

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
PANEL POMPA AIR OTOMATIS
DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51**



TUGAS AKHIR

**Disusun Oleh :
Harun Mawadat
NIM : 02.52.020**



**KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
PANEL POMPA AIR OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER AT89S51**



Disusun Oleh :

Harun Mawadat.S

NIM : 02.52.020

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro D-3



Ir. H. Choirul Saleh, MT

NIP.P 1018800190

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

(Ir. Eko Nurcahyo)

NIP.P 1028700172

**KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D -III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2007**

ABSTRAKSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PANEL POMPA AIR OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT 89S51 (Harun Mawadat. S, 02.52.020, Teknik Elektro D 3/Energi Listrik,Dosen Pembimbing : Ir. Eko Nurcahyo)

Kata Kunci : Panel Otomatis, Elektroda, Motor (Pompa Air), Keypad, LCD, Mikrokontroller

Pada penulisan ini dirancang sebuah system *Panel Pompa Air Otomatis dengan Menggunakan Mikrokontroller AT89S51*, dimana system kerja dari alat ini adalah digunakan untuk mengontrol pengisian air., maka pengawasan untuk penggunaanya akan lebih mudah karena secara otomatis rangkaian ini mampu menyalakan dan mematikan setiap saat sesuai dengan ketinggian air yang diinginkan. Untuk rumusan masalah yang kita bahas adalah bagaimana merancang dan membuat alat panel pompa air otomatis dengan menggunakan mikrokontroller agar hasilnya sesuai dengan keinginan kita. Pembuatan alat ini bertujuan untuk mempermudah kinerja manusia dalam proses pengisian air yang dikerjakan secara otomatis sehingga menjadi lebih praktis dan efisien.

Sistem ini menggunakan Mikrokontroller AT89S51 sebagai control utamanya. Alat ini dibuat meliputi perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak. Perencanaan perangkat keras meliputi : perencanaan keypad, perencanaan LCD, perencanaan rangkaian relay, perencanaan pengaman motor,perencanaan rangkaian utama, perencanaan reset, perencanaan elektroda. Perencanaan perangkat lunak meliputi analogi program dan flow chart.

Prinsip kerja dari alat ini adalah rangkaian pengatur pengisian air ini dapat mengatur cara kerja pompa air listrik untuk dapat bekerja secara otomatis dalam melakukan pengisian bak penampung air,Pengujian alat ini meliputi:elektroda pada saat menyentuh air,motor (Pompa Air) akan Off sedangkan besar tegangan elektroda yaitu 0,978 Volt, Pada saat elektroda tidak menyentuh air, motor (pompa Air) dalam kondisi On (melakukan pengisian) dengan tegangan elektroda sebesar 4,94 Volt.Tegangan pada relay pada saat alat / motor bekerja yaitu sebesar 0,042 Volt sedangkan pada saat alat / motor dalam keadaan off besar tegangan relay 4,95 Volt. Hal ini disebabkan karena alat ini direncanakan dengan kondisi aktif low. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk pengisian air sampai batas atas / penuh adalah 18,4 menit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat ALLAH SWT, Yang Maha Esa karena hanya dengan kasih –Nya sajalah saya mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.

Tidak lupa saya juga ucapkan terma kasih kepada:

1. Bapak DR,Ir.Abraham Lomi,MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir.Chirul Saleh,MT, selaku Kajor Elektro D-III ITN Malang.
3. Bapak Ir Eko Nurcahyo, selaku dosen pembimbing.
4. Bapak Ir.H.Taufik Hidayat,MT serta rekan-rekan Lab D-3 work shop ITN Malang.
5. Orang tua tercinta serta keluarga yang selalu mendukung.
6. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan ini.

Saya menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu saya sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak . Diakhir kata penulis laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 20 Maret 2007

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Pembahasan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Mikrokontroler AT 89S51	5
2.1.1 Pendahuluan	5
2.2.2 Arsitektur	6
2.2.3 Pin Deskripsi	8
2.2.4 Register Fungsi Khusus	14
2.2.5 Ram Internal	18
2.2. LCD Module M1632	24
2.3. Keypad	27

2.4. Transformator	28
2.5. Relay	31
2.6. Dioda Penyearah	35
2.7. Transistor	36
2.8. MCB	36
2.9. Unit Elektroda	39
2.10. Karakteristik Motor Pompa Air	33
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	42
3.1. Pendahuluan	42
3.2. Prinsip Kerja Alat	42
3.3. Perencanaan Perangkat Keras	42
3.3.1 Diagram Blok Rangkaian	42
3.3.2 Perencanaan Rangkaian Keypad	44
3.3.3 Perencanaan Rangkaian Unit Penampil LCD.....	45
3.3.4 Perencanaan Rangkaian Relay	47
3.3.5 Perencanaan Pengaman Motor	48
3.3.6 Perencanaan Rangkaian Utama Mikrokontroler	49
3.3.7 Perencanaan Rangkaian Reset.....	50
3.3.8 Perencanaan Elektroda	51
3.4. Perancangan Perangkat Lunak.....	52
3.4.1 Analogi Program	53
3.4.2 Diagram Alir.....	54

BAB IV HASIL PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA	55
4.1. Umum	55
4.2. Pengujian Rangkaian	56
4.2.1. Tujuan	56
4.2.2. Peralatan yang digunakan	56
4.3. Hasil Pengujian	56
4.3.1. Pengujian Rangkaian LCD	56
4.3.2. Pengujian Pemicuan Relay	57
4.3.3. Pengukuran Arus Motor	58
4.3.4. Pengukuran Elektroda	58
4.3.5. Pengujian Waktu Pengisian Air.....	60
BAB V PENUTUP	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2-1. Gambar Blok Diagram MK AT 89S51	6
2-2. Gambar Pin – pin MK AT 89S51	8
2-3. Gambar Rangkaian Power on reset	12
2-4. Gambar Rangkaian Kristal	13
2-5. Gambar Bit – bit Port	15
2-6. Gambar Diagram deteksi bit	16
2-7. Gambar Ilustrasi Pembagian ruang RAM	18
2-8. Gambar Rangkaian OP-AMP <i>Inverting</i> dengan Ei negatif dihubungkan pada input pembalik	21
2-9. Gambar Step – step yang terjadi pada pemindahan data 5 Hingga ke alamat 30 H hingga 34	23
2-10. Gambar LCD Module M1632.....	25
2-11. Gambar Keypad	28
2-12. Gambar Transformator	29
2-13. Gambar Kontruksi Relay Jenis Kontak Tukar	32
2-14. Gambar Relay Dua Kutub	33
2-15. Gambar Dimensi Relay Dua Kutub	34
2-16. Gambar Dimensi Soket Relay Dua Kutub	34
2-17. Gambar Simbol Dioda	36
2-18. Gambar Transistor PNP dan NPN	36
2-19. Gambar Diagram Arus Waktu MCB Type L, G, H	38

2-20. Gambar MCB	38
2-21. Gambar Bentuk dan Bagian Pompa Air	40
2-22. Gambar Pompa – pompa air DAB Model Aqua	40
2-23. Gambar Karakteristik Dari Pompa Air	41
2-24. Gambar Pengawatan Pada Pompa Air	41
3-1. Gambar Diagram Blok	43
3-2. Gambar Rangkaian Keypad Matrik 4 x 4	44
3-3. Gambar Rangkaian Penampil LCD	47
3-4. Gambar Rangkaian Relay	48
3-5. Gambar Rangkaian Utama MK AT 89S51	49
3-6. Gambar Reset MK AT 89S51	51
3-7. Gambar Rangkaian Koneksi Elektroda ke MK AT89S51	52
4-1. Gambar Panel Box	55
4-2. Gambar Pengujian Rangkaian LCD	56
4-3. Gambar Rangkaian Tegangan Relay Pada Saat Alat Kondisi Off	57
4-4. Gambar Rangkaian Tegangan Relay Pada Saat Alat Kondisi On	57
4-5. Gambar Pengukuran Arus Motor	58
4-6. Gambar Pengukuran Elektroda Pada saat Belum Menyentuh Air	58
4-7. Gambar Pengukuran Elektroda Pada Saat Menyentuh Air	59
4-8. Gambar Waktu Pengisian Air	60

DAFTAR TABEL

2-1. Fungsi – fungsi Alternative Port 1	9
2-2. Fungsi – fungsi Alternative Port 3	11
2-3. Definisi Pin LCD Modulc MI632	26
2-4. Perintah Dalam Pengaksesan LCD	26
3-1. LCD	46
4-1. Hasil Pengujian Tegangan Relay	57
4-2. Hasil Pengujian Tegangan Elektroda	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pompa air merupakan salah satu peralatan yang utama pada industri – industri besar, sebagai sarana penyediaan air untuk kebutuhan perusahaan. Karena apabila kebutuhan air mengandalkan sumber air dari Perusahaan Air Minum misalnya, tentu akan sangat beresiko sebab sewaktu – waktu dapat saja terjadi air tidak mengalir. Demikian pula penggunaan air di rumah tangga.

Jenis pompa air dewasa ini tersedia berbagai macam dari yang sederhana hingga yang dilengkapi dengan peralatan penunjang sehingga pompa air dapat bekerja secara otomatis.

Pompa air sederhana yang tidak bekerja secara otomatis, dapat dibuat dengan menambahkan rangkaian otomatis sehingga mempunyai nilai lebih. Rangkaian yang dimaksud adalah "*Panel Pompa Air Otomatis dengan Sistem Mikrokontroller AT89S51*".

Hal – hal yang merugikan dapat ditekan sekecil mungkin dengan penggunaan sistem *Mikrokontroller AT89S51* ini, sehingga didapatkan keuntungan – keuntungan antara lain adalah mempermudah kerja manusia yang awalnya secara manual menjadi otomatis, menghemat pemakaian air, energi listrik dan biaya listrik, menerapkan teknologi yang berkembang saat ini, dari segi keamanan dan keindahan penggunaan panel sangat bermanfaat.

Dengan menambahkan rangkaian ini untuk mengontrol pengisian air, maka pengawasan untuk penggunaannya akan lebih mudah karena secara otomatis rangkaian ini mampu menyalakan dan mematikan setiap saat sesuai dengan ketinggian air yang diinginkan.

Rangkaian ini menggunakan elektroda AC dimaksudkan untuk mencegah korosi elektrodanya terhadap air. Karena polaritas arus AC berubah – ubah yang dihasilkan oleh osilator akan mengalir pada elektroda sehingga korosi dapat dihindari.

Jika menggunakan elektroda DC maka akan terjadi pelarutan pada elektroda tersebut. Hal ini disebabkan karena elektroda DC mempunyai polaritas yang tetap dan berlawanan, sehingga elektroda yang diclupkan akan larut dalam waktu yang relatif lebih cepat.

Kelebihan lain dari penggunaan elektroda AC ini adalah tahan terhadap gangguan listrik yang tiba – tiba turun tegangan. Namun demikian perlu diperhatikan bahwa rangkaian ini tidak dapat bekerja jika air yang digunakan tidak mengandung elektrolit, misalnya garam – garam mineral. Karena tanpa adanya elektrolit arus tidak dapat mengalir dari elektroda satu ke elektroda yang lain.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang terdapat dalam latar belakang, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat alat panel pompa air otomatis dengan menggunakan mikrokontroller AT89S51.

2. Bagaimana merencanakan dan membuat alat tersebut agar hasilnya sesuai dengan yang kita inginkan.

1.3. Tujuan Pembahasan

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membuat suatu alat yang dapat mengatur cara kerja pengisian air dengan pompa air, baik dari jenis pompa air yang otomatis maupun tidak otomatis untuk dapat menaikkan air ke dalam suatu bak penampungan (tandon) yang letaknya di atas maupun yang di bawah dengan ketinggian air yang dapat dikontrol secara otomatis.

1.4. Batasan Masalah

Dalam perencanaan dan pembuatan alat ini agar pembahasan lebih akurat, maka perlu adanya pembatasan masalah yang meliputi :

1. Mikrokontroller AT89S51 sebagai kontrol utama dan tidak membahas bahasa C .
2. Pompa air yang dipakai merk DAB Aqua 108 C.
3. Alat bantu untuk kontrol yaitu Omron relay untuk tegangan DC.
4. Kapasitas ground tank (sumber) dan bak penampungan (tandon) adalah 270 m³.
5. Ukuran konstruksi tidak dibahas secara mendalam.

1.5. Metodologi Penulisan

Metodologi yang dipakai penulis dalam menyajikan dan menganalisa Tugas Akhir ini adalah :

“ Studi Literatur yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat “

1.6. Sistematika Pembahasan

BAB I : Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, sistematika penulisan.

BAB II : Teori Dasar

Bab ini menjelaskan teori tentang dasar teori dan karakteristik komponen utama yang digunakan dalam perancangan peralatan tersebut.

BAB III : Perencanaan dan Pembuatan Alat

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan panel pompa air otomatis dengan menggunakan sistem Mikrokontroler AT89S51..

BAB IV : Hasil Perencanaan, Pengujian, dan Analisa Alat

Membahas tentang hasil dari perencanaan alat, pengujian yang dilakukan terhadap alat yang dibuat, data hasil pengujian, dan juga analisisnya.

BAB V : Penutup

Berisi tentang kesimpulan dan keseluruhan tugas akhir yang telah dikerjakan dan saran

BAB II

LANDASAN TEORI

Pengatur pengisian air secara otomatis yang bekerja berdasarkan ketinggian air. Pada dasarnya menggunakan operasi – operasi logika sebagai komponen aktifnya. Disamping itu digunakan juga komponen – komponen yang lain sebagai komponen pendukung. Penerapan komponen – komponen yang digunakan dalam pembuatan alat ini dibahas secara ringkas sebagai berikut :

2.1. Mikrokontroler AT89S51

2.1.1. Pendahuluan

Mikrokontroler bisa dipandang sebagai sebuah mini komputer yang terintegrasi dalam sebuah chip. Didalam satu chip mikrokontroler sudah terdapat bagian-bagian seperti dalam sebuah komputer. Bagian-bagian itu antara lain ; ALU (*Arithmetic Logic Unit*), PC (*Program Counter*), SP (*Stack Pointer*), Register, ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Random Acces Memory*), Paralel I/O, Serial I/O, *Counter* dan sebuah rangkaian *Clock*.

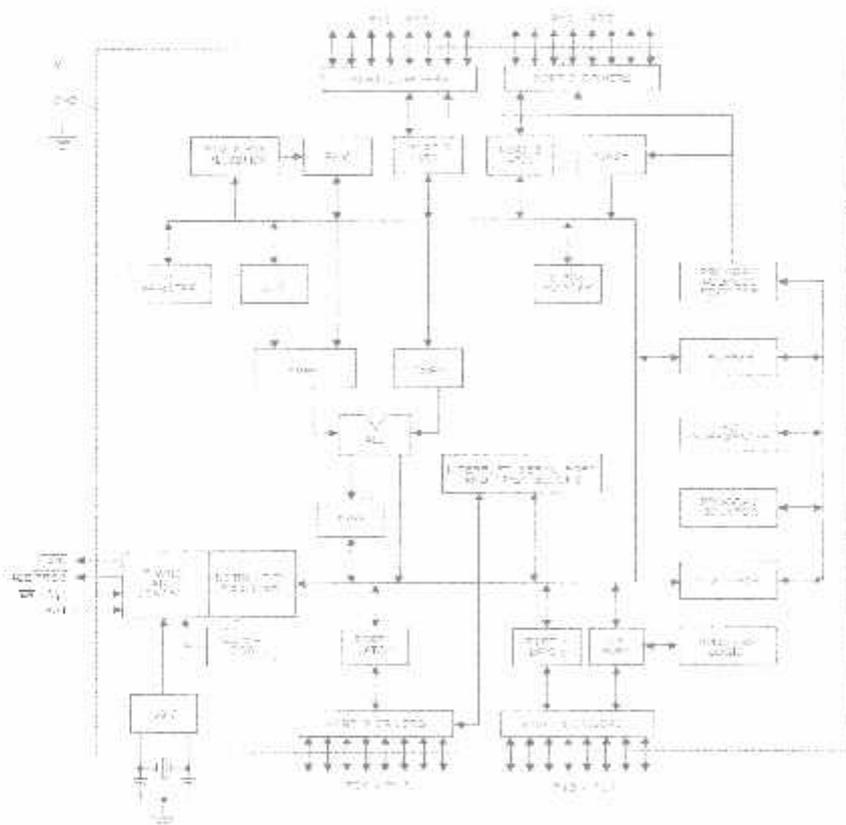
Seperti sebuah mikroprocessor, mikrokontroler adalah sebuah perangkat serbaguna, yang fungsi kerjanya dapat ditentukan melalui sebuah perangkat lunak yang mendeskripsikan sebuah sistem yang diinginkan.

Pada saat ini terdapat banyak keluarga mikrokontroler salah satunya adalah keluarga MCS51. Salah satu tipe mikrokontroler yang termasuk dalam keluarga MCS51 adalah A189S51 buatan Atmel.

AT89S51 adalah mikrokontroler keluaran atmel dengan 4K byte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), AT89S51 merupakan memori dengan teknologi nonvolatile memori, artinya isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berulang kali.

Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi (Perintah) berstandar MCS-51 code sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam mode *Single Chip Operation* (Mode Operasi Keping Tunggal) yang tidak memerlukan *Eksternal Memori* (Memori luar) untuk menyimpan source code tersebut.

2.1.2. Arsitektur AT89S51



Gambar 2.1.
Blok Diagram AT89S51
Data Sheet AT89S51, <http://www.atmel.com>

AT89S51 adalah mikrokontroler keluaran atmel dengan 4K byte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), AT89S51 merupakan memori dengan teknologi nonvolatile memori, artinya isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berulang kali

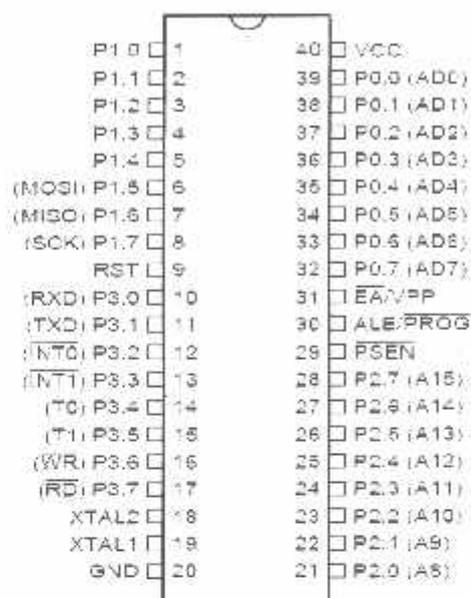
Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi (Perintah) berstandar MCS – 51 code sehingga memungkinkan mikrokontroler ini untuk bekerja dalam mode *Single Chip Operation* (Mode Operasi Keping Tunggal) yang tidak memerlukan *Eksternal Memori* (Memori luar) untuk menyimpan source code tersebut.

IC ATMEL AT89S51 menyediakan standart berikut:

- ⇒ 4K Bytes memori yang dapat diprogram ulang
- ⇒ 128 Bytes internal RAM
- ⇒ 32 jalur I/O (Input dan Output) yang dapat diprogram
- ⇒ Sepasang 16 bit Timer dan Counter
- ⇒ Dual data Pointer (DPTR)
- ⇒ Watchdog Timer
- ⇒ ISP Port
- ⇒ Mendukung serial Port secara penuh
- ⇒ Waktu Pemrograman yang singkat

Sebagai tambahan AT89S51 dirancang menggunakan logika yang statis untuk mode pengoperasian yang menuju ke frekwensi dasar dan pendukung terhadap dua Software, serta dapat memilih model Power Savingnya. Mode idle akan berhenti ketika CPU sedang menjalankan RAM, Timer/Counter, Serial Port dan Interrupt System untuk terus melanjutkan fungsinya. Model power down akan menyimpan isi dari RAM tapi akan

memberhentikan oscillator dan akan menghentikan semua chip lain yang sedang berfungsi sampai terdapat adanya gangguan dari luar atau hardware di reset.



Gambar 2.2.
Pin – Pin AT89S51¹

2.1.3. Pin Deskripsi

VCC : Power Supply

GND : Ground

Port 0 : Port 0 berfungsi sebagai 8 bit I/O bertipe *open drain bi-directional*.

Sebagai port keluaran masing – masing pin dapat menyerap arus sebesar 8 masukan TTL (sekitar 3,8 mA). Ketika diberikan logika ‘1’ pada pin port 0 ini maka pin – pin port 0 ini akan dapat digunakan sebagai inputan berimpedansi tinggi.

¹ Data Sheet AT89S51, <http://www.atmel.com>, hal 2

Port 0 juga dapat dikonfigurasi sebagai bus alamat/data selama proses pengaksesan data memori dan program eksternal. Jika digunakan dalam mode ini port 0 memiliki internal Pull Up.

Port 0 juga menerima kode – kode data yang diberikan padanya selama proses pemrograman dan memberikan kode – kode selama proses verifikasi program yang telah tersimpan didalam memori. Dalam hal ini dibutuhkan eksternal Pull Up selama proses verifikasi program.

Port 1 : Port 1 berfungsi sebagai 8 bit I/O Bi-directional yang dilengkapi dengan internal Pull Up. Ketika diberikan logika ‘1’ pin ini akan di Pull Up secara internal sehingga dapat digunakan sebagai input. Sebagai inputan jika pin – pin ini dihubungkan ke ground maka masing – masing pin ini dapat menghantarkan arus karena di Pull High secara internal. Port 1 juga menerima *Low Order Address Bytes* selama melakukan verifikasi program.

Pada port 1 di AT89S51 pin ini mempunyai alternatif seperti pada tabel berikut ini:

Port Pin	Alternate Funtions
P1.5	MOSI (Master Output Slave Input) [*]
P1.6	MISO (Master Input Slave Output) [*]
P1.7	SCK (Serial Clock) [*]

Tabel 2 – 1
Fungsi – Fungsi Alternative Port 1²

² *Data Sheet AT89S51*, <http://www.atmel.com>, hal 4

Port 2 berfungsi sebagai 8 bit I/O Bi-directional yang dilengkapi dengan internal Pull Up

Penyangga keluaran port 2 dapat memberikan atau menyerap arus empat masukan TTL (sekitar 1,6 mA)

Jika diberikan logika '1' pada pin – pin port 2, maka masing – masing pin akan di Pull High secara internal sehingga dapat digunakan sebagai inputan. Sebagai inputan jika pin – pin port 2 dihubungkan ke ground (di Pull Low), maka , masing – masing pin dapat menghantarkan arus karena di Pull High secara al.

Port 2 akan memberikan byte alamat bagian tinggi (High Byte) selama pengambilan instruksi dari memori program eksternal dan selama pengaksesan memori data eksternal yang menggunakan perintah dengan alamat 16 bit (misalkan **MOVX@DPTR**). Dalam aplikasi ini , jika ingin mengirimkan '1', maka digunakan Pull Up internal yang sudah disediakan. Selama pengaksesah memori data eksternal yang menggunakan perintah 8 bit (misalkan **MOVX@RI**), port 2 akan mengirimkan isi dari SFR P2 (*Special Function Register Port 2*). Port 2 juga menerima alamat bagian tinggi (High Order Address) selama pemrograman dan verifikasi memori.

Port 3 : Port 3 sebagai 8 bit I/O Bi-directional yang dilengkapi dengan Pull Up Internal. Penyangga keluaran port 3 dapat memberikan atau menyerap arus empat masukan TTL (sekitar 1,6 mA).

Jika diberikan logika '1' pada pin pin port 3, maka masing – masing pin akan di Pull High oleh Pull Up internal sehingga dapat digunakan sebagai inputan. Sebagai inputan, jika pin – pin port 3 dihubungkan ke ground,

maka masing – masing kaki akan memberikan arus karena di Pull High secara internal.

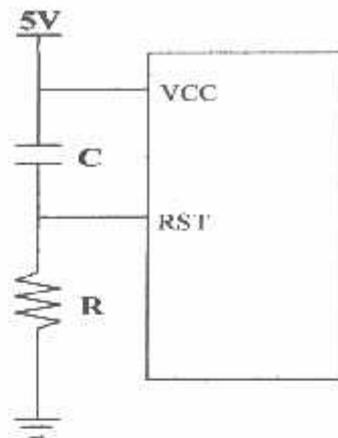
Seperti Port 1, port 3 juga mempunyai fungsi – fungsi alternatif yang diberikan oleh AT89S51 seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 2 – 2
Fungsi – Fungsi Alternatif Port 3³

Port Pin	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD (Serial Input Port)
P3.1	TXD (Serial Output Port)
P3.2	INT0 (Eksternal Interrupt 0)
P3.3	INT1 (Eksternal Interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 Eksternal Input)
P3.5	T1 (Timer 1 Eksternal Input)
P3.6	WR (Eksternal Data Memory Write Strobe)
P3.7	RD (Eksternal Data Memory Read Strobe)

Reset : Inputan Reset akan memberikan logika High '1' pada pin ini dengan jangka waktu yang ditentukan oleh lamanya pengosongan data muatan kapasitor. Jangka waktu minimal adalah 2 siklus mesin (24 periode frekwensi clock) ditambah waktu start On Osilator.

³ *Data Sheet AT89S51*, <http://www.atmel.com>, hal 5



Gambar 2.3.
Rangkaian Power On Reset⁴

ALE/PROG: Keluaran ALE (*Address Latch Enable*) menghasilkan pulsa – pulsa untuk menutup byte rendah (*Low Byte*) alamat selama mengakses memori eksternal. Pin ini juga berfungsi sebagai inputan pulsa program (*The Program Pulse Input*) atau $\overline{\text{PROG}}$ selama melakukan Flash Program. Pada operasi normal, ALE akan berpulsa dengan pewaktuan (*Timing*) atau pendetakan (*Clocking*) rangkaian eksternal. Sebagai catatan ada sebuah pulsa yang dilewati selama pengaksesan memori data eksternal. Jika dikehendaki operasi ALE dapat di nonaktifkan dengan cara mengatur bit 0 dari SFR (*Special Function Register*) lokasi 8Eh. Jika diberi logika '1' ALE hanya akan aktif selama menemui instruksi **MOVX** atau **MOVC**. Selain itu, pin ini secara perlahan akan di Pull High. Mematikan bit ALE tidak akan ada efeknya jika mikrokontroler mengeksekusi program secara eksternal.

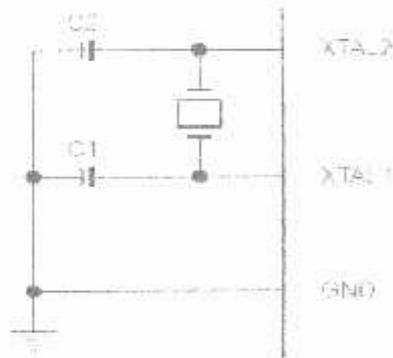
⁴ *Teknik Antarmuka dan Pemrograman, Mikrokontroler AT89C51, Paulus Andi Nalwan, PT. Elex Medla Komputindo, Jakarta, 2003 hal 27*

$\overline{\text{PSEN}}$: $\overline{\text{PSEN}}$ (*Program Store Enable*) merupakan sinyal baca untuk memori program eksternal. Ketika mikrokontroler AT89S51 menjalankan kode dari program eksternal, $\overline{\text{PSEN}}$ akan diaktifkan sebanyak 2 kali per siklusnya, kecuali dua aktivasi $\overline{\text{PSEN}}$ dilompati (Diabaikan) saat mengakses memori data eksternal.

$\overline{\text{EA/VPP}}$: $\overline{\text{EA/VPP}}$ (*External Access Enable*). $\overline{\text{EA}}$ harus selalu dihubungkan ke Ground karena digunakan untuk mengakses eksternal memori dengan lokasi 0000H sampai FFFFH. Catatan sekalipun bit '1' sudah terkunci dan terprogram, maka EA akan terkunci pada reset. EA juga harus dihubungkan ke Vcc untuk melakukan menjalankan program secara internal. Pada saat Flash Programming pin ini mendapatkan tegangan sebesar 12 Volt.

XTAL1 : Merupakan input ke penguat pembalik osilator dan ke rangkaian operasi Clock internal.

XTAL2 : Keluaran dari penguat pembalik osilator.



Gambar 2.4.
Rangkaian Cristal⁵

⁵ *Data Sheet AT89S51*, <http://www.atmel.com>, hal 11

Mikrokontroler AT89S51 memiliki rangkaian osilator internal dengan mengacu pada frekwensi referensi pada pin XTAL1 dan XTAL2.

2.1.4. Register Fungsi Khusus

AT89S51 mempunyai 21 *Special Function Registers* (Register Fungsi Khusus) yang terletak pada antara alamat 80H hingga FFH. Beberapa dari register – register ini juga bisa dialamati dengan pengalamatan bit sehingga dapat dioperasikan seperti yang ada pada RAM yang lokasinya dapat dialamati dengan pengalamatan bit.

⇒ Accumulator

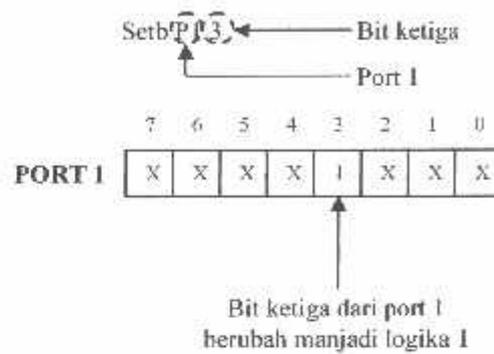
Register ini terletak pada alamat E0H. Hampir semua operasi aritmatik dan operasi logika selalu menggunakan register ini. Untuk proses pengambilan dan pengiriman data ke memori eksternal juga diperlukan register ini.

⇒ Port

89S51 mempunyai empat buah Port, yaitu Port 0, Port 1, Port 2 dan Port 3 yang terletak pada alamat 80H, 90H, A0H dan B0H. Namun, jika digunakan eksternal memori ataupun fungsi – fungsi special, seperti Eksternal Interrupt, Serial ataupun Eksternal Timer, Port 0, Port 2 dan Port 3 tidak dapat digunakan sebagai Port dengan fungsi umum.

Semua Port ini dapat diakses dengan pengalamatan secara bit sehingga dapat dilakukan perubahan output pada tiap – tiap pin dari port ini tanpa mempengaruhi port – port yang lainnya.

Sebagai contoh, jika dilakukan instruksi Setb P1.3, maka bit ketiga dari port 1 akan berkondisi high (5V) tanpa mempengaruhi bit – bit yang lain pada port ini.



Gambar 2.5.
Bit – Bit Port⁶

Seperti yang tampak pada gambar 2 - 5, bit ketiga dari port 1 terletak pada alamat 93H oleh karena itu instruksi Setb P1.3 dapat diganti dengan instruksi Setb 93H.

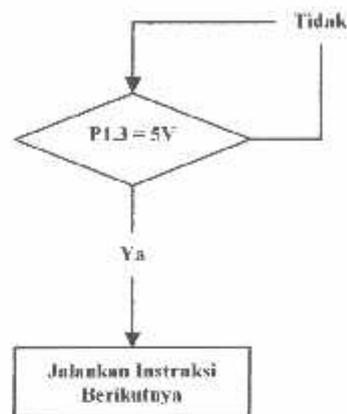
Port ini digunakan untuk menunggu sinyal yang dikirim oleh komponen lain yang merupakan sinyal positif (5V) misalnya, dengan instruksi berikut ini:

Selama kondisi pada port 1 pin ketiga masih low (0V), program akan terus melompat ke alamat yang ditunjukkan oleh label "tunggu" sehingga dapat diartikan bahwa program berhenti di alamat tersebut hingga terjadi sinyal positif (5V). Setelah sinyal positif (5V) muncul di bit ketiga dari port 1; program akan menuju ke alamat yang berikutnya:

⁶ *Teknik Antarmuka dan Pemrograman, Mikrokontroler AT89C51, Paulus Andi Nahwan, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003 hal 10*

Tunggu:

Inb P1.3, tunggu



Gambar 2.6.
Diagram Alir Deteksi Bit Ketiga Port 1⁷

⇒ Register B

Register B digunakan bersama accumulator untuk proses aritmatik selain dapat juga difungsikan sebagai register biasa. Register ini juga bersifat *Bit Addressable*.

⇒ Stack Pointer

Stack Pointer merupakan sebuah register 8 bit yang terletak di alamat 81H. Isi dari Stack Pointer ini merupakan alamat dari data yang disimpan di stack. Stack Pointer dapat diedit atau dibiarkan saja mengikuti standart sesudah terjadi reset. Jika Stack Pointer diisi data 5FH, area untuk proses penyimpanan dan pengambilan data dari dan ke stack adalah sebesar 32 byte, yaitu antara 60H hingga 7FH karena 89S51 mempunyai Internal RAM sebesar 128 byte.

⇒ Data Pointer Two Byte Register (DPTR)

⁷ *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*, Paulus Andi Nalwan, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003 hal 11

Data Pointer Two Byte Register atau DPTR merupakan register 16 bit dan terletak pada alamat 82H untuk DPL (Data Pointer Low) dan 83H untuk DPH (Data Pointer High). DPTR biasa digunakan untuk mengakses source code ataupun data yang terletak di memori eksternal.

Contoh:

```
MOV  A, #01h
MOV  DPTR, #2000H
MOVX @Dptr,A
```

Listing diatas berfungsi untuk menuliskan data 01H ke dalam alamat 2000H. Pertama, data 01H diisikan ke accumulator. Kemudian, DPTR yang berfungsi untuk menunjukan alamat penyimpanan data diisi dengan 2000H. terakhir, isi dari accumulator A disimpan ke lokasi memori yang ditunjukan oleh DPTR (*Indirect Addressing*).

⇒ Register Port Serial

AT89S51 mempunyai sebuah *on chip serial port* (serial port dalam keping) yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain yang menggunakan serial port juga seperti modem, shift register dan lain – lain.

Buffer (Penyangga) untuk proses pengiriman maupun pengambilan data terletak pada register SBUF, yaitu pada alamat 99H. Sedangkan untuk mengatur mode serial dapat dilakukan dengan mengubah isi dari SCON yang terletak pada alamat 98H.

Tabel 2 - 3
Definisi Pin LCD Modul M1632
 Sumber: Seiko Instrument Inc. 'LCD Module M1632'.

Pin No		Level	Keterangan
1	Vss		Power Supply
2	Vcc		
3	Vee		
4	RS		H: Data Input L: Instruction Input
5	R/W	H/L	H: read L: Write
6	E	H/L	H: Enable L: Disable
7	DB0	H/L	DATA BUS
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7		
15	V + BL	-	Back Light supply
16	V - BL		

Instruksi – instruksi untuk dapat mengakses LCD tipe M1632 dijelaskan pada tabel

berikut ini:

Tabel 2 - 4
Perintah Dalam Pengaksesan LCD
 Sumber: Seiko Instrument Inc. 'LCD Module M1632'.

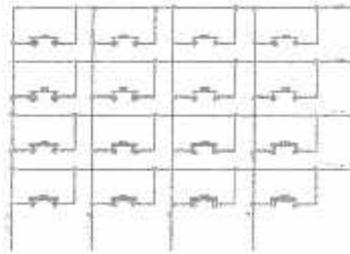
Instruksi	Code										Fungsi
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	
Display Clear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clear display dan kursor pada Add 0
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	Kursor ke Add 0
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Pemakaian Mode pada LCD
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Menset Tampilan display
Cursor/Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Gerakan kursor tanpa merubah DDRAM
Function Set	0	0	0	0	1	DL	1	X	X	X	Untuk menset lebar data yang akan digunakan
CG RAM Address set	0	0	0	1	ACG						Dugunakan untuk pengisian CGRAM
DD RAM Address set	0	0	1	ADD						Untuk pengisian DD Ram	

Tulis Data ke CG RAM	1	0	Data	Perintah Untuk penulisan data ke DD atau ke CG RAM
Baca Data dari CG atau DD RAM	1	1	Data	Perintah untuk membaca data dari CG atau DD Ram

ACG : CG RAM Adress B = 1 : Blink On
 ADD : DD RAM Adress B = 0 : Blink Off
 I/D : Increment S/C : Display Shift
 I/D : Decrement S/C : Cursor Movement
 S = 1 : Display Shift R/L = 1 : right Shift
 D = 1 : Display On R/L = 0 : Left shift
 D = 0 : Display Off DL = 1 : 8 Bit Data
 C = 1 : Cursor On DL = 0 : 4 Bit Data
 C = 0 : Cursor Off

2.3. keypad

Keypad digunakan sebagai sarana masukan data ke minimum sistem. Untuk rangkaian keypad digunakan IC key encoder jenis CMOS tipe MM79C922N. Dipilih IC jenis ini karena di dalamnya sudah memiliki beberapa kelengkapan, seperti misalnya rangkaian anti *debouncing* yang hanya memerlukan satu kapasitor eksternal. Rangkaian internal register akan mengingat tombol terakhir yang ditekan meskipun tombol sudah dilepas. IC jenis ini memiliki 4 bagian baris dan 4 bagian kolom, sehingga bisa dipakai sebagai keypad 4 x 4 karakter



Gambar 2.11. Keypad

2.4. Transformator

Transformator adalah alat yang dapat memindahkan energi listrik dari suatu rangkaian ke rangkaian lain. Dengan *transformator* tegangan AC dapat diubah menjadi tegangan DC. Setiap *transformator* atau disebut “*trafo*” tidak dapat digunakan pada rangkaian arus searah. Tegangan arus searah tidak dapat dinaikkan dengan *trafo*, karena tegangan arus searah tidak dapat menghasilkan tegangan induksi pada *trafo*.

Kumparan *primer* dihubungkan pada sumber tegangan yang mengakibatkan arus *primer* membentuk medan bolak-balik dalam inti besi. Menurut gejala induksi akan terjadi suatu tegangan induksi pada kumparan *sekunder*, yang juga merupakan tegangan bolak-balik. Tegangan yang di induksikan selalu berbanding lurus dengan banyaknya lilitan pada kumparan yang tegangannya diinduksikan, sehingga:

$$E_p : E_s = n_p : n_s \text{ atau } \frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana:

E_p = Tegangan pada kumparan *primer*

E_s = Tegangan pada kumparan *sekunder*

n_p = Jumlah lilitan pada kumparan *primer*

n_s = Jumlah lilitan pada kumparan *sekunder*

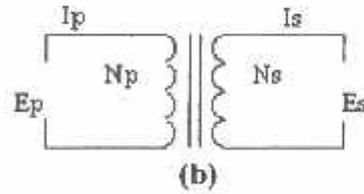
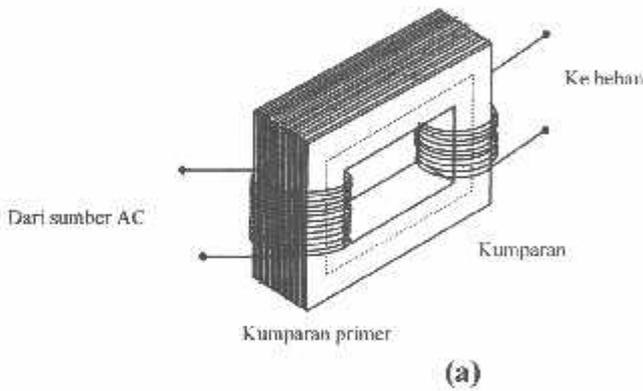
Jika lilitan *sekunder* dihubungkan pada suatu hambatan (beban) maka terjadilah arus *sekunder* I_s , sehingga:

$$N_p \cdot I_p = N_s \cdot I_s \text{ atau } \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana:

I_p = Arus pada kumparan *primer*

I_s = Arus pada kumparan *sekunder*



Gambar 2.12.
a. Bagian Transformator
b. Simbol Transformator

Sesuai dengan fungsinya *transformator* dapat dibedakan antara lain :

- *Step-Up Transformator*
- *Step-Down Transformator*
- *Trafo* dengan bermacam-macam tegangan *sekunder*
- *Trafo Kopling*

Seperti dijelaskan keberadaan *Step-Down transformator* diatas, maka *transformator* disini difungsikan sebagai penurun tegangan yang diperuntukkan untuk memberi tegangan pada komponen-komponen pengontrol.

Setiap *trafo* memiliki prinsip kerja yang sama yaitu:

- Arus bolak-bolak dalam lilitan *primer* membangkitkan *fluks* dalam intinya.
- Garis-garis gaya magnet memotong lilitan *primer* dan lilitan *sekunder*.
- Tegangan (*ggl*) *diinduksier* dalam lilitan *primer* dan *sekunder*.
- $E_p = 4,44 \cdot \emptyset \cdot N_p \cdot f \cdot 10^{-8}$; $E_s = 4,44 \cdot \emptyset \cdot N_s \cdot f \cdot 10^{-8}$ Volt.....(2.25)

Dimana :

E_p = tegangan yang *diinduksier* pada lilitan *primer*

E_s = tegangan yang *diinduksier* pada lilitan *sekunder*

\emptyset = fluks (garis-garis gaya magnet).....*Maxwell*

N_p = lilitan *primer*

N_s = lilitan *sekunder*

F = *frekuensi* *abb*.....*Hz*

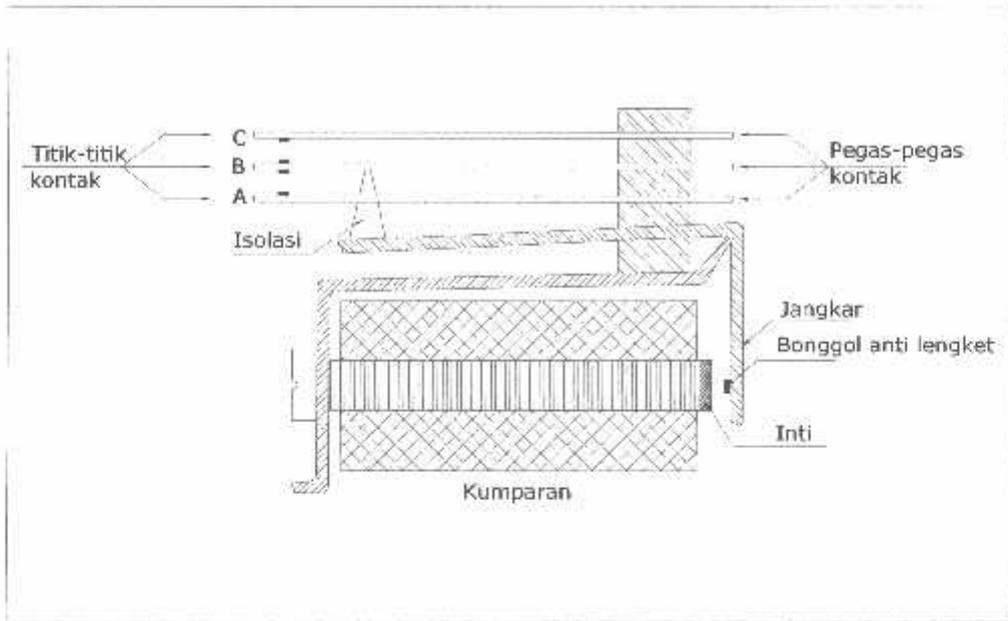
2.5. Relay

Pada dasarnya prinsip kerja relay sama dengan kontaktor, yang mana berfungsi untuk membuka dan menutup kontak listrik yang di control dengan prinsip kerja elektromagnetik. Kerja dari relay tersebut adalah apabila arus mengalir di dalam kumparan yang meliliti inti besi akan menjadi magnet, maka jangkar yang terdiri dari besi lunak akan tertarik dan bergerak menggelinding pada engsel (pivot).

Relay dapat menggulingkan kalau gaya magnet dapat mengarahkan gaya pegas yang mengalahkannya, maka kontak pun menutup. Besarnya gaya magnet ditentukan oleh kuat medan magnet pada celah udara antara jangkar dan inti besi, sedangkan kuat medan magnet tergantung pada jumlah lilitan kumparan dan kuat arus, kuat medan magnet ditetapkan juga oleh besar resistansi magnet dalam sirkuit kemagnetan. Kuat medan di celah udara akan semakin kuat bila letak jangkar semakin dekat dengan inti. Jarak jangkar dan inti dapat di atur dengan menyetel pencairan pegas.

Seperti halnya kontaktor, relay dapat menggerakkan beberapa kontak sekaligus hanya dengan suatu kumparan jangkar.

Ada dua jenis relay, yaitu : (1) relay yang bekerja dengan arus bolak – balik, dan (2) relay yang bekerja dengan arus searah. Jenis relay yang bekerja dengan arus bolak – balik tidak bisa bekerja pada alat – alat elektronik.



Gambar 2.13.

Konstruksi relay jenis kontak tukar

Pada gambar di atas bila kumparan dialiri arus listrik, maka akan timbul medan magnet pada lilitan tersebut. Karena adanya medan magnet ini inti besi menjadi magnet dan menarik jangkar, sehingga kontak antara A dan B putus (membuka), kontak antara B dan C menutup. Jenis relay ini dinamakan dengan *kontak tukar*.

Jenis lain adalah jenis relay dengan *kontak menutup* seperti ditunjukkan pada gambar 2.13.a. Jika relay diberi arus, kontak – kontaknya menutup. Gambar 2.13.b adalah relay dengan *kontak putus*, yaitu bila kumparan relay diberi arus maka kontak – kontaknya akan membuka (memutus). 2.13.c adalah relay *dua kutub (bi – polar)*. Relay ini mempunyai 2 kumparan dan 2 kondisi kerja. Bila relay tidak diberi arus, maka kontak B bebas, tidak menghubungkan kemana – mana. Kalau ada arus yang lewat pada kumparan I, kontak B menghubungkan kontak A. Kalau ada arus yang lewat pada gulungan II, maka B menghubungkan pada C.

Pada prinsipnya pengaman ini memberikan pengaman thermis maupun relay elektronik. Pengaman termis digunakan untuk melindungi beban lebih. Jika arus yang melewati MCB lebih besar dari arus nominal MCB maka arus akan menaikkan suhu penghantar sehingga bimetal akan saling lepas dan arus akan terputus. Pemutus secara termis berlangsung dengan kelambatan, dimana lamanya waktu pemutusan tergantung besar arusnya, sedang pengaman elektronik digunakan sebagai pelindung apabila terjadi hubungan singkat.

Berdasarkan waktu pemutusan, pengaman otomatis ini dibagi atas :

a. MCB type L (untuk hantaran)

Pada type ini pengaman thermisnya disesuaikan dengan meningkatnya suhu hantaran. Kalau terjadi beban lebih dan suhu hantarannya melebihi batas tertentu maka elemen dwilogamnya akan memutuskan arusnya.

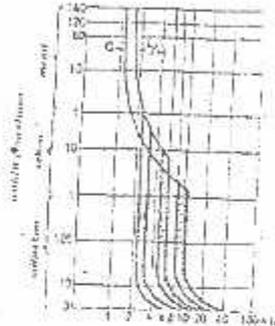
Kalau terjadi hubung singkat, arusnya diputuskan oleh pengaman elektromagnetiknya. Untuk arus bolak balik yang sama dengan $4 I_n$ sampai $6 I_n$, pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0,2 detik.

b. MCB type H (untuk instalasi rumah)

Pengaman thermis jenis sama dengan MCB type L, tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan dalam waktu 0,2 detik, jika arusnya sama dengan $2,5 I_n$ untuk arus bolak balik atau sama dengan $4 I_n$ untuk arus searah. Jenis MCB ini digunakan pada instalasi rumah dimana arus yang rendahpun harus diputuskan dengan cepat. Jadi kalau terjadi gangguan tanah, bagian-bagian yang terbuat logam tidak akan bertegangan.

c. MCB type G (untuk motor-motor listrik)

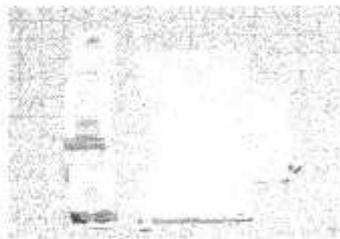
MCB jenis ini digunakan untuk mengamankan motor-motor listrik kecil untuk arus bolak-balik atau searah, alat- alat listrik dan juga rangkaian besar untuk penerangan, misalnya bengkel atau pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada 8 In sampai 11 In untuk arus bolak balik atau 14 IN untuk arus searah.



Gambar 2.19. Diagram Arus Waktu MCB Type L,G,H

Sumber : Laporan Tugas Akhir, Panel Pompa Air Otomatis dan Manual dengan Menggunakan WLC, Andyk Probo, 2006.

Sebagai pengganti pengaman lebih dapat digunakan sebagai pengaman otomatis, yang bekerja secara otomatis apabila arusnya melebihi nilai yang terdapat pada beban pengaman ini.



Gambar 2.20. Miniature Circuit Breaker

Sumber : Laporan Tugas Akhir, Panel Pompa Air Otomatis dan Manual dengan Menggunakan WLC, Andyk Probo, 2006.

2.9 Unit Elektroda

Unit ini difungsikan untuk memilih seberapa keinginan untuk meletakkan batas minimum dan batas maksimum air dalam suatu tangki atau bak penampung.

Misalnya diinginkan batas minimum 20% dan batas maksimum 100% maka ketika air menyentuh batas maksimum di tandon/sumber maka kontak relay akan bekerja.

2.10 Karakteristik Motor Pompa Air

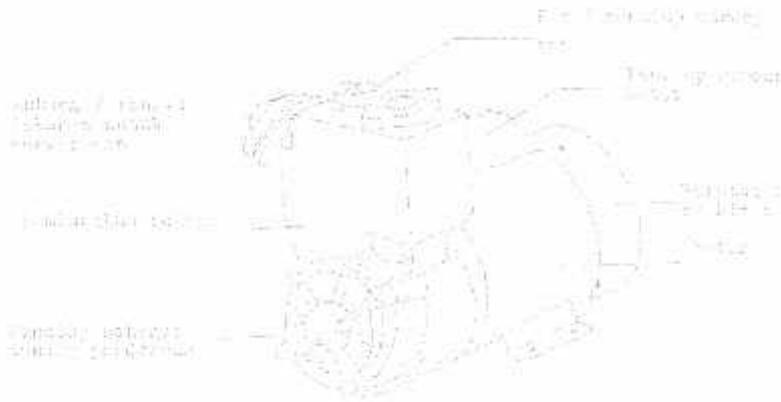
Pompa ini membutuhkan sedikit air yang akan terbuka oleh uap pada awal pengoperasian, pemberian air ini tanpa adanya kegagalan sebelum dilakukan awal pengoperasian.

Tabel 2.5.

Spesifikasi pompa air dari merk DAB model Aqua 108 C :

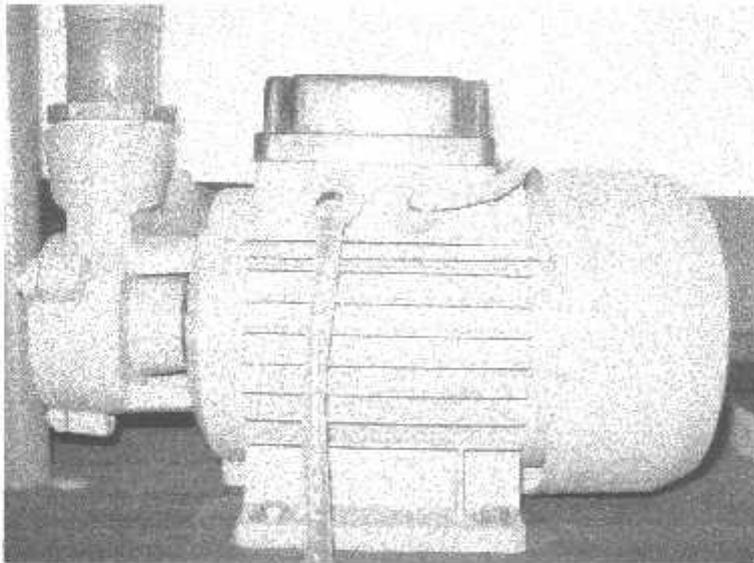
Max Cap	: 32 Ltr/M	Size	: 1" x 1"
Suct Head	: 9 Mtr	Output	: 90 Watt
Disc Head	: 15 Mtr	V/ Hz / Ph	: 220 / 50 / 1
Total Head	: 24 Mtr	Rpm	: 2850

Bagian – bagian dari pompa air antara lain sebagai berikut :



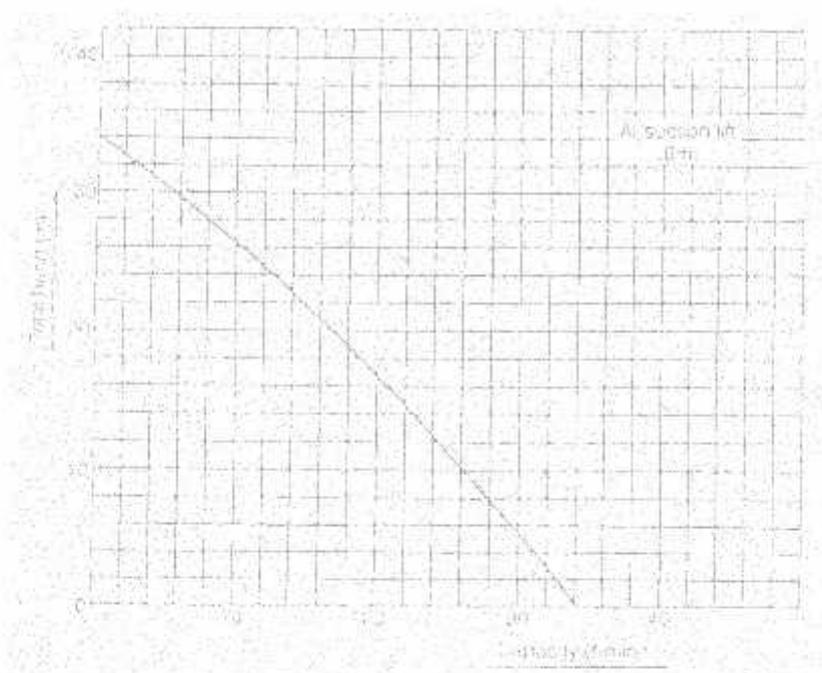
Gambar 2.21. Bentuk dan Bagian – bagian Pompa Air

Sumber : Laporan Tugas Akhir, Panel Pompa Air Otomatis dan Manual dengan Menggunakan WLC, Andyk Probo, 2006.

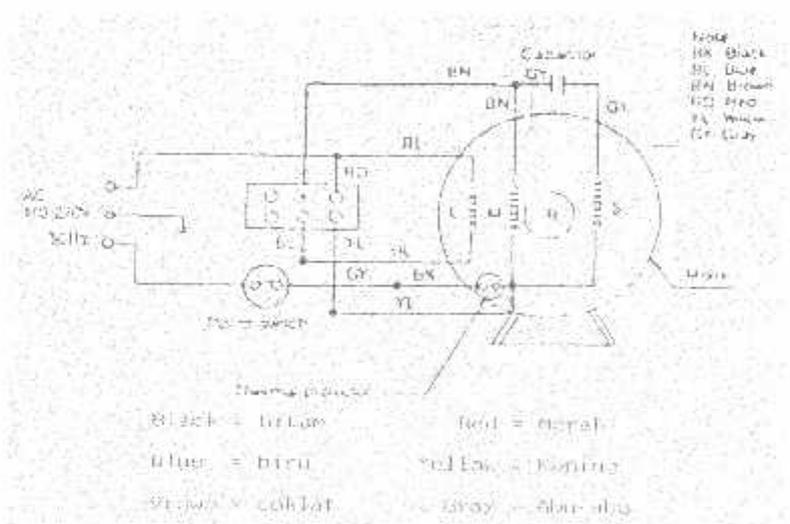


Gambar 2.22.

Pompa Air DAB Model Aqua Tampak dari Samping



Gambar 2.23. Gambar Karakteristik dari Pompa Air
 Sumber : Laporan Tugas Akhir, Panel Pompa Air Otomatis dan Manual dengan Menggunakan WLC, Andyk Probo, 2006.



Gambar 2.24. Gambar Pengawatan pada Pompa Air
 Sumber : Laporan Tugas Akhir, Panel Pompa Air Otomatis dan Manual dengan Menggunakan WLC, Andyk Probo, 2006.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan di bahas pembuatan seluruh perangkat yang ada pada alat ini, secara garis besar terdapat dua bagian perangkat yang ada, yaitu :

1. Perencanaan perangkat keras
2. Perencanaan perangkat lunak.

Pada perencanaan perangkat keras akan meliputi penjelasan dari perancangan digram blok system dan juga perencanaan minimum system mikrokontroller AT 89S51 beserta perihal yang digunakan, pada perencanaan perangkat akan meliputi penjelasan dari perangkat lunak yang digunakan pada minimum system mikrokontroller AT 89S51. Akan tetapi perangkat tersebut dalam kerjanya akan saling menunjang antara satu dengan yang lain.

3.2. Perinsip Kerja Rangkaian Lengkap

Rangkaian pengatur pengisian air ini dapat mengatur cara kerja pompa air listrik untuk dapat bekerja secara otomatis dalam proses pengisian air ke bak penampung air.

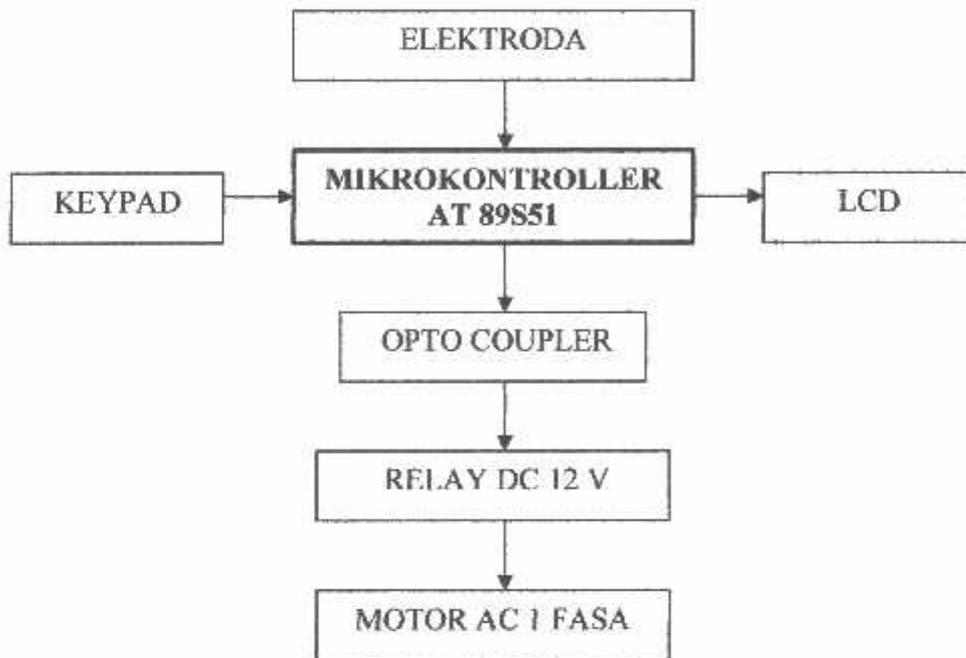
3.3 Perencanaan Perangkat Keras

3.3.1. Diagram Blok Rangkaian

Dalam tugas akhir ini perencanaan alat pompa air otomatis yang berbasis mikrokontroller AT 89S51 sebagai control utama dan menggunakan komponen lain sebagai komponen pendukung terdiri dari box panel, tombol keypad, elektroda, unit

penampil (LCD) serta driver motor motor dengan menggunakan Transistor TIP 32.

Adapun gambar diagram blok nya adalah sbb :



Gambar 3.1 Diagram Blok

Sumber: perancangan dan pembuatan alat

Prinsip kerja dari masing – masing blok digram adalah sebagai berikut :

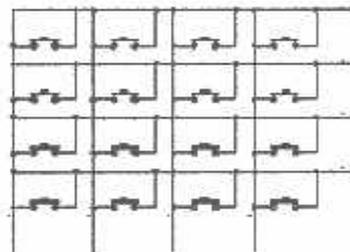
- Elektroda, digunakan sebagai pendeteksi volume air yang ada pada tandon dan sumber air.
- Opto Coupler, digunakan untuk memberi sinyal ke relay.
- Keypad, digunakan sebagai tombol start dan stop pada alat.
- LCD, digunakan sebagai tampilan menu yang ada pada alat.

- Mikrokontroler, berfungsi sebagai pengendali jalannya alat pompa air otomatis. Dimana mikrokontroler akan memproses sinyal – sinyal masukan baik dari elektroda maupun dari keypad. Serta mengendalikan keluaran berupa jalannya alat dan tampilan pada LCD.
- Relay, digunakan untuk mengoperasikan pompa air.

3.3.2 Perencanaan Rangkaian Keypad

Keypad digunakan sebagai masukan data referensi dan mengubah data yang diinginkan. Data tersebut dirubah dalam bentuk kode biner oleh rangkaian keypad. Keypad yang dipakai yaitu berukuran 4 x 4 (4 bagian kolom dan 4 bagian baris) yang terdiri dari tombol COR sebagai tampilan menu pilihan, tombol 1 untuk *starting* motor dan tombol 2 untuk *stoping* motor.

Gambar di bawah ini memperlihatkan suatu keypad matriks 4x4 dengan sebagai berikut



Gambar 3.2 Rangkaian Keypad Matrik 4 x 4
Sumber : Perencanaan system 89S51

3.3.3 Perencanaan Rangkaian Unit Penampil (LCD)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah papan informasi / tampilan atau biasa disebut Display. Dengan konsumsi daya yang rendah yang disusun dari dot matrik dan dikontrol oleh internal ROM / RAM generator karakter dan RAM data display.

Semua fungsi display dikontrol dengan instruksi dan LCD dapat dengan mudah diinterfacekan dengan MCU / MPU.

Karakteristik dari LCD dot matrik yang digunakan adalah sebagai berikut :

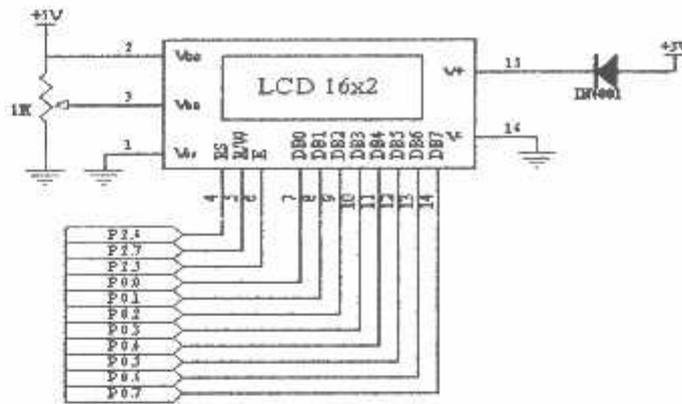
- 16 x 2 karakter dengan 5 x 7 dot matrik + kursor.
- ROM generator karakter dengan 192 tipe karakter.
- RAM generator karakter – karakter dengan 8 tipe karakter (untuk program write).
- 80 x 8 bit RAM data display.
- Dapat di interfacekan dengan kemungkinan MPU 4 bit atau 8 bit.
- RAM data atau RAM generator karakter yang dapat dibaca oleh MPU.
- + 5 Volt single power supplay.
- Power On Reset.
- Rangkaian temperature operasi 0°c sampai dengan 50°c.
- Beberapa fungsi instruksi yaitu display clear, cursor home, display ON/OFF, cursor ON/OFF, display blink, cursor shift, dan display shift.

Display LCD mempunyai 16 terminal yang masing masing mempunyai fungsi sebagai berikut :

NO	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION	
1	V _{ss}	-		0 V (GND)
2	V _{cc}	-		5 V ±10%
3	V _{cc}	-		For LCD Drive
4	RC	H/L	H : Data Input	L : Instruction Input
5	R/W	H/L	H : Read	L : Write
6	E	H	Enable signal	
7	DB0	H/L	Data bus	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		
10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L		
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		
15	V+BL	-	Back light Supply	4 – 4.2 V
16	V-BL	-		50 – 200 mA 0 V (GND)

Tabel 3.1. LCD
Sumber: perencanaan Sistem 89S51

LCD ini dapat menampilkan karakter yang ada pada ROM generator karakter, yang sudah berisi 190 jenis karakter, dengan cara memberikan kode generator. Untuk tiap – tiap karakter yang diinginkan pada bus data dan dengan menggunakan sinyal kontrol E, RS, R/W, dapat diatur berbagai program yang diberikan pada LCD dot matrik.



Gambar 3.3. Rangkaian Penampil (LCD)
Sumber: perencanaan Sistem 89S51

3.3.4 Perencanaan Rangkaian Relay

Rangkaian relay motor AC pada alat ini menggunakan transistor TIP 32 yang mampu menghidupkan dan mematikan relay dengan tegangan maksimal 12 volt dengan tahanan 98 Ohm (*Referensi relay*), jadi dapat diketahui arus pada relay yaitu sebesar :

Diketahui : V relay = 12 Volt

R relay = 98 Ohm

Ditanyakan : I =A?

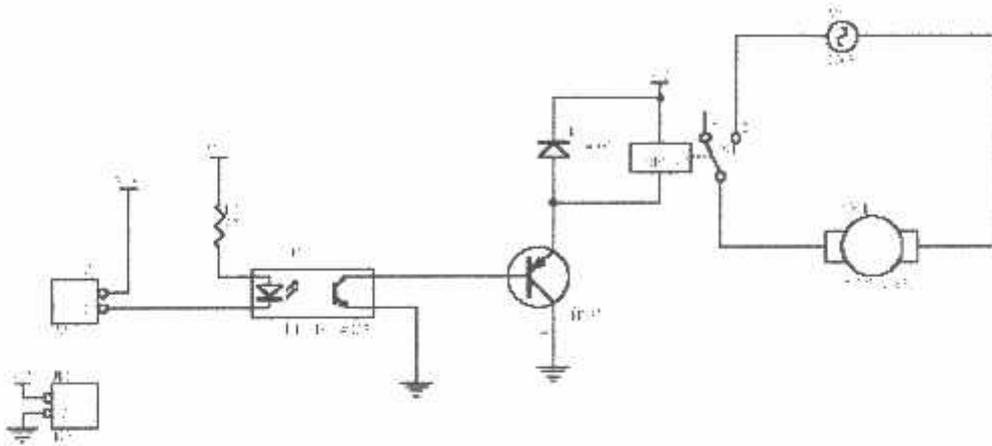
Jawab : $V = I \times R$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{12 \text{ volt}}{98 \text{ Ohm}}$$

$$= 0.122 \text{ A}$$

Dengan adanya arus relay sebesar 0.122 A maka transistor TIP 32 dapat menggerakkan relay tersebut karena transistor TIP 32 memiliki arus maksimum sebesar 3 A, hal ini sesuai dengan data sheet transistor TIP 32.



Gambar 3.4 Rangkaian Relay
Sumber: perancangan dan pembuatan alat

3.3.5 Pengaman Motor / MCB (*Mini Circuit Breaker*)

Motor yang dipakai pada alat ini adalah motor satu fasa merk DAB model Aqua

108 C dengan spesifikasi sebagai berikut :

Max Cap	: 32 Ltr/M	Size	: 1" x 1"
Suct Head	: 9 Mtr	Output	: 90 Watt
Disc Head	: 15 Mtr	V/ Hz / Ph	: 220 / 50 / 1
Total Head	: 24 Mtr	Rpm	: 2850

MCB yang digunakan berkapasitas 2 ampere. Dari *name plate* yang tertera pada motor dapat dihitung arus yang mengalir pada motor, yaitu dengan menggunakan rumus :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Sumber :Zuhdi, DASAR TEKNIK TENAGA LISTRIK DAN ELEKTRONIKA DAYA, Gramedia, 1995.

Maka, arus yang mengalir pada motor adalah :

Diketahui : Daya motor (P) = 90 Watt

Tegangan motor (V) = 220 Volt

Ditanya : Arus motor (I) =Ampere

Jawab : $P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$

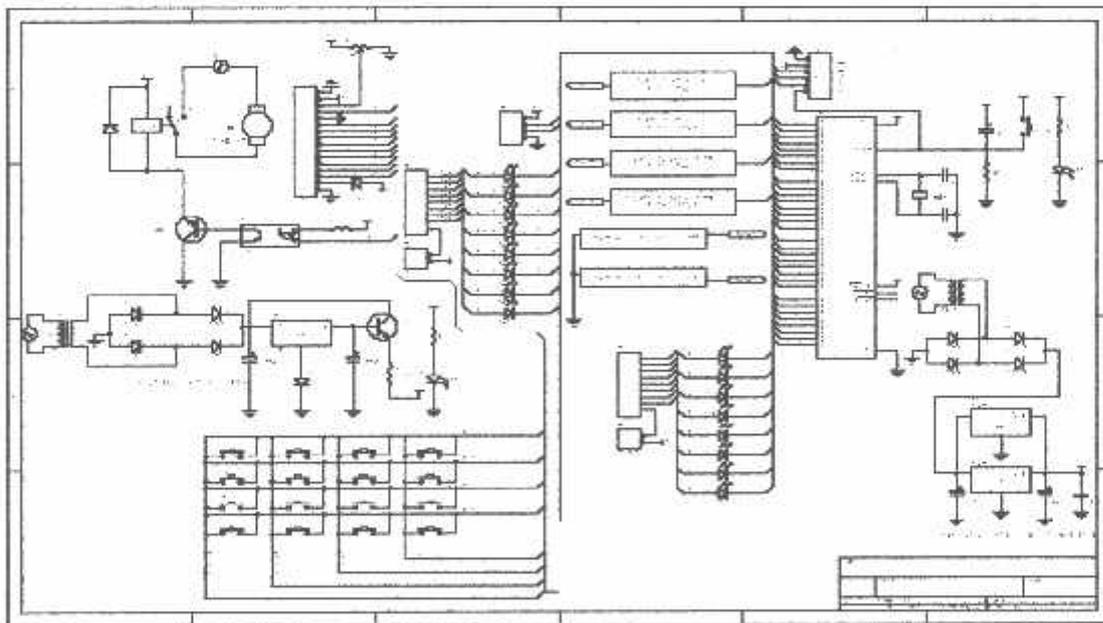
$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

$$= \frac{90}{220 \cdot 0.3}$$

$$= 1.36 \quad (\cos \varphi 0.3 \text{ diperoleh dari hasil perhitungan})$$

Karena arus pada motor hanya $\pm 1.36 \text{ A}$, maka MCB yang digunakan cukup dengan MCB dengan kapasitas 2 Ampere.

3.3.6 Perencanaan Rangkaian Utama Mikrokontroler AT89S51



Gambar 3.5 Rangkaian Utama Mikrokontroler AT 89S51

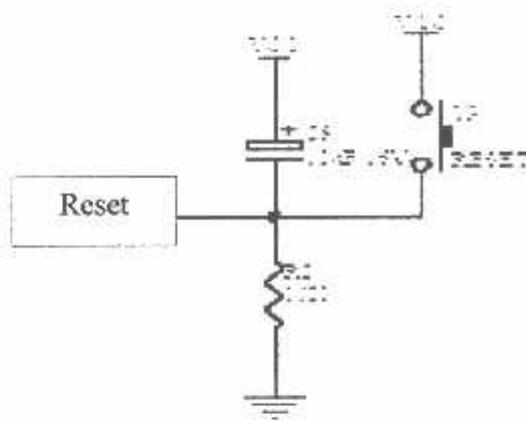
Sumber : Perencanaan system 89S51

Rangkaian tergeritas IC (Integrated Circuit) mikrokontroller AT89S51 mempunyai 40 penyemat. Penyemat X1 dan X2 dihubungkan dengan kristal yang berfungsi sebagai pembentuk sebuah osilator bagi mikrokontroller. Kristal 12MHZ ini didukung dengan dua kapasitor kramik C1 dan C2 yang nilainya 33pF. Apabila terjadi beda pontensial pada dua kapasitor tersebut kristal akan berisolasi. Pulsa yang keluar adala gigi gergaji sehingga akan dikuatkan oleh rangkaian internal mikrokontroller sehingga akan beruba pulsa clock. Untuk pembagian dan frekuensi dari internal mikrokontroller itu sendiri diinisialisasi dengan program.

Penyemat reset dihubungkan dengan saklar yang digunakan untuk mereset system mikrokontroller. Karena kaki reset ini aktif berlogika tinggi maka diperlukan resistor R1 yang nilainya 10 k yang dihubungkan dengan tegangan 0 volt untuk memastikan penyemat berlogika rendah saat system ini bekerja. Kapasitor C1 10 berfungsi untuk meredam adanya pelentingan akibat penekanan saklar *Reset*.

3.3.7 Prencanaan Rangkaian Reset

Penyemat *reset* dihubungkan dengan saklar yang digunakan untuk mereset system mikrokontroller. Karena kaki *reset* ini aktif berlogika tinggi maka diperlukan resistor R1 yang nilainya 10 K Ω yang dihubungkan dengan tegangan 0 volt untuk memastikan penyemat *reset* berlogika rendah saat sisem ini bekerja. Kapasitor C1 = 10 μ F berfungsi untuk meredam adanya percikan bunga api akibat penekanan saklar reset.



Gambar 3.6 Rangkaian Reset Mikrokontroller AT 89S51
Sumber : Perencanaan system 89S51

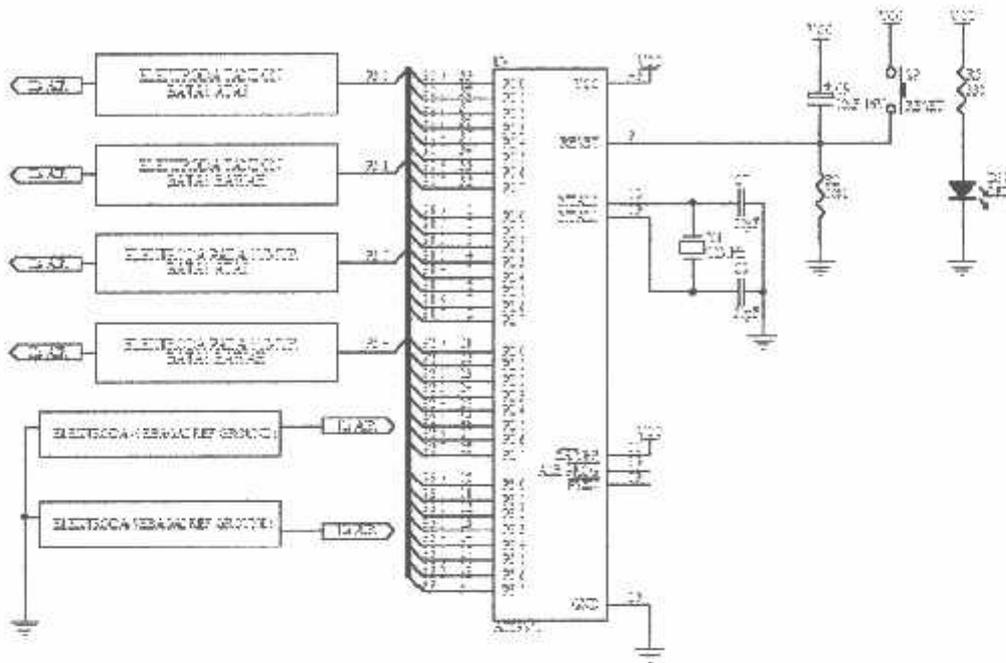
3.3.8 Perencanaan Elektroda

Unit ini difungsikan untuk memilih seberapa keinginan untuk meletakkan batas minimum dan batas maksimum air dalam suatu tangki atau bak penampung.

Adapun prinsip kerja dari elektroda pada alat ini adalah sebagai berikut :

- Ada 6 buah elektroda pada alat ini, 2 elektroda dipasang pada tandon sumber air sebagai batas minimum dan maksimum, 2 elektroda dipasang pada tandon penampung air juga sebagai batas minimum dan maksimum dan 2 elektroda yang lain digunakan sebagai ground.
- Elektroda pada tandon sumber dan tandon penampung air berfungsi sebagai pendeteksi air, apabila pada tandon sumber, air menyentuh elektroda batas maksimum maka pompa akan bekerja mengisi tandon penampung air sampai air menyentuh elektroda batas maksimum tandon penampung air. Dengan kata lain apabila elektroda batas minimum dari tandon penampung air tidak menyentuh air maka pompa akan bekerja

mengisi tandon penampung air sampai air menyentuh elektroda batas maksimum tandon penampung air



Gambar 3.7 Perencanaan Rangkaian Koneksi Elektroda ke MK AT 89S51

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam merancang sebuah program yang mempunyai struktur yang baik, biasanya diawali dengan pembuatan *flowchart* (Diagram Alir). Diagram alir digunakan untuk menggambarkan terlebih dahulu mengenai apa yang harus dikerjakan sebelum mulai merancang program. Setelah proses selesai dijalankan, hasil dari proses diperiksa.

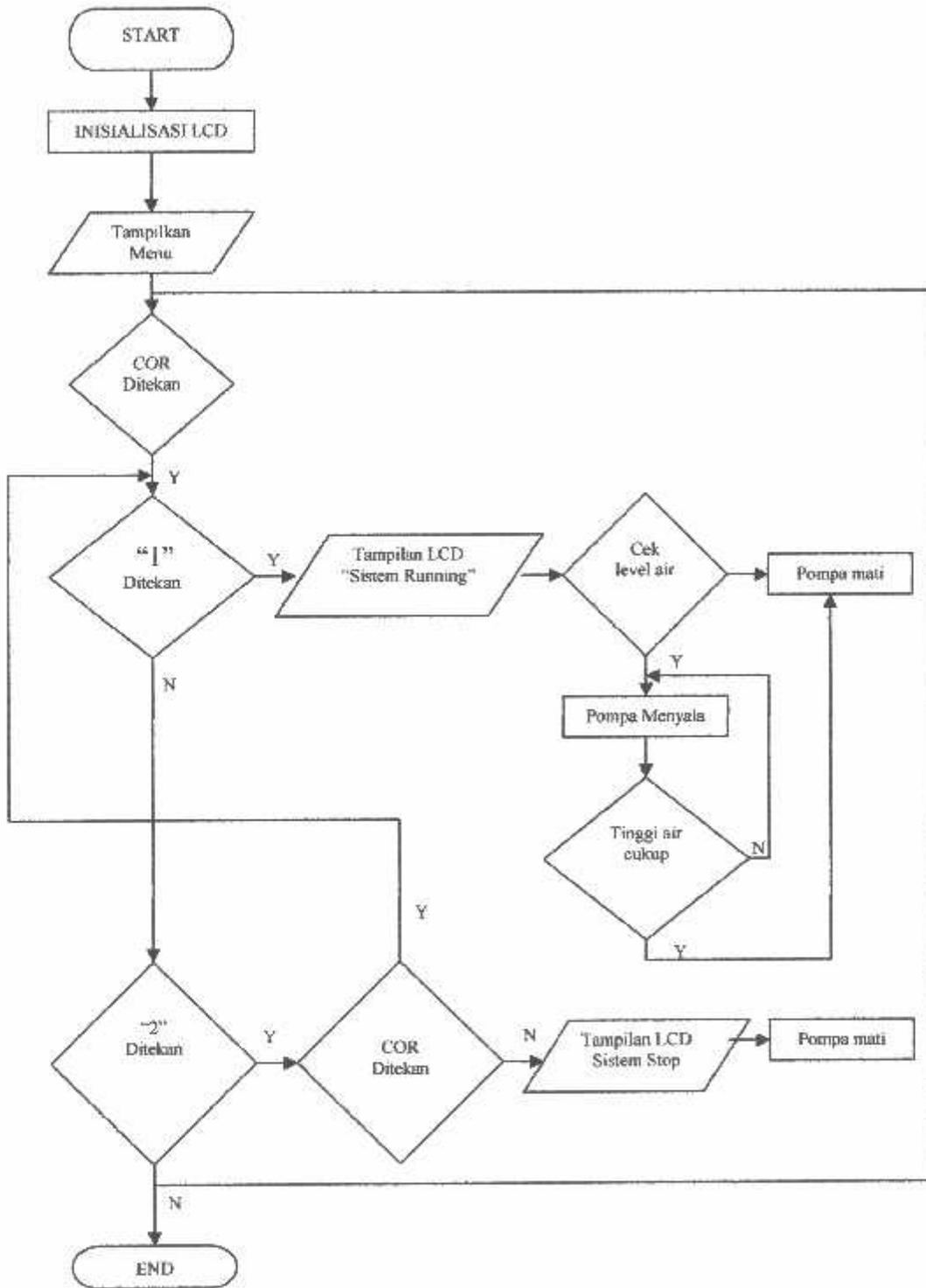
Jika hasil proses X, jalankan program X, namun jika hasilnya proses bukan X, maka proses Y yang dijalankan.

3.4.1 Analogi Program

Program yang akan dibuat nantinya, mempunyai analogi sbb:

- Menentukan port yang digunakan dan fungsinya atau inisialisasinya.
- Menentukan subroutine yang akan akan dilaksanakan berdasarkan hasil deteksi sensor atau inputan.

3.4.2 Diagram Alir



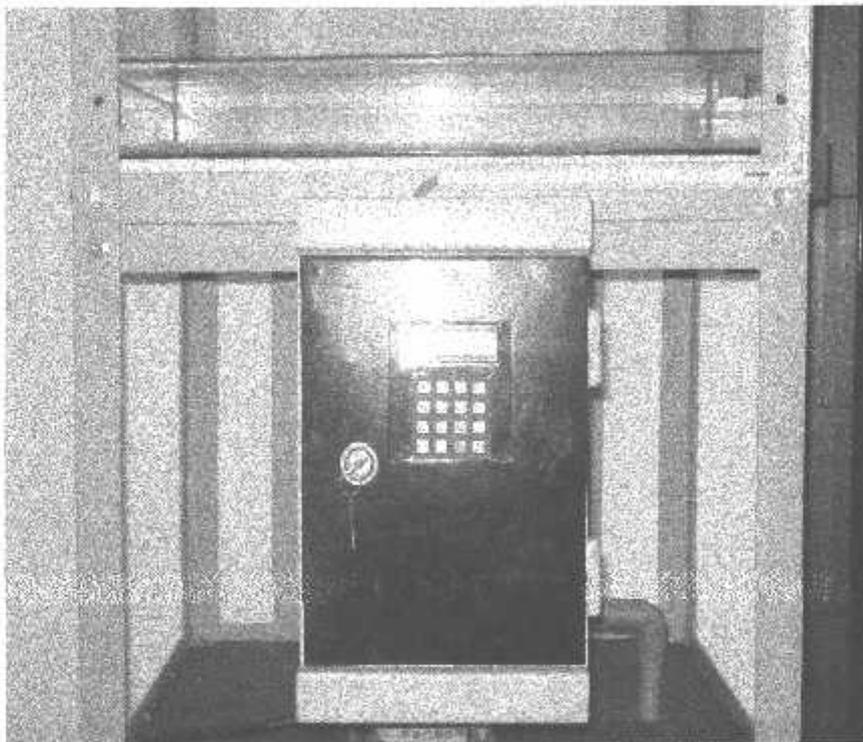
BAB IV

HASIL PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA

4.1. Umum

Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari keseluruhan system rangkaian. Jadi pada tahap ini akan kita ketahui nilai – nilai serta parameter-parameter dari setiap bagian yang menyusun system secara keseluruhan.

Gambar Alat



Gambar 4.1 Gambar Panel Box

4.2 Pengujian Rangkaian

4.2.1 Tujuan

Mengetahui nilai – nilai dan parameter – parameter dari rangkaian.

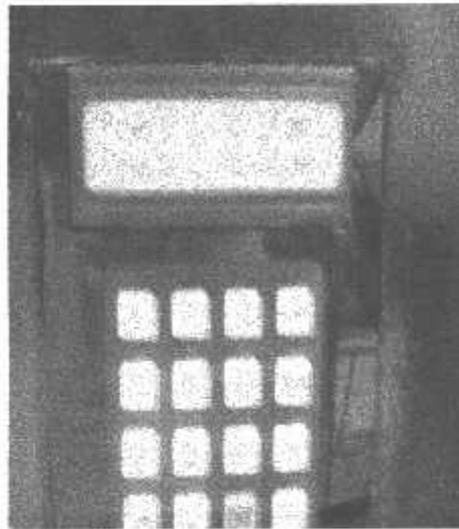
4.2.2 Peralatan yang dibutuhkan

- AVO meter digital
- Tang Ampere
- Stop Watch
- Kamera digital

4.3 Hasil Pengujian dan Analisa

4.3.1 Pengujian Rangkaian LCD

Dalam pengujian rangkaian LCD ini memiliki tujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan huruf dan angka pada layar LCD.



Gambar 4.2. Pengujian Rangkaian LCD

Dari gambar pengujian rangkaian LCD di atas terlihat bahwa LCD dapat menampilkan tulisan dengan baik.

4.3.2 Pengujian Pemicuan Relay

Dalam pengujian relay ini bertujuan untuk mengetahui tegangan relay pada saat sebelum dan setelah kondisi bekerja.

Besarnya Tegangan pada Relay (Volt)	
Alat Kondisi Off	Alat Kondisi On
4.95 Volt	0.042 Volt

Tabel 4.1 Tegangan Relay

Analisa Pengujian : Berdasarkan hasil pengukuran diatas menunjukkan bahwa tegangan relay lebih besar pada saat alat kondisi off. Hal ini dikarenakan mikrokontroler sebagai system control utama kondisi aktif low.



Gambar 4.3 Pengukuran Tegangan Relay pada saat Alat Kondisi Off



Gambar 4.4 Pengukuran Tegangan Relay pada saat Alat Kondisi On

4.3.3 Pengukuran Arus Motor



Gambar 4.5 Pengukuran Arus Motor

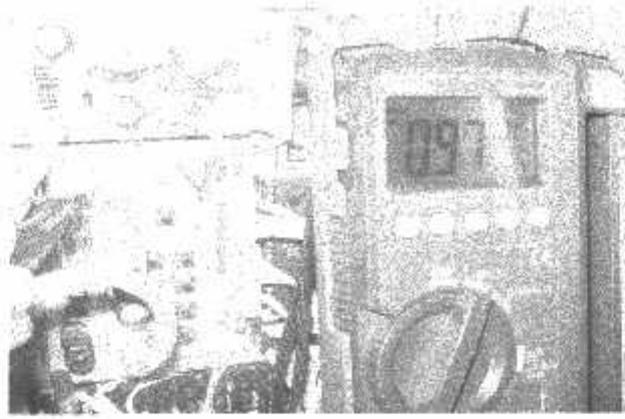
Analisa Pengujian : Dari pengukuran arus motor diatas menunjukkan bahwa arus motor pada saat motor tersebut aktif adalah 1.4 Ampere. Hal ini menunjukkan bahwa motor bekerja dengan baik.

4.3.4 Pengukuran Elektroda

Pengukuran Elektroda ini bertujuan untuk mengetahui tegangan elektroda pada saat sebelum dan sesudah menyentuh air.



Gambar 4.6 Pengukuran Elektroda pada saat belum menyentuh air



Gambar 4.7 Pengukuran Elektroda pada saat menyentuh air

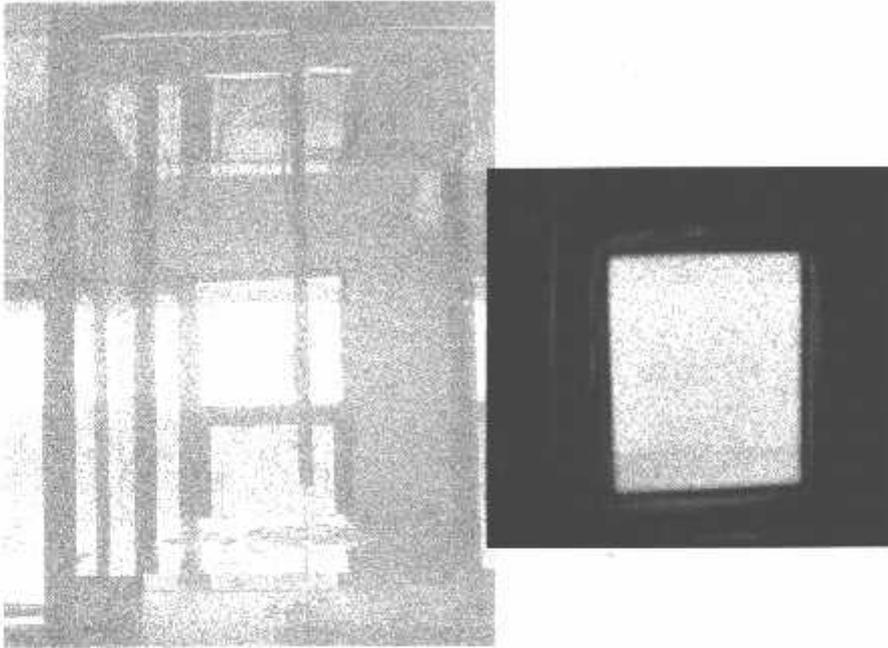
Besar Tegangan Elektroda (Volt)	
Pada saat menyentuh air	Pada saat belum menyentuh air
0.978 Volt	4.94 Volt

Tabel 4.2 Tegangan Elektroda

Analisa Pengujian : Berdasarkan hasil pengukuran elektroda diatas menunjukkan bahwa tegangan elektroda lebih kecil pada saat elektroda menyentuh air. Hal ini disebabkan karena pada saat menyentuh air motor tidak bekerja atau alat dalam kondisi off.

4.3.5 Pengujian Waktu Pengisian air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lamanya pengisian air dari sumber ke bak penampung air.



Gambar 4.8 Waktu Pengisian Air

Analisa Pengujian : Berdasarkan hasil pengukuran elektroda diatas menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk pengisian air ke bak penampungan air adalah 18.04 menit.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Pada saat elektroda menyentuh air, motor (Pompa Air) akan Off sedangkan besar tegangan elektroda yaitu 0.978 Volt, Pada saat elektroda tidak terkena air, motor (Pompa air) dalam kondisi On (melakukan pengisian) dengan tegangan elektroda sebesar 4,94 Volt.
2. Tegangan pada relay pada saat alat/ motor bekerja yaitu sebesar 0.042 Volt sedangkan pada saat alat / motor dalam keadaan off besar tegangan relay 4.95 Volt. Hal ini disebabkan karena alat ini direncanakan dengan kondisi aktif *low*, Waktu yang dibutuhkan untuk pengisian air sampai batas/penuh adalah 18,4 menit.

5.2. Saran – saran

1. Agar pompa air dapat bekerja secara tepat terhadap perubahan level ketinggian air pada elektroda batas atas, batas tengah, dan batas bawah, maka perlu diperhatikan jarak antara masing – masing elektroda.
2. Alat ini bisa dikembangkan lagi jumlah batas ketinggiannya untuk keperluan ketinggian air yang lebih presisi, dan juga bisa dikurangi sesuai dengan kebutuhan.
3. Untuk penggunaan pompa air yang mempunyai daya besar, perlu diperhatikan kemampuan daya maksimal relay yang digunakan. Semakin besar daya pompa air yang digunakan, maka daya relay yang digunakan juga harus besar.
4. Dalam pemilihan besarnya kapasitas peralatan kendali ini perlu diperhatikan mengenai arus nominalnya (In motor).
5. Adapun Tugas Akhir ini yang dibuat hanyalah simulasi saja. Jadi bila ingin membuat peralatan pompa air secara otomatis yang sesungguhnya diperlukan peralatan dengan beban dan kapasitas yang besar.

DAFTAR ACUAN

1. Zuhail, 1995. DASAR TEKNIK TENAGA LISTRIK DAN ELEKTRONIKA DAYA, Gramedia.
 2. Abdul Manaf, Drs.1999. DESAIN INSTALASI LISTRIK SEMESTER II, Politeknik Malang, Malang.
 3. Utomo, 1979. ALAT PENGANGKAT DAN POMPA UTAMA, Pradnya Paramita.
 4. <http://www.atmel.com>
 5. Albert Paul Malvino, Hanapi Gunawan, 1990. Prinsip-prinsip Elektronika, Erlangga, Jakarta.
 6. Andyk Probo, 2006. Tugas Akhir, Perencanaan dan Pembuatan Alat Pompa Air Otomatis dengan Menggunakan WLC.
-



LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

NAMA : Harun Mawadat
NIM : 02.52.020
Masa Bimbingan : 28 Juni 2006 – 15 Juni 2007
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Pembuatan Panel Pompa Air Otomatis
Dengan Menggunakan MK AT 89S51

No.	Tanggal	Materi	Paraf
1.	10-07-2006	Konsultasi Bab I, II dan III	
2.	27-07-2006	Revisi bab II tambah nama komponen dan gambar alat	
3.	12-11-2006	Revisi bab III tambah perhitungan dan gambar rangkaian	
4.	9-12-2006	ACC bab II, III	
5.	6-01-2007	Konsultasi bab IV dan V	
6.	8-02-2007	ACC bab IV, V	
7.	10-03-2007	ACC Alat	

Malang, - - 2007
Dosen Pembimbing

Tr. Eko Nurcahyo
NIP/P 1028700172



**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Harun Mawdat.S
NIM : 02.52.020
JURUSAN : T.ELEKTRO D III
KONSENTRASI : T.ENERGI LISTRIK
Judul TA : Perancangan Dan Pembuatan Panel Pompa Air Otomatis
Dengan Menggunakan Mikrokontroller AT89S51

Di Pertahankan Di Hadapan Team Penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma (D III)

Pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 22 Maret 2007

Dengan Nilai : 74 ⁶

Panitia Ujian tugas Akhir



(Ir. Mochtar Ansori, MSME)

Sekretaris

(Ir. H. Choirul Saleh, MT)

Anggota Penguji

Pertama

(Ir. H. Choirul Saleh, MT)

Kedua

(Bambang Prio. H, ST, MT)



LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : Harun Mawadat.S
NIM : 02.52.020
JURUSAN : T.ELEKTRO D III
KONSENTRASI : T.ENERGI LISTRIK
HARI / TANGGAL : Kamis, 29 MARET 2007

NO	Materi Perbaikan	Paraf
1	Rangkaian elektroda.	
2	Abstraksi.	
3	Perbaikan kesimpulan	

Telah Diperiksa dan Disetujui

Penguji I

Penguji II

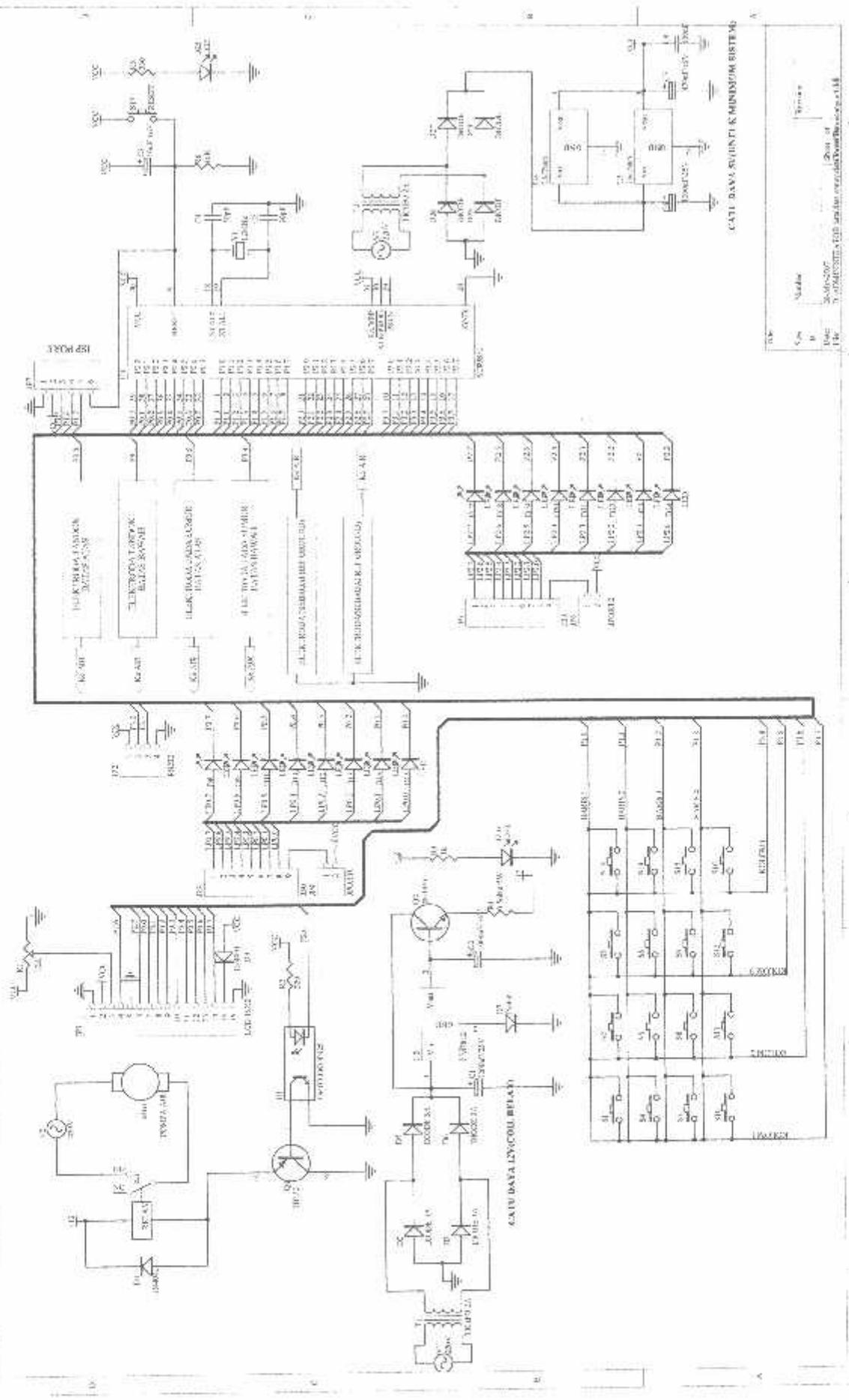
(Ir.H. Choirul Saleh, MT)
Nip.P 1018800190

(Bambang Priyo H, ST,MT)

Mengetahui
Dosen Pembimbing

(Ir.Eko Nurcahyo)
Nip.P1028700172

LAMPIRAN-LAMPIRAN



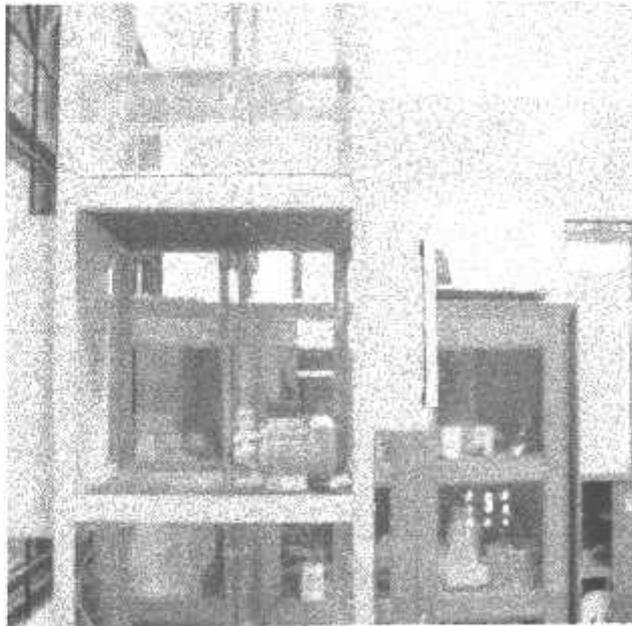
CATI DATA SWINTI K MINIMUM SISTEM

No	Simbol	Nama
1	[Symbol]	SWINTI
2	[Symbol]	SWINTI
3	[Symbol]	SWINTI
4	[Symbol]	SWINTI
5	[Symbol]	SWINTI
6	[Symbol]	SWINTI
7	[Symbol]	SWINTI
8	[Symbol]	SWINTI
9	[Symbol]	SWINTI
10	[Symbol]	SWINTI
11	[Symbol]	SWINTI
12	[Symbol]	SWINTI
13	[Symbol]	SWINTI
14	[Symbol]	SWINTI
15	[Symbol]	SWINTI
16	[Symbol]	SWINTI
17	[Symbol]	SWINTI
18	[Symbol]	SWINTI
19	[Symbol]	SWINTI
20	[Symbol]	SWINTI
21	[Symbol]	SWINTI
22	[Symbol]	SWINTI
23	[Symbol]	SWINTI
24	[Symbol]	SWINTI
25	[Symbol]	SWINTI
26	[Symbol]	SWINTI
27	[Symbol]	SWINTI
28	[Symbol]	SWINTI
29	[Symbol]	SWINTI
30	[Symbol]	SWINTI
31	[Symbol]	SWINTI
32	[Symbol]	SWINTI
33	[Symbol]	SWINTI
34	[Symbol]	SWINTI
35	[Symbol]	SWINTI
36	[Symbol]	SWINTI
37	[Symbol]	SWINTI
38	[Symbol]	SWINTI
39	[Symbol]	SWINTI
40	[Symbol]	SWINTI
41	[Symbol]	SWINTI
42	[Symbol]	SWINTI
43	[Symbol]	SWINTI
44	[Symbol]	SWINTI
45	[Symbol]	SWINTI
46	[Symbol]	SWINTI
47	[Symbol]	SWINTI
48	[Symbol]	SWINTI
49	[Symbol]	SWINTI
50	[Symbol]	SWINTI
51	[Symbol]	SWINTI
52	[Symbol]	SWINTI
53	[Symbol]	SWINTI
54	[Symbol]	SWINTI
55	[Symbol]	SWINTI
56	[Symbol]	SWINTI
57	[Symbol]	SWINTI
58	[Symbol]	SWINTI
59	[Symbol]	SWINTI
60	[Symbol]	SWINTI
61	[Symbol]	SWINTI
62	[Symbol]	SWINTI
63	[Symbol]	SWINTI
64	[Symbol]	SWINTI
65	[Symbol]	SWINTI
66	[Symbol]	SWINTI
67	[Symbol]	SWINTI
68	[Symbol]	SWINTI
69	[Symbol]	SWINTI
70	[Symbol]	SWINTI
71	[Symbol]	SWINTI
72	[Symbol]	SWINTI
73	[Symbol]	SWINTI
74	[Symbol]	SWINTI
75	[Symbol]	SWINTI
76	[Symbol]	SWINTI
77	[Symbol]	SWINTI
78	[Symbol]	SWINTI
79	[Symbol]	SWINTI
80	[Symbol]	SWINTI
81	[Symbol]	SWINTI
82	[Symbol]	SWINTI
83	[Symbol]	SWINTI
84	[Symbol]	SWINTI
85	[Symbol]	SWINTI
86	[Symbol]	SWINTI
87	[Symbol]	SWINTI
88	[Symbol]	SWINTI
89	[Symbol]	SWINTI
90	[Symbol]	SWINTI
91	[Symbol]	SWINTI
92	[Symbol]	SWINTI
93	[Symbol]	SWINTI
94	[Symbol]	SWINTI
95	[Symbol]	SWINTI
96	[Symbol]	SWINTI
97	[Symbol]	SWINTI
98	[Symbol]	SWINTI
99	[Symbol]	SWINTI
100	[Symbol]	SWINTI

Miniatur Sistem Panel Pompa Air Otomatis dengan Menggunakan MK AT 89S51

Spesifikasi Alat :

1. Input Tegangan : 220 Volt AC /60 Hz
2. Input Tegangan/Arus DC : + 5V/6.5 A , 12 V / 3.5 A
3. Konsumsi Daya Keseluruhan Sistem \pm 90 Watt
4. Ukuran Tandon dan Sumber :
 - Panjang : 0.60 M
 - Lebar : 0.60 M
 - Tinggi : 0.75 MTinggi Kontruksi : 2.5 M
5. Input :
 - Keypad
 - Kondisi Air
6. Output :
 - LCD M1632.
 - Motor satu fasa (Pompa Air)



```

#include <at89x51.h>
#define LCD_RS P2_7
#define LCD_CS P2_6
unsigned char keydata,display;
void Delay(long tunggu)
{
    while(tunggu--);
}

void LCD_data(unsigned char c,unsigned char dat, bit LCD)
{
    LCD_RS = c;
    P0 = dat;
    if (LCD == 0)
    {
        LCD_CS = 1;
        LCD_CS = 0;
    }
    Delay(1000);
}

void cek air()
{
    while(P3_4 == 1) //tinggi air sumber tidak cukup
    {
        P2_0 = 1; // pompa off
        P1=0xFE;
        if(! P1_7) keydata = 0x0E; //COR
        if(keydata == 0x0E){display=keydata;break;}
    }
}

void stop()

P2_0 = 1;
P1=0xFE;
if(! P1_7) keydata = 0x0E; //COR
if(keydata == 0x0E)display=keydata;

void running()

while (display == 0x0D)
{
    cek_air();
    P1=0xFE;
    if(P3_1 == 1 & P3_5 == 0)P2_0 = 0;//tandon atas belum penuh dan tinggi air sumber
    udah cukup >>pompa on
    if(P3_0 == 0 )P2_0 = 1;//tandon atas sudah penuh >>pompa off
    if(! P1_7) keydata = 0x0E; //COR
    if(keydata == 0x0E)display=keydata;
}

```

```

    }
}

void init_LCD()
{
    Delay(50000);
    LCD_data(0,0x3F,C);
    LCD_data(0,0x0D,C);
    LCD_data(0,0x06,C);
    LCD_data(0,0x01,C);
    LCD_data(0,0x0F,C);
}

void Tulis_LCD(char a, char* dat)
{
    char i = 0;
    LCD_data(0, a, 0);
    while(dat[i] != 0)
    {
        LCD_data(1,dat[i],0); i++;
    }
}

void keypad()
{
    P1=0xFE;
    if(! P1_4) keydata = 0x01; //DOWN
    if(! P1_5) keydata = 0x04; //UP
    if(! P1_6) keydata = 0x07; //MEN
    if(! P1_7) keydata = 0x0E; //COR
    P1=0xFD;
    if(! P1_4) keydata = 0x02; //ENT
    if(! P1_5) keydata = 0x05; //9
    if(! P1_6) keydata = 0x03; //6
    if(! P1_7) keydata = 0x00; //3
    P1=0xFB;
    if(! P1_4) keydata = 0x03; //0
    if(! P1_5) keydata = 0x06; //8
    if(! P1_6) keydata = 0x09; //5
    if(! P1_7) keydata = 0x0F; //2
    P1=0xF7;
    if(! P1_4) keydata = 0x0A; //CAN
    if(! P1_5) keydata = 0x0B; //7
    if(! P1_6) keydata = 0x0C; //4
    if(! P1_7) keydata = 0x0D; //1
}

void main ()
// inialisasi LCD

```

```

init_LCD();
Tulis_LCD(0x80,"  Water Level  ");
Tulis_LCD(0xC0,"  CONTROL  ");
Delay(900);
Tulis_LCD(0x80,"  Level Setting ");
Tulis_LCD(0xC0,"Press COR Button");
while (1)
{
    keypad();
    display = keydata;
    while (display == 0x0E)
    {
        Pz_0 = 1;
        Tulis_LCD(0x80,"Press 1 To Start");
        Tulis_LCD(0xC0,"Press 2 To Stop ");
        keypad();
        display = keydata;
        if (display == 0x0D)
        {
            Tulis_LCD(0x80," System Running ");
            Tulis_LCD(0xC0,"                ");
            Delay(1000);
            running();
        }
        else if (display == 0x0F)
        {
            Tulis_LCD(0x80," System Stop  ");
            Tulis_LCD(0xC0,"                ");
            Delay(1000);
            stop();
        }
    }
}
}

```

Features

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

Description

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

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



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

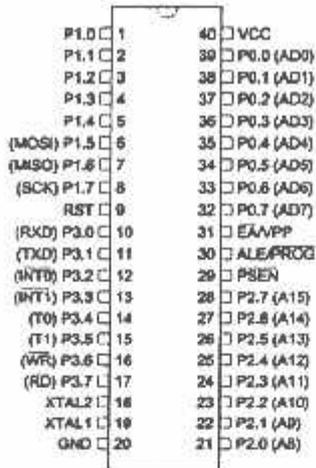
AT89S51

Rev. 2487A-10/01

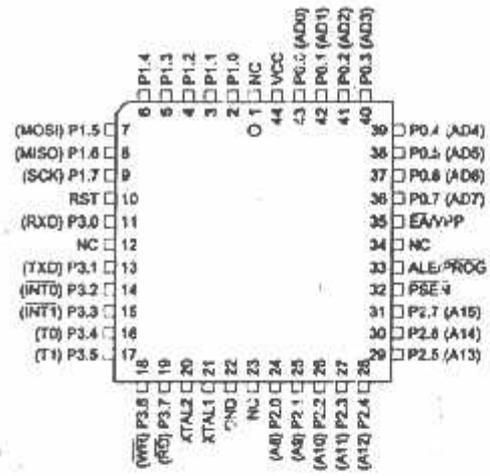


in Configurations

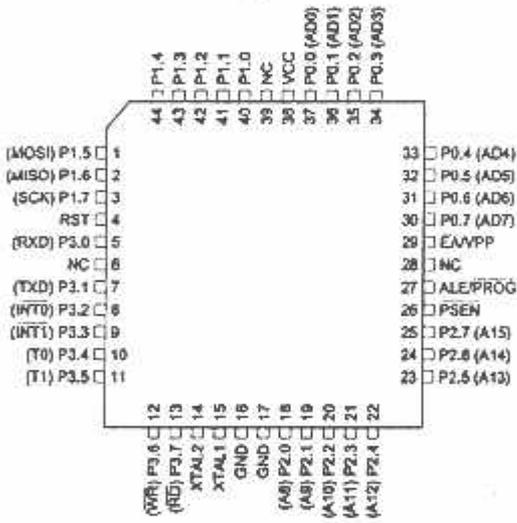
PDIP



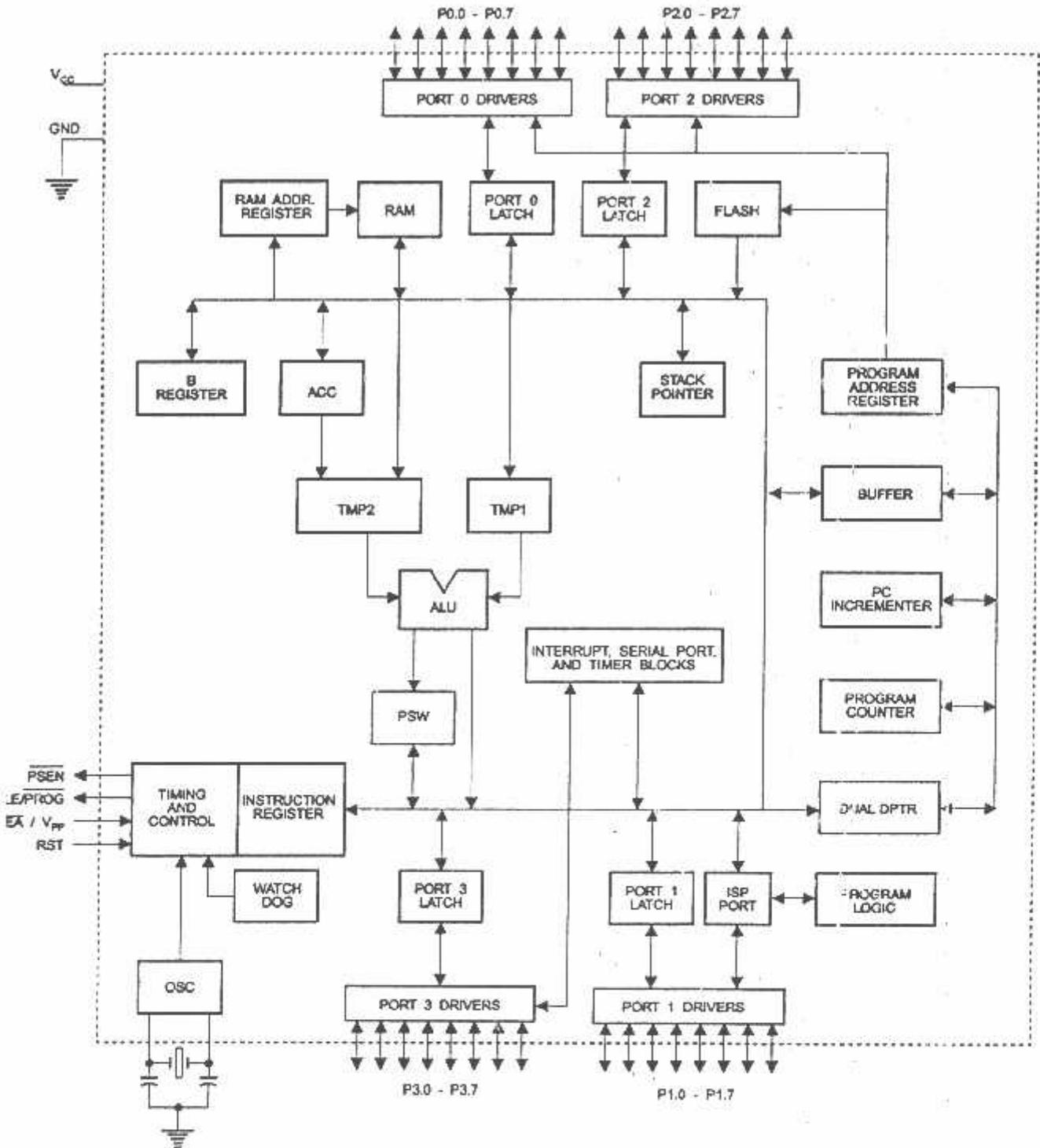
PLCC



TQFP



Block Diagram



Pin Description

VCC Supply voltage.

ND Ground.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\overline{\text{AL1}}$ Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

$\overline{\text{AL2}}$ Output from the inverting oscillator amplifier

Special Function Registers

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

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

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XX000000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0X000000							0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXX0			WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0	8FH
80H	P0 11111111	SP 00001111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XXX0000	87H

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

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

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



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

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1								
Address = A2H								
Reset Value = XXXXXXX0B								
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	DPS
	-	-	-	-	-	-	-	0
								1
-	Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select							
	DPS							
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H						
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H						

Memory Organization

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

Program Memory

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

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

Data Memory

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

Watchdog Timer (WDT) (Reset-out)

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

Resetting the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is $98 \times TOSC$, where $TOSC = 1/FOSC$. To make the best use of the WDT, it

should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

WDT During Power-down and Idle

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

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

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

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

UART

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Interrupts

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

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

Note that Table 4 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89S51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

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

Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

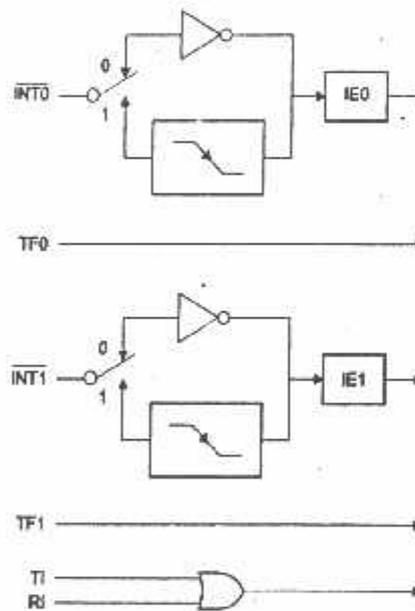
(MSB)				(LSB)			
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Enable Bit = 1 enables the interrupt.
 Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
-	IE.6	Reserved
-	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit

User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.

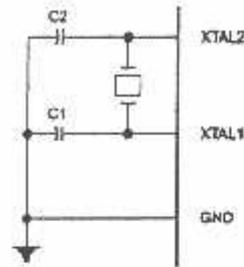
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

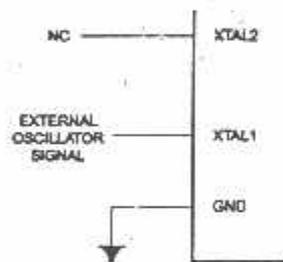
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 2. Oscillator Connections



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

Figure 3. External Clock Drive Configuration



Idle Mode

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

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

Power-down Mode

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

Table 5. 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

**Program
Memory Lock
Modes**

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 6. 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, EA is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

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

**Programming
Flash –
Parallel Mode**

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

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

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 13 and 14. To program the AT89S51, take the following steps:

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

Data Polling: The AT89S51 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. 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/ $\overline{\text{BSY}}$ output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate $\overline{\text{BUSY}}$. P3.0 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 status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.

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

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
 (100H) = 51H indicates 89S51
 (200H) = 06H

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

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

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

Programming Flash – Serial Mode

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

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

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

Serial Programming Algorithm

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

1. Power-up sequence:
 Apply power between VCC and GND pins.
 Set RST pin to "H".
 If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction that returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.

Power-off sequence (if needed):

Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

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

Serial Programming Instruction Set

The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 8 on page 18.

Serial Programming Interface – Parallel Mode

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

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

Table 7. Flash Programming Modes

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

1. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
2. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
3. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
4. RDY/BSY signal is output on P3.0 during programming.
5. X = don't care.

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

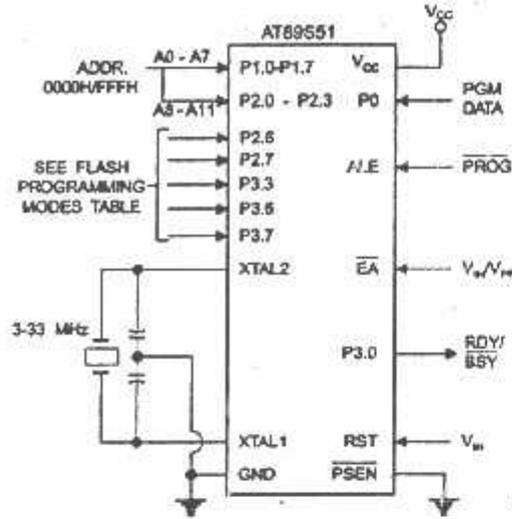
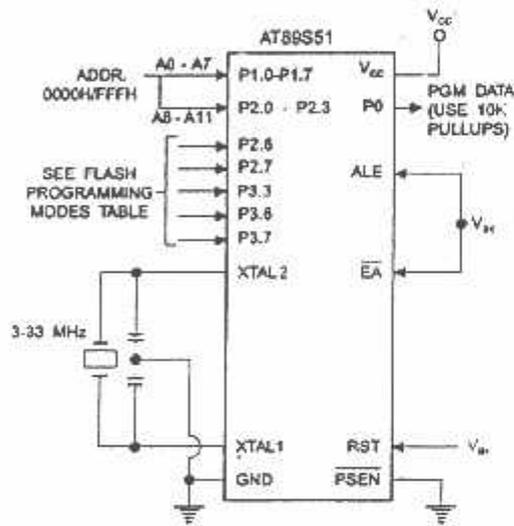


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

20°C to 30°C, $V_{CC} = 4.5$ to $5.5V$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		20	mA
f_{OCL}	Oscillator Frequency	3	33	MHz
t_{ASL}	Address Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
t_{AHX}	Address Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
t_{DSL}	Data Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
t_{DHX}	Data Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
t_{P27}	P2.7 (ENABLE) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{VPPS}	V_{PP} Setup to \overline{PROG} Low	10		μs
t_{VPPH}	V_{PP} Hold After \overline{PROG}	10		μs
t_{PW}	\overline{PROG} Width	0.2	1	μs
t_{AVD}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ENV}	ENABLE Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{DF}	Data Float After ENABLE	0	$48t_{CLCL}$	
t_{PHL}	\overline{PROG} High to BUSY Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		50	μs

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

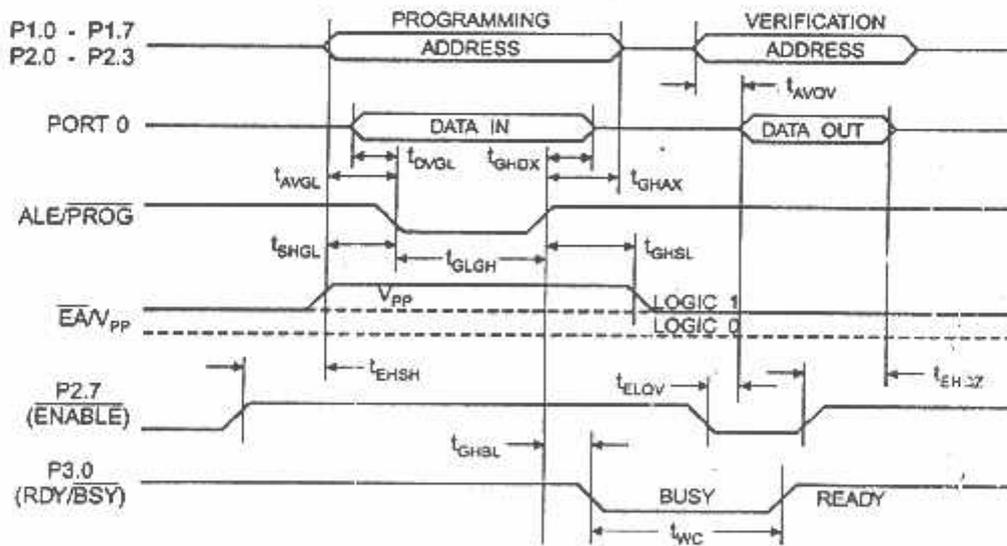
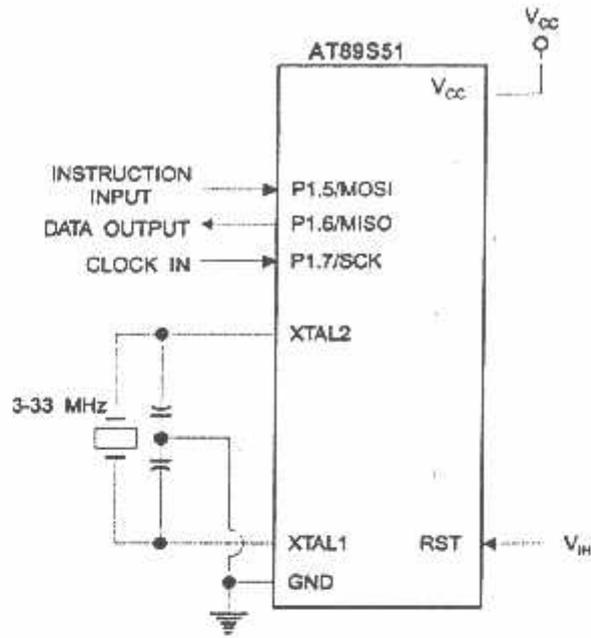


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms

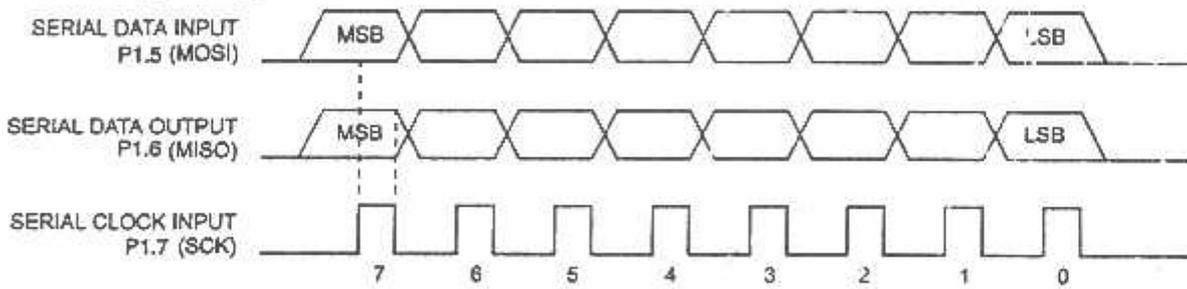


Table 8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx $\begin{matrix} 110000 \\ 111111 \\ 111111 \\ 111111 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 110000 & 111111 \\ 111111 & 111111 \\ 111111 & 111111 \\ 111111 & 111111 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 110000 & 111111 \\ 000000 & 000000 \\ 000000 & 000000 \\ 000000 & 000000 \end{matrix}$	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx $\begin{matrix} 110000 \\ 111111 \\ 111111 \\ 111111 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 110000 & 111111 \\ 111111 & 111111 \\ 111111 & 111111 \\ 111111 & 111111 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 110000 & 111111 \\ 000000 & 000000 \\ 000000 & 000000 \\ 000000 & 000000 \end{matrix}$	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽²⁾	1010 1100	1110 00 $\begin{matrix} 1111 \\ 0000 \end{matrix}$	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	$\begin{matrix} xx & 00 & 11 & xx \\ 00 & 11 & 00 & 11 \end{matrix}$	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes ⁽¹⁾	0010 1000	xxx $\begin{matrix} 111111 \\ 111111 \\ 111111 \\ 111111 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 111111 & 111111 \\ 111111 & 111111 \\ 111111 & 111111 \\ 111111 & 111111 \end{matrix}$	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx $\begin{matrix} 110000 \\ 111111 \\ 111111 \\ 111111 \end{matrix}$	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx $\begin{matrix} 110000 \\ 111111 \\ 111111 \\ 111111 \end{matrix}$	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

Note 1: The signature bytes are not readable in Lock Bit Modes 3 and 4.

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

Each of the lock bits needs to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

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

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

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

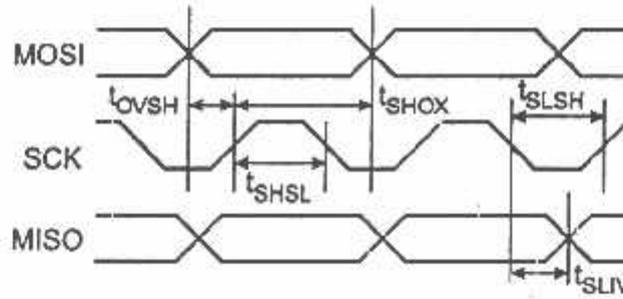


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ C$ to $85^\circ C$, $V_{CC} = 4.0 - 5.5V$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0		33	MHz
t_{CLCL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SHSL}	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SLSH}	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{OVSH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SHOX}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
ERASE	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
SWC	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs



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
Maximum 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.

Characteristics

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

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
	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
	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
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
3T	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{k}\Omega$
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	μA

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.

AT89S51

2487A-10/01

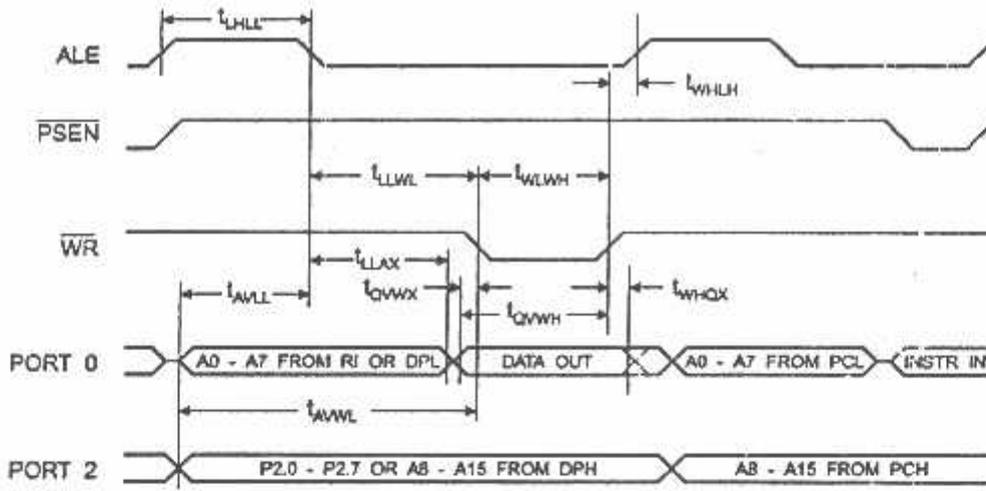
Characteristics

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

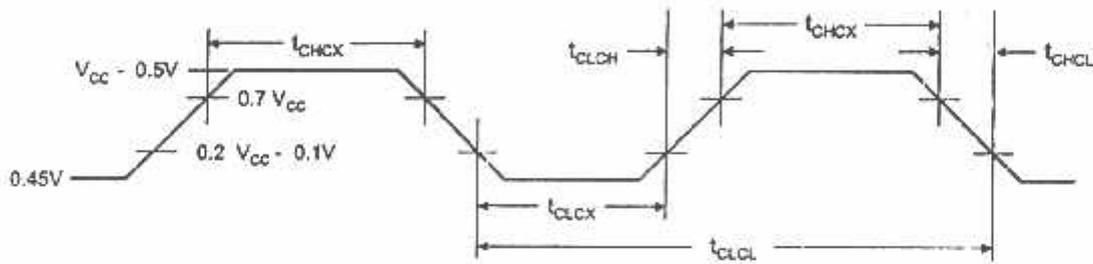
Internal Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
f_{osc}	Oscillator Frequency			0	33	MHz
	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
	Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
	Address Hold After ALE Low	48		$t_{CLCL}-25$		ns
	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
	ALE Low to PSEN Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
	PSEN Pulse Width	205		$3t_{CLCL}-45$		ns
	PSEN Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}-60$	ns
	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
	Input Instruction Float After PSEN		59		$t_{CLCL}-25$	ns
	PSEN to Address Valid	75		$t_{CLCL}-8$		ns
	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}-80$	ns
	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
	RD Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
	WR Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}-90$	ns
	Data Hold After RD	0		0		ns
	Data Float After RD		97		$2t_{CLCL}-28$	ns
	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}-150$	ns
	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}-165$	ns
	ALE Low to RD or WR Low	200	300	$3t_{CLCL}-50$	$3t_{CLCL}+50$	ns
	Address to RD or WR Low	203		$4t_{CLCL}-75$		ns
	Data Valid to WR Transition	23		$t_{CLCL}-30$		ns
	Data Valid to WR High	433		$7t_{CLCL}-130$		ns
	Data Hold After WR	33		$t_{CLCL}-25$		ns
	RD Low to Address Float		0		0	ns
	RD or WR High to ALE High	43	123	$t_{CLCL}-25$	$t_{CLCL}+25$	ns

Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

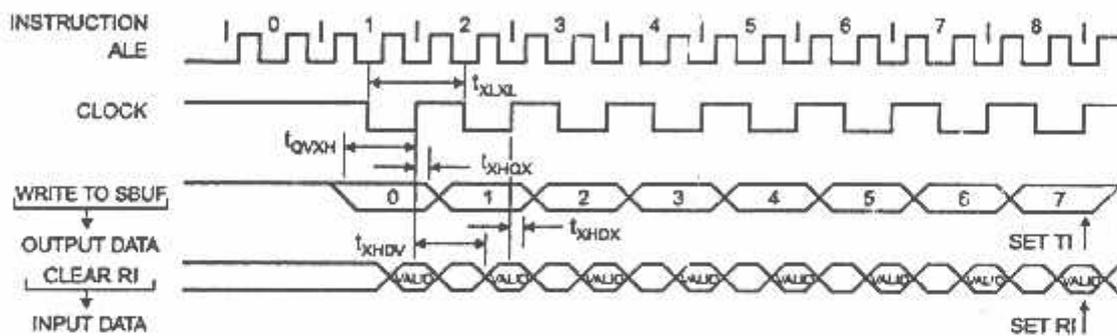
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f _{CLOCK}	Oscillator Frequency	0	33	MHz
T _{CLOCK}	Clock Period	30		ns
t _H	High Time	12		ns
t _L	Low Time	12		ns
t _r	Rise Time		5	ns
t _f	Fall Time		5	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

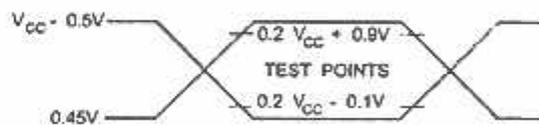
Values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF.

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

Shift Register Mode Timing Waveforms



Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Output Waveforms⁽¹⁾



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

Ordering Information

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

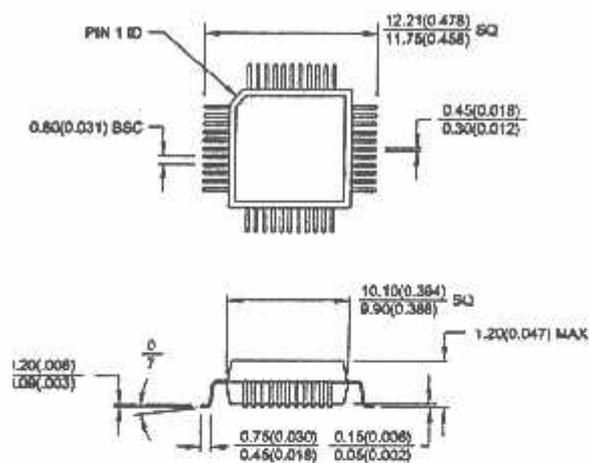
= Preliminary Availability

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



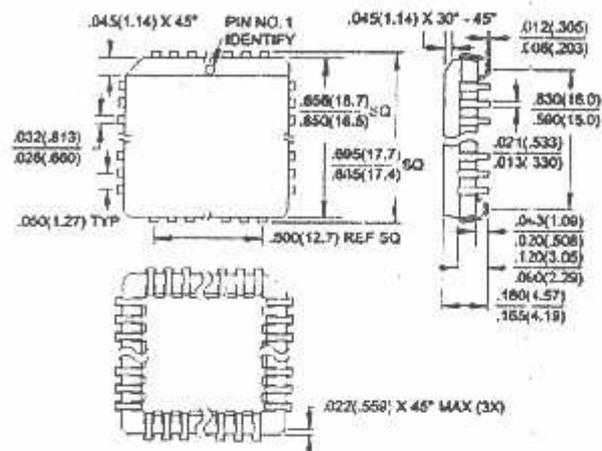
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*

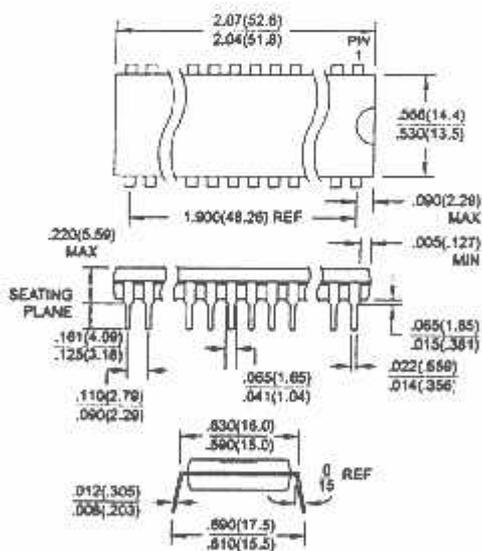


Controlling dimension: millimeters

44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



0P6, 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-011 AC





Atmel Headquarters

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

Europe
Atmel SarL
Route des Arsenaux 41
Casa Postale 60
CH-1705 Fribourg
Switzerland
TEL (41) 26-426-5555
FAX (41) 26-426-5500

Asia
Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Pan
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 Product Operations

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

Atmel Grenoble
Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
TEL (33) 4-7658-3000
FAX (33) 4-7658-3480

Atmel Heilbronn
Theresienstrasse 2
POB 3535
D-74025 Heilbronn, Germany
TEL (49) 71 31 67 25 94
FAX (49) 71 31 67 24 23

Atmel Nantes
La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
TEL (33) 0 2 40 18 18 18
FAX (33) 0 2 40 18 19 60

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

Atmel Smart Card ICs
Scottish Enterprise Technology Park
East Kilbride, Scotland G75 0QR
TEL (44) 1355-357-000
FAX (44) 1355-242-743

e-mail
literature@atmel.com

Web Site
<http://www.atmel.com>

Atmel Corporation 2001.

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 or omissions that 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 to any 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 is the registered trademark of Atmel.

Intel is the registered trademark of Intel Corporation. Terms and product names in this document may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487A-10/01/xM