$V_{IN} = V_{CC}$ or V_{SS}		20	35	μA
I_{LI}	Input Leakage Current	$V_{IN} = V_{CC}$ or V_{SS}			0.10	3.0	μA
I_{LO}	Output Leakage Current	$V_{OUT} = V_{CC}$ or V_{SS}			0.05	3.0	μA
V_L	Input Low Level ⁽¹⁾			-0.8		$V_{CC} \times 0.3$	V
V_{IH}	Input High Level ⁽¹⁾			$V_{CC} \times 0.7$		$V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL2}	Output Low Level	$V_{CC} = 3.0\text{V}$	$I_{OL} = 2.1\text{ mA}$			0.4	V
V_{OL1}	Output Low Level	$V_{CC} = 1.8\text{V}$	$I_{OL} = 0.15\text{ mA}$			0.2	V

Notes: 1. V_L min and V_{IH} max are reference only and are not tested.



AC Characteristics

Applicable over recommended operating range from $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +1.8\text{V}$ to $+5.5\text{V}$, $CL = 1$ TTL Gate and 100 pF (unless otherwise noted).

Symbol	Parameter	1.8-volt		2.7-, 2.5-volt		5.0-volt		Units
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	
f_{SCL}	Clock Frequency, SCL		100		100		400	kHz
t_{LOW}	Clock Pulse Width Low	4.7		4.7		1.2		μs
t_{HIGH}	Clock Pulse Width High	4.0		4.0		0.6		μs
t_i	Noise Suppression Time ⁽¹⁾		100		100		50	ns
t_{AA}	Clock Low to Data Out Valid	0.1	4.5	0.1	4.5	0.1	0.9	μs
t_{BUF}	Time the bus must be free before a new transmission can start ⁽¹⁾	4.7		4.7		1.2		μs
$t_{HOLD,STA}$	Start Hold Time	4.0		4.0		0.6		μs
$t_{SETUP,STA}$	Start Set-up Time	4.7		4.7		0.6		μs
$t_{HOLD,DAT}$	Data In Hold Time	0		0		0		μs
$t_{SETUP,DAT}$	Data In Set-up Time	200		200		100		ns
t_R	Inputs Rise Time ⁽¹⁾		1.0		1.0		0.3	μs
t_F	Inputs Fall Time ⁽¹⁾		300		300		300	ns
$t_{SETUP,STOP}$	Stop Set-up Time	4.7		4.7		0.6		μs
t_{OH}	Data Out Hold Time	100		100		50		ns
t_{WR}	Write Cycle Time		20		10		10	ms
Endurance ⁽¹⁾	5.0V, 25°C, Page Mode	1M		1M		1M		Write Cycles

Note: 1. This parameter is characterized and is not 100% tested.

Device Operation

CLOCK and DATA TRANSITIONS: The SDA pin is normally pulled high with an external device. Data on the SDA pin may change only during SCL low time periods (refer to Data Validity timing diagram). Data changes during SCL high periods will indicate a start or stop condition as defined below.

START CONDITION: A high-to-low transition of SDA with SCL high is a start condition which must precede any other command (refer to Start and Stop Definition timing diagram).

STOP CONDITION: A low-to-high transition of SDA with SCL high is a stop condition. After a read sequence, the stop command will place the EEPROM in a standby power mode (refer to Start and Stop Definition timing diagram).

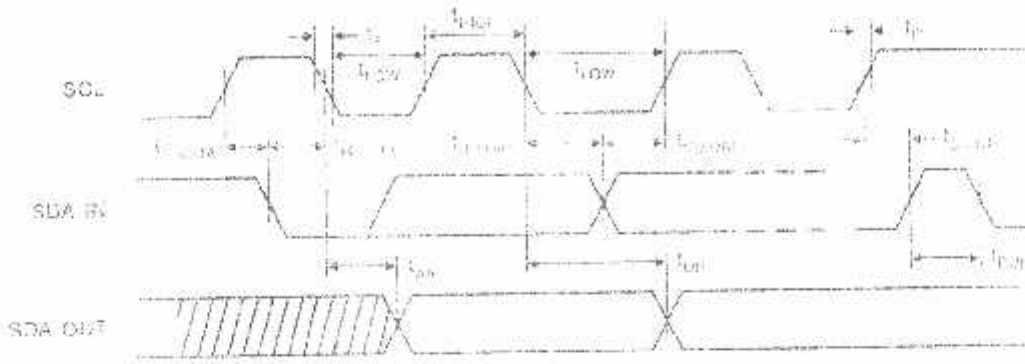
ACKNOWLEDGE: All addresses and data words are serially transmitted to and from the EEPROM in 8-bit words. The EEPROM sends a zero during the ninth clock cycle to acknowledge that it has received each word.

STANDBY MODE: The AT24C32/64 features a low power standby mode which is enabled: a) upon power-up and b) after the receipt of the STOP bit and the completion of any internal operations.

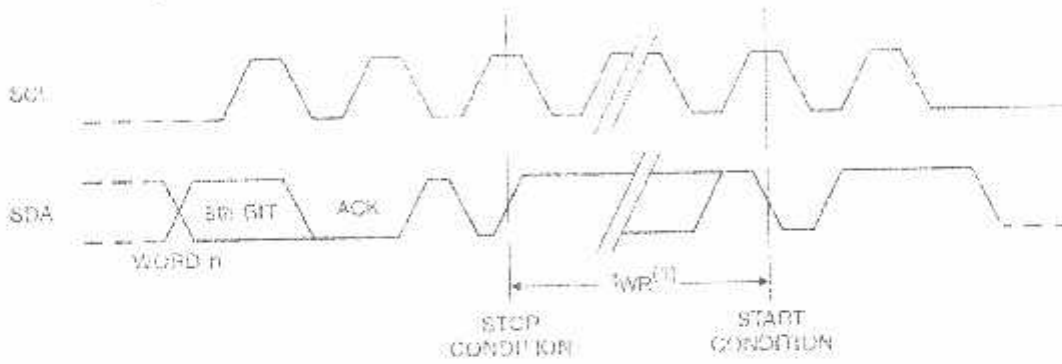
MEMORY RESET: After an interruption in protocol, power loss or system reset, any 2-wire part can be reset by following these steps:

(a) Clock up to 9 cycles, (b) look for SDA high in each cycle while SCL is high and then (c) create a start condition as SDA is high.

Bus Timing
SCL: Serial Clock, SDA: Serial Data I/O

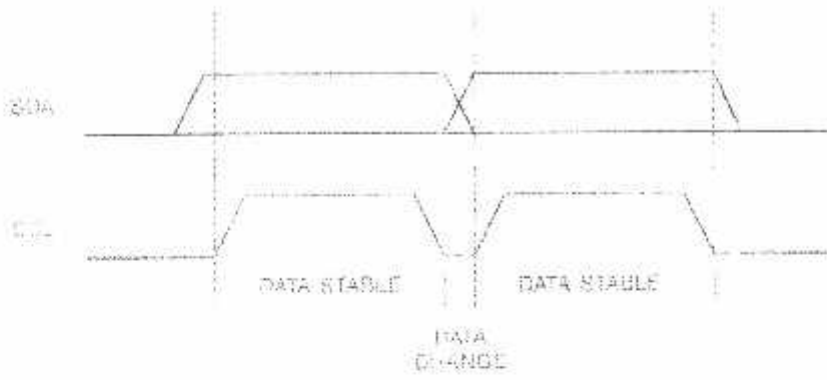


Write Cycle Timing
SCL: Serial Clock, SDA: Serial Data I/O

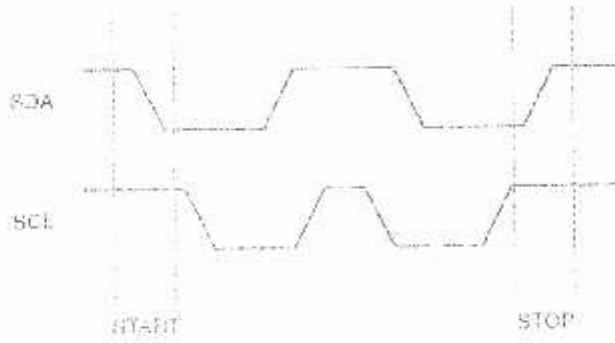


Note: 1. The write cycle time t_{WR} is the time from a valid stop condition of a write sequence to the end of the internal clear/write cycle.

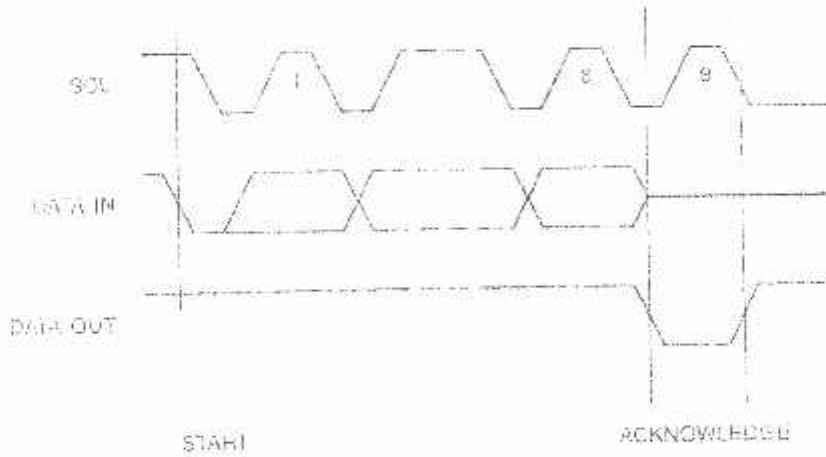
Data Validity



Start and Stop Definition



Output Acknowledge



Device Addressing

The 32K/64K EEPROM requires an 8-bit device address word following a start condition to enable the chip for a read or write operation (refer to Figure 1). The device address word consists of a mandatory one, zero sequence for the first four most significant bits as shown. This is common to all 2-wire EEPROM devices.

The 32K/64K uses the three device address bits A2, A1, A0 to allow as many as eight devices on the same bus. These bits must compare to their corresponding hardwired input pins. The A2, A1, and A0 pins use an internal proprietary circuit that biases them to a logic low condition if the pins are allowed to float.

The eighth bit of the device address is the read/write operation select bit. A read operation is initiated if this bit is high and a write operation is initiated if this bit is low.

Upon a compare of the device address, the EEPROM will output a zero. If a compare is not made, the device will return to standby state.

NOISE PROTECTION: Special internal circuitry placed on the SDA and SCL pins prevent small noise spikes from activating the device. A low- V_{CC} detector (5-volt option) resets the device to prevent data corruption in a noisy environment.

DATA SECURITY: The AT24C32/64 has a hardware data protection scheme that allows the user to write protect the upper quadrant (8/16K bits) of memory when the WP pin is at V_{CC} .

Write Operations

BYTE WRITE: A write operation requires two 8-bit data word addresses following the device address word and acknowledgment. Upon receipt of this address, the EEPROM will again respond with a zero and then clock in the first 8-bit data word. Following receipt of the 8-bit data word, the EEPROM will output a zero and the addressing device, such as a microcontroller, must terminate the write sequence with a stop condition. At this time the EEPROM enters an internally-timed write cycle, t_{WR} , to the nonvolatile memory. All inputs are disabled during this write cycle and the EEPROM will not respond until the write is complete (refer to Figure 2).

PAGE WRITE: The 32K/64K EEPROM is capable of 32-byte page writes.

A page write is initiated the same way as a byte write, but the microcontroller does not send a stop condition after the first data word is clocked in. Instead, after the EEPROM acknowledges receipt of the first data word, the microcontroller can transmit up to 31 more data words. The EEPROM will respond with a zero after each data word received. The microcontroller must terminate the page write sequence with a stop condition (refer to Figure 3).

The data word address lower 5 bits are internally incremented following the receipt of each data word. The higher data word address bits are not incremented, retaining the memory page row location. When the word address, internally generated, reaches the page boundary, the following byte is placed at the beginning of the same page. If more than 32 data words are transmitted to the EEPROM, the data word address will "roll over" and previous data will be overwritten.

ACKNOWLEDGE POLLING: Once the internally-timed write cycle has started and the EEPROM inputs are disabled, acknowledge polling can be initiated. This involves sending a start condition followed by the device address word. The read/write bit is representative of the operation desired. Only if the internal write cycle has completed will the EEPROM respond with a zero, allowing the read or write sequence to continue.

Read Operations

Read operations are initiated the same way as write operations with the exception that the read/write select bit in the device address word is set to one. There are three read operations: current address read, random address read and sequential read.

CURRENT ADDRESS READ: The internal data word address counter maintains the last address accessed during the last read or write operation, incremented by one. This address stays valid between operations as long as the chip power is maintained. The address "roll over" during read is from the last byte of the last memory page, to the first byte of the first page. The address "roll over" during write is from the last byte of the current page to the first byte of the same page.

Once the device address with the read/write select bit set to one is clocked in and acknowledged by the EEPROM, the current address data word is serially clocked out. The microcontroller does not respond with an input zero but does generate a following stop condition (refer to Figure 4).

RANDOM READ: A random read requires a "dummy" byte write sequence to load in the data word address. Once the device address word and data word address are clocked in and acknowledged by the EEPROM, the microcontroller must generate another start condition. The microcontroller now initiates a current address read by sending a device address with the read/write select bit high. The EEPROM acknowledges the device address and serially clocks out the data word. The microcontroller does not respond with a zero but does generate a following stop condition (refer to Figure 5).

SEQUENTIAL READ: Sequential reads are initiated by either a current address read or a random address read. After the microcontroller receives a data word, it responds with an acknowledge. As long as the EEPROM receives an



Figure 4. Current Address Read



Figure 5. Random Read



Note: 1. * = DON'T CARE bits

Figure 6. Sequential Read



AT24C32 Ordering Information

t_{WR} (max) (ms)	I_{CC} (max) (μA)	I_{SB} (max) (μA)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	3000	35	400	AT24C32-10PC	8P3	Commercial (0°C to 70°C)
				AT24C32N-10SC	8S1	
				AT24C32W-10SC	8S2	
				AT24C32-10TC	8T	
				AT24C32-10SC	14S	
	3000	35	400	AT24C32-10PI	8P3	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT24C32N-10SI	8S1	
				AT24C32W-10SI	8S2	
				AT24C32-10TI	8T	
				AT24C32-10SI	14S	
10	1500	0.5	100	AT24C32-10PC-2.7	8P3	Commercial (0°C to 70°C)
				AT24C32N-10SC-2.7	8S1	
				AT24C32W-10SC-2.7	8S2	
				AT24C32-10TC-2.7	8T	
				AT24C32-10SC-2.7	14S	
	1500	0.5	100	AT24C32-10PI-2.7	8P3	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT24C32N-10SI-2.7	8S1	
				AT24C32W-10SI-2.7	8S2	
				AT24C32-10TI-2.7	8T	
				AT24C32-10SI-2.7	14S	

Package Type

8P3	8-Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
8S1	8-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8-Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
8T	8-Lead, 0.170" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (TSSOP)
14S	14-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)

Options

Blank	Standard Operation (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)

AT24C32 Ordering Information (Continued)

t_{WR} (max) (ms)	I_{CC} (max) (μ A)	I_{SB} (max) (μ A)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	1000	0.5	100	AT24C32-10PC-2.5	8P3	Commercial (0°C to 70°C)
				AT24C32N-10SC-2.5	8S1	
				AT24C32W-10SC-2.5	8S2	
				AT24C32-10TC-2.5	8T	
				AT24C32-10SC-2.5	14S	
	1000	0.5	100	AT24C32-10PI-2.5	8P3	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT24C32N-10SI-2.5	8S1	
				AT24C32W-10SI-2.5	8S2	
				AT24C32-10TI-2.5	8T	
				AT24C32-10SI-2.5	14S	
10	800	0.1	100	AT24C32-10PC-1.8	8P3	Commercial (0°C to 70°C)
				AT24C32N-10SC-1.8	8S1	
				AT24C32W-10SC-1.8	8S2	
				AT24C32-10TC-1.8	8T	
				AT24C32-10SC-1.8	14S	
	800	0.1	100	AT24C32-10PI-1.8	8P3	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT24C32N-10SI-1.8	8S1	
				AT24C32W-10SI-1.8	8S2	
				AT24C32-10TI-1.8	8T	
				AT24C32-10SI-1.8	14S	

Package Type	
8P3	8-Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
8S1	8-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8-Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
8T	8-Lead, 0.170" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (TSSOP)
14S	14-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
Options	
Blank	Standard Operation (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)





AT24C64 Ordering Information

t_{WR} (max) (ms)	I_{CC} (max) (μ A)	I_{BB} (max) (μ A)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	3000	35	400	AT24C64-10PC	8P3	Commercial (0°C to 70°C)
				AT24C64N-10SC	8S1	
				AT24C64W-10SC	8S2	
				AT24C64-10TC	8T	
				AT24C64-10SC	14S	
	3000	35	400	AT24C64-10PI	8P3	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT24C64N-10SI	8S1	
				AT24C64W-10SI	8S2	
				AT24C64-10TI	8T	
				AT24C64-10SI	14S	
10	1500	0.5	100	AT24C64-10PC-2.7	8P3	Commercial (0°C to 70°C)
				AT24C64N-10SC-2.7	8S1	
				AT24C64W-10SC-2.7	8S2	
				AT24C64-10TC-2.7	8T	
				AT24C64-10SC-2.7	14S	
	1500	0.5	100	AT24C64-10PI-2.7	8P3	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT24C64N-10SI-2.7	8S1	
				AT24C64W-10SI-2.7	8S2	
				AT24C64-10TI-2.7	8T	
				AT24C64-10SI-2.7	14S	

Package Type	
8P3	8-Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
8S1	8-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8-Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
8T	8-Lead, 0.170" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (TSSOP)
14S	14-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
Options	
Blank	Standard Operation (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)

AT24C64 Ordering Information (Continued)

t_{WR} (max) (ms)	I_{CC} (max) (μ A)	I_{SB} (max) (μ A)	f_{MAX} (kHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
10	1000	0.5	100	AT24C64-10PC-2.5 AT24C64N-10SC-2.5 AT24C64W-10SC-2.5 AT24C64-10TC-2.5 AT24C64-10SC-2.5	8P3 8S1 8S2 8T 14S	Commercial (0°C to 70°C)
	1000	0.5	100	AT24C64-10PI-2.5 AT24C64N-10SI-2.5 AT24C64W-10SI-2.5 AT24C64-10TI-2.5 AT24C64-10SI-2.5	8P3 8S1 8S2 8T 14S	Industrial (-40°C to 85°C)
10	800	0.1	100	AT24C64-10PC-1.8 AT24C64N-10SC-1.8 AT24C64W-10SC-1.8 AT24C64-10TC-1.8 AT24C64-10SC-1.8	8P3 8S1 8S2 8T 14S	Commercial (0°C to 70°C)
	800	0.1	100	AT24C64-10PI-1.8 AT24C64N-10SI-1.8 AT24C64W-10SI-1.8 AT24C64-10TI-1.8 AT24C64-10SI-1.8	8P3 8S1 8S2 8T 14S	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type

8P3	8-Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
8S1	8-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)
8S2	8-Lead, 0.200" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (EIAJ SOIC)
8T	8-Lead, 0.170" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (TSSOP)
14S	14-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (JEDEC SOIC)

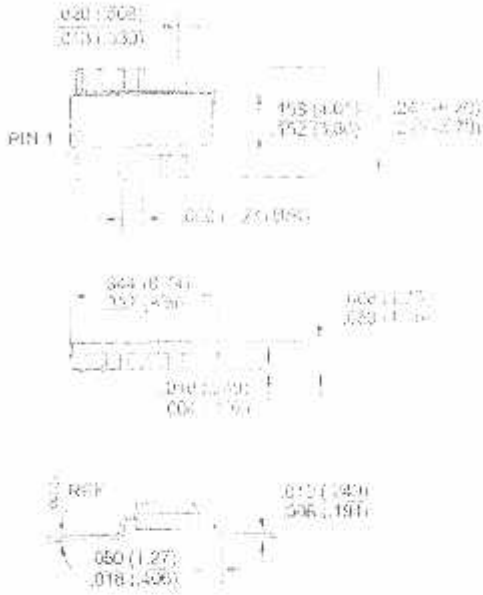
Options

Blank	Standard Operation (4.5V to 5.5V)
-2.7	Low Voltage (2.7V to 5.5V)
-2.5	Low Voltage (2.5V to 5.5V)
-1.8	Low Voltage (1.8V to 5.5V)



Packaging Information

14S, 14-Lead, 0.150" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



Transistors

2SC9013

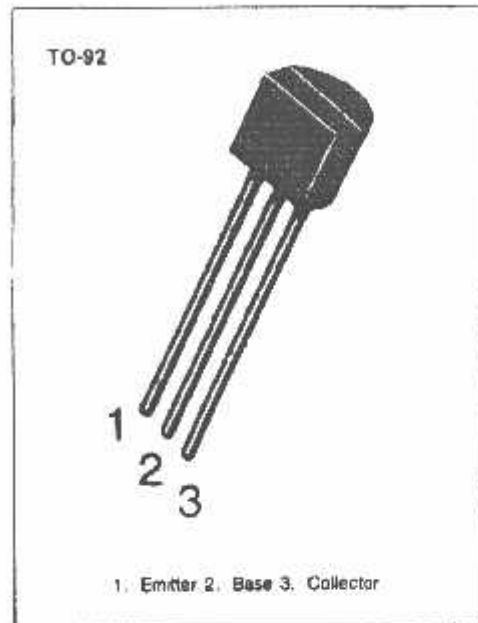
USHA
(INDIA) LTD

1W OUTPUT AMPLIFIER OF POTABLE RADIO IN CLASS B PUSH-PULL OPERATION.

- High total power dissipation. ($P_T=625\text{mW}$)
- High Collector Current. ($I_C=500\text{mA}$)
- Complementary to SS9012
- Excellent h_{FE} linearity

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Collector-Base Voltage	V_{CB0}	40	V
Collector-Emitter Voltage	V_{CE0}	20	V
Emitter-Base Voltage	V_{EB0}	5	V
Collector Current	I_C	500	mA
Collector Dissipation	P_C	625	mW
Junction Temperature	T_J	150	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_a=25^\circ\text{C}$)

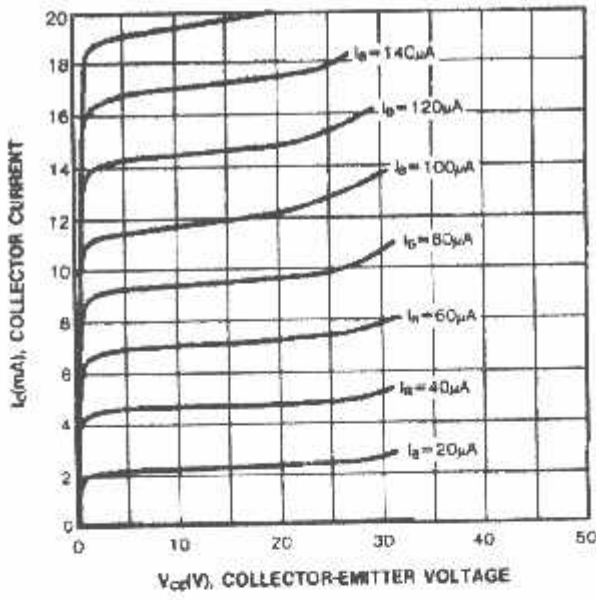
Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Collector-Base Breakdown Voltage	BV_{CB0}	$I_C=100\mu\text{A}, I_E=0$	40			V
Collector-Emitter Breakdown Voltage	BV_{CE0}	$I_C=1\text{mA}, I_B=0$	20			V
Emitter-Base Breakdown Voltage	BV_{EB0}	$I_E=100\mu\text{A}, I_C=0$	5			V
Collector Cutoff Current	I_{C0}	$V_{CB}=25\text{V}, I_E=0$			100	nA
Emitter Cutoff Current	I_{E0}	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$			100	nA
DC Current Gain	h_{FE1}	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=50\text{mA}$	64	120	202	
	h_{FE2}	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=500\text{mA}$	40	120		
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		0.16	0.6	V
Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		0.91	1.2	V
Base-Emitter On Voltage	$V_{BE(on)}$	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=10\text{mA}$	0.6	0.67	0.7	V

E (1) CLASSIFICATION

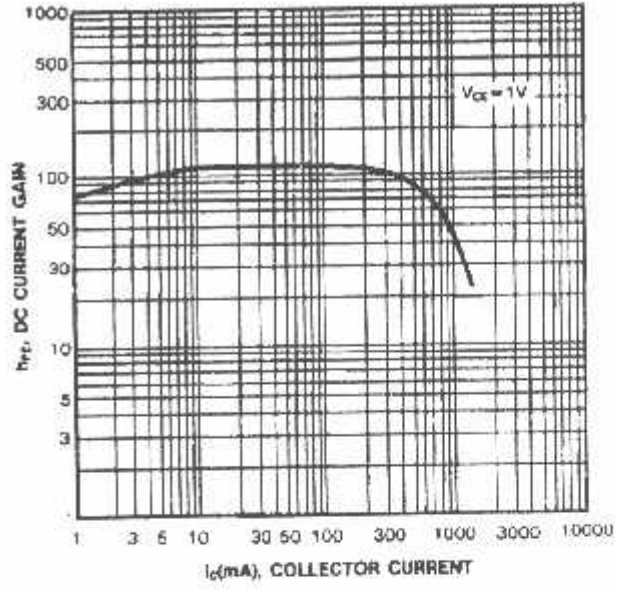
Classification	D	E	F	G	H
$h_{FE}(1)$	64-91	78-112	96-135	112-166	144-202



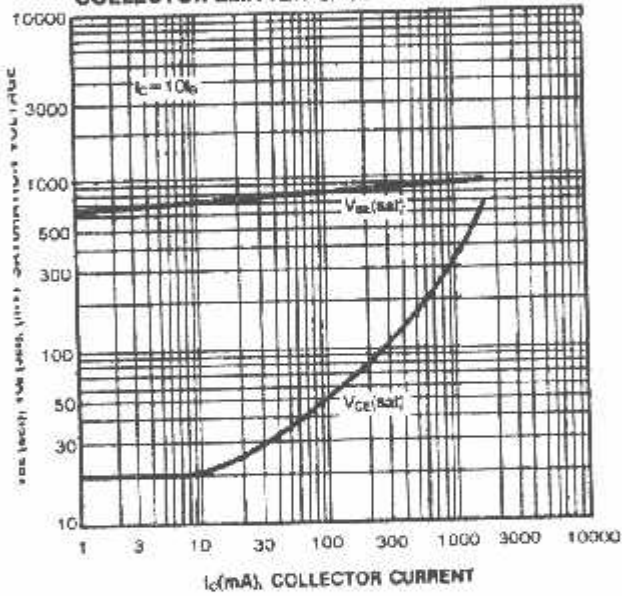
STATIC CHARACTERISTIC



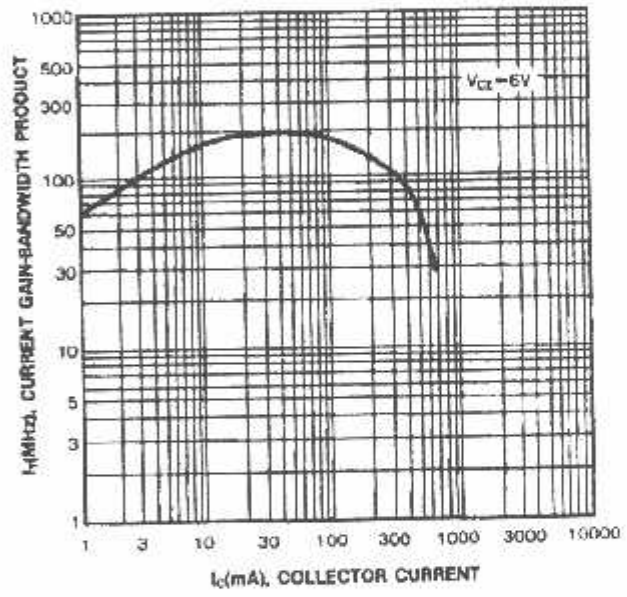
DC CURRENT GAIN



BASE-EMITTER SATURATION VOLTAGE
COLLECTOR-EMITTER SATURATION VOLTAGE



CURRENT GAIN-BANDWIDTH PRODUCT



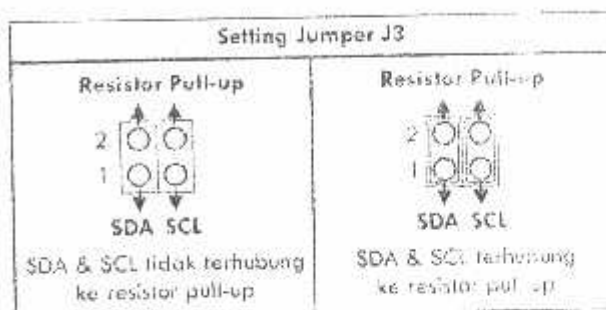
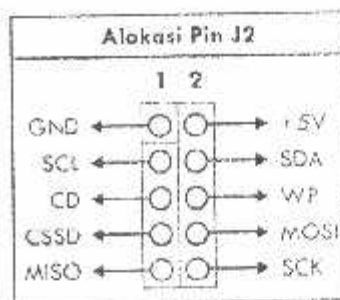
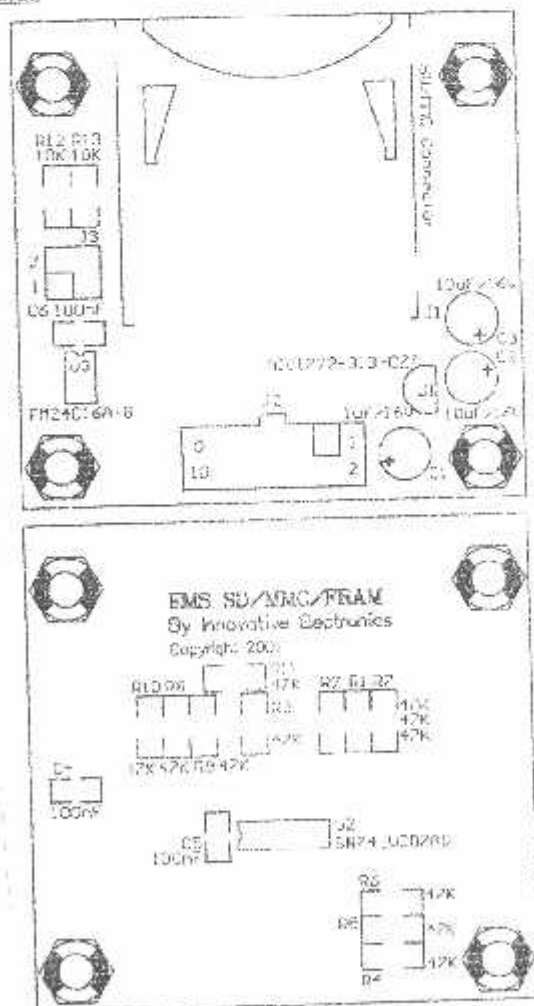
EMS (Embedded Module Series) SD/MMC/FRAM

MS SD/MMC/FRAM merupakan suatu modul untuk mempermudah antarmuka antara SD Card (atau MMC) dan mikrokontroler dengan tegangan kerja +5 VDC. SD Card (atau MMC) dapat digunakan sebagai memori yang dapat diganti dengan mudah sehingga memudahkan dalam ekspansi ke kapasitas memori yang lebih besar. Tersedia Ferroelectric Nonvolatile RAM (FRAM) yang dapat digunakan sebagai buffer sementara dalam mengakses SD Card (atau MMC) atau sebagai tempat penyimpanan data lain. Modul ini dapat digunakan antara lain sebagai penyimpan data pada sistem absensi, sistem antrian, atau aplikasi data logging lainnya.

Spesifikasi Hardware

- Tegangan supply +5 VDC.
- Jenis kartu yang didukung: SD Card (dan MMC).
- Antarmuka SD Card (dan MMC) dengan mikrokontroler secara SPI.
- Tersedia 2 KByte Ferroelectric Nonvolatile RAM FM24C16.
- Antarmuka FRAM dengan mikrokontroler secara Two-Wire Interface.
- Tersedia contoh aplikasi untuk DT-51™ Low Cost Series dan DT-AVR Low Cost Series dalam bahasa BASIC untuk MCS-51™ (BASCOM-8051™) dan bahasa C untuk AVR™ (CodeVisionAVR™).
- Kompatibel dengan DT-51™ Low Cost Series dan DT-AVR Low Cost Series. Mendukung DT-51™ Minimum System (MinSys) ver 3.0, DT-51™ PetroFuz, dan lainnya.

Letak



Jumper J3 digunakan untuk resistor pull-up SDA dan SCL. Apabila modul terhubung ke jaringan Two Wire Interface, maka dalam satu jaringan tersebut hanya perlu memasang pull-up pada salah satu modul saja.

Pin	Nama	Fungsi pada Modul	Keterangan
1	GND	Input	Referensi Ground
2	+5 V	Input	Terhubung ke Sumber Tegangan +5 VDC
3	SCL	Input	Serial Clock untuk akses FRAM
4	SDA	Input/Output	Serial Data untuk transaksi data dengan FRAM
5	CD	Output	Card Detect, berlogika 0 jika ada kartu yang dimasukkan, berlogika 1 jika tidak ada kartu
6	WP	Output	Write Protect, berlogika 0 jika saklar pada SD Card tidak berada pada posisi dikunci, berlogika 1 jika SD Card dalam posisi dikunci
7	CSSD	Input	Chip Select, diberi logika 0 untuk mengakses SD Card, diberi logika 1 jika tidak mengakses SD Card
8	MOSI	Input	Jalur data masuk ke SD Card
9	MISO	Output	Jalur data keluar dari SD Card
10	SCK	Input	Jalur clock dari mikrokontroler untuk mengakses SD Card

Isi CD

1. Contoh Aplikasi dengan CodeVisionAVR™ dan BASCOM-8051™.
2. Datasheet.
3. Manual EMS SD/MMC/FRAM.
4. Website Innovative Electronics.

Prosedur Testing

Ikuti petunjuk pada contoh aplikasi **AN SD BAS51.PDF** untuk MCS-51™ (BASCOM-8051™) dan **AN SD CVAVR.PDF** untuk AVR™ (CodeVisionAVR™). Tersedia juga **AN SD FAT.PDF** untuk pengetahuan awal terhadap protokol SD Card dan format FAT16.

