

PENYEDIA MINUMAN DENGAN INPUTAN KOIN

SKRIPSI



No. INDUK	
TGL TERIMA	27-01-2007
B E L I	
S. D. N	
No. BUKU	
KCP/KE	

Oleh :

ANGIE KURNIAWAN

5103002049

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK

WIDYA MANDALA

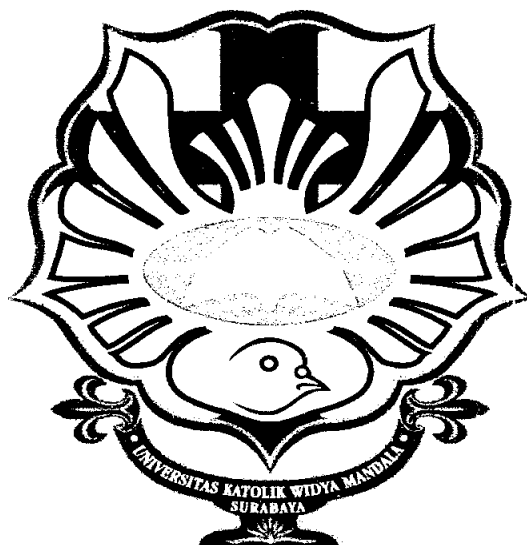
SURABAYA

2007

Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin

SKRIPSI

**DITUJUKAN KEPADA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN AKHIR
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**



Oleh :

ANGIE KURNIAWAN

5103002049

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK
WIDYA MANDALA
SURABAYA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin” yang disusun oleh mahasiswa :

Nama : Angie Kurniawan

NRP : 5103002049

Tanggal ujian : 22 Januari 2007

dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum Jurusan Teknik Elektro guna memperoleh gelar Sarjana Teknik bidang Teknik Elektro.

Surabaya, 24 Januari 2007

Pembimbing I

Ir. Vincent W. Prasetyo, Msc
NIK. 511.77.0068

Pembimbing II

Ir. I Satyoadi
NIK. 511.85.0113

DEWAN PENGUJI

Ketua,

Sekretaris,

Andrew Joewono, ST, MT
NIK. 511.97.0291

Ir. Vincent W. Prasetyo, Msc
NIK. 511.77.0068

Anggota,

Ferry A. V. Toar, ST, MT
NIK. 511.97.0272

Anggota,

Drs. Peter R. Angka, Mkom
NIK. 511.88.0136

Mengetahui / Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Rasional Sitepu, M. Eng.
NIK. 511.89.0154

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. A.F.L. Tobing, M.T.
NIK. 511.87.0130

ABSTRAK

Dewasa ini sering kali terlihat masyarakat membeli minuman *instant* yang dapat langsung diminum. Mesin penyedia minuman yang pernah ada sebelumnya berinputan koin dengan outputan berupa kaleng atau botol plastik yang mana bila ingin dikonsumsi harus membuka penutupnya. Berhubungan dengan hal tersebut diatas maka tercetuslah sebuah ide untuk membuat Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin dengan tujuan minuman atau output yang disediakan dalam gelas.

Perancangan dan pembuatan alat ini dibagi menjadi 3 bagian besar yaitu pembuatan hardware dan software, penggabungan hardware dengan software dan uji coba alat. Alat ini akan bekerja apabila mendapat inputan koin Rp. 500,00 rupiah dan menghasilkan outputan berupa cairan di dalam gelas.

Setelah melalui proses perencanaan dan pembuatan sistem maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian (pendeteksian koin, pendeteksi ada atau tidaknya gelas, pengisian cairan dan perputaran meja putar) terhadap sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Setelah dilakukan pengujian maka langkah selanjutnya adalah menyimpulkan hasil dari pengujian bahwa bahwa alat skripsi ini masih memiliki tingkat persentase error yang masih tergolong kecil (<50%).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Penyadia Minuman Dengan Inputan Koin”

Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Bidang Teknik Elektro. Penulis menyadari bahwa pelaksanaan Skripsi ini merupakan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Vincent W. Prasetyo, Msc selaku dosen pembimbing I, pemberi dorongan selama pembuatan skripsi dan juga telah meminjamkan Lab Rangkaian Listrik untuk pembuatan Skripsi ini.
2. Ir. I Satyoadi selaku dosen pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingannya dalam proses pembuatan skripsi ini.
3. Ir. A.F.Lumban Tobing, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
4. Ferry. A.V. Toar, S.T, M.T, selaku penasehat akademik.
5. Lanny Agustine, S.T, M.T yang telah memberikan masukkan-masukkan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Kedua Orang Tua, dan juga keluarga yang memberikan dorongan semangat dan bantuan serta waktunya.
7. Teman – teman di Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya antara lain, Edy, Adi,

Hendrikus, Alvin, Sugeng, Vincent, Yudo, Windi, Daniel'02, Daniel'03, Dewi, Cendra, Io, Thomas, Ko Michael, serta teman – teman lainnya yang ikut membantu penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga laporan skripsi ini bisa berguna dan menambah pengetahuan bagi pembacanya.

Surabaya, 24 Januari 2007

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Judul	i	
Lembar Pengesahan	ii	
Abstrak	iii	
Kata Pengantar	iv	
Daftar Isi	vi	
Daftar Gambar	viii	
Daftar Tabel	x	
BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1	Latar Belakang.	1
1.2	Tujuan.	1
1.3	Perumusan Masalah.	2
1.4	Batasan Masalah.	2
1.5	Metodologi Perancangan.	3
1.6	Sistematika Pembahasan.	4
BAB II	DASAR TEORI	5
2.1	Sensor Infra Merah.	7
	2.1.1 Rangkaian Sensor Infra Merah.	8
	2.1.2 Rangkaian Pemancar dan Penerima.	10
2.2	Motor DC.	10
2.3	Microkontroller.	12
	2.3.1 Arsitektur MCS-51.	15

2.3.2	Struktur Memory.	16
2.3.3	Register Fungsi Khusus	20
2.4	Transistor Sebagai Saklar	23
2.5	Relay	25
2.6	Limit Switch	26
BAB III	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	27
3.1	Perancangan dan Pembuatan Hardware.	28
3.1	Perancangan dan Pembuatan Power Supply.	28
3.1.2	Perancangan dan Pembuatan Sensor Koin	30
3.1.3	Perancangan dan Pembuatan Driver Motor.	31
3.1.4	Downloader Mikrokontroler AT89S51	33
3.2	Bagian Proses Dari Sistem.	34
3.3	Skematik Alat .	36
3.4	Perancangan dan Pemrograman Software.	38
3.4.1	Diagram Alir Perangkat Lunak.	39
3.4.2	Listing Program.	40
BAB IV	PENGUKURAN DAN PENGUJIAN	42
4.1	Pengujian Kepekaan Pendeteksi Koin.	43
4.2	Pengujian Ada Atau Tidaknya Gelas.	44
4.3	Pengujian Ketepatan Pengisian Cairan Dengan Sistem Timer.	45
4.4	Pengujian Ketepatan Perputaran Motor Dengan Sudut 45°.	46
BAB V	PENUTUP	48
	Daftar Pustaka	49

Daftar Gambar

Gambar 2.1.	Diagram Blok Sistem.	5
Gambar 2.2.	Flowchart Sistem.	6
Gambar 2.3.	Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia	7
Gambar 2.4.	LED Infra Merah	7
Gambar 2.5.	Simbol Photodiode	8
Gambar 2.6.	Logika Output Pada Infra Merah.	8
Gambar 2.7.	Rangkaian LED.	9
Gambar 2.8.	Rangkaian Pemancar	9
Gambar 2.9.	Rangkaian Penerima Infra Merah	10
Gambar 2.10.	Bagian-Bagian Dasar Dari Motor DC	10
Gambar 2.11.	Motor DC Tipe Permanent Magnet Parallel-Shaft Gear Motor	11
Gambar 2.12.	Karakteristik Motor DC	12
Gambar 2.13.	Konfigurasi Pin AT89S51.	13
Gambar 2.14.	Diagram blok arsitektur MCS-51.	15
Gambar 2.15.	Struktur Memori AT89S51.	16
Gambar 2.16.	Memori program bagian bawah mikrokontroler 89C51.	17
Gambar 2.17.	Konfigurasi perangkat keras untuk memori eksternal.	18
Gambar 2.18.	Alamat bawah memori data.	19
Gambar 2.19.	Konfigurasi untuk mengakses memori data eksternal.	20
Gambar 2.20.	Peta <i>special function register</i> .	21
Gambar 2.21.	Susunan bit program status <i>word</i>	22

Gambar 2.22. Transistor PNP dan NPN	23
Gambar 2.23. Transistor Dalam Keadaan Saturasi	24
Gambar 2.24. Transistor Dalam Keadaan <i>Cut Off</i>	24
Gambar 2.25. Penampang Relay	25
Gambar 2.26. Simbol Relay Saat Tidak Ada Input	26
Gambar 2.27. Konstruksi <i>Limit Switch</i>	26
Gambar 3.1 Rangkaian Power Supply	29
Gambar 3.2. Rangkaian Sensor Gelas Menggunakan Infra Merah.	29
Gambar 3.3. Rangkaian Sensor Koin Menggunakan Relay.	30
Gambar 3.4. Rangkaian Motor beserta driver.	32
Gambar 3.5 Rangkaian Downloader ISP Flash.	34
Gambar 3.6. Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin.	34
Gambar 3.7. Urutan Proses Perputaran Gelas.	35
Gambar 3.8. Skematik Sistem.	36
Gambar 3.9. Rangkaian mikrokontroler.	37
Gambar 3.10. Diagram alir perangkat lunak (<i>software</i>).	39
Gambar 4.1. Grafik Pengujian Ketepatan Perputaran Motor. Dengan Sudut 45°.	47

Daftar Tabel

Tabel 2.2	Keluarga MCS-51.	15
Tabel 2.3.	Nama dan alamat register pada register fungsi khusus.	20
Tabel 2.4.	Pemilihan <i>register bank</i> dengan RS0 dan RS1.	22
Tabel 4.1	Pengujian Kepekaan Pendeteksi Koin.	39
Tabel 4.2	Pengujian Ada Atau Tidaknya Gelas.	40
Tabel 4.3	Pengujian Ketepatan Pengisian Cairan.	40
Tabel 4.4	Pengujian Ketepatan Perputaran Motor Dengan Sudut 45°.	41

BAB I

PENDAHULUAN

Dengan dirancang dan dibuatnya Sistem Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin diharapkan dapat meringankan pekerjaan manusia, karena sistem ini didesain untuk menghasilkan sejumlah minuman yang sesuai dengan inputan yang dimasukkan.

I.1 Latar Belakang.

Dewasa ini perkembangan teknologi elektronika telah merambah ke segala aspek kehidupan manusia. Teknologi telah membuat segala kegiatan manusia menjadi lebih mudah, aman dan dapat diandalkan. Sehingga bukan teknologi yang mengendalikan manusia, tapi manusialah yang mengendalikan atau menciptakan teknologi dan tentu saja sesuai dengan prosedur-prosedur yang telah ada.

Dalam kehidupan sehari-hari sering kali terlihat masyarakat membeli minuman *instant* yang dapat langsung diminum. Mesin penyedia minuman yang pernah ada sebelumnya berinputan koin dengan outputan berupa kaleng atau botol plastik yang mana bila ingin dikonsumsi harus membuka penutupannya.

Berhubungan dengan hal tersebut diatas maka tercetuslah sebuah ide untuk membuat Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin dengan tujuan minuman atau output yang disediakan dalam gelas.

I.2 Tujuan.

Pembuatan Skripsi ini adalah merancang dan membuat alat Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin.

I.3 Perumusan Masalah.

Masalah yang akan dihadapi dalam pembuatan skripsi ini adalah :

1. Bagaimana cara menyediakan gelas satu per satu yang ditempatkan pada meja putar.
2. Bagaimana cara sensor mendeteksi pada saat koin masuk dan membuka *valve* agar cairan dapat turun ke gelas.
3. Bagaimana proses perputaran motor (dengan sudut 45°) hingga cairan yang akan keluar akan jatuh tepat pada gelas.
4. Bagaimana cara agar volume cairan yang diisikan dalam gelas tepat 200 ml.

I.4 Batasan Masalah.

Batasan masalah yang diangkat dalam pembuatan alat ini sebagai berikut :

1. Proses pengisian gelas memakai metode perputaran (dalam metode perputaran ini terdapat 8 buah gelas), dengan sudut putar 45° .
2. Gelas yang digunakan memiliki volume 250ml dan berbahan foam.
3. Jenis koin yang digunakan adalah koin logam yang umumnya dipakai, nilainya *lima ratus* rupiah kuning.
4. Adapun sensor yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya gelas yakni sensor *infra red*.
5. Pendeteksian ketinggian cairan yang didistribusikan memakai timer yang akan diprogram pada mikrokontroller.
6. Volume tandon / penampung minuman yang digunakan 2 liter.
7. Tampilan status alat berupa led berwarna merah untuk proses pengisian dan hijau untuk proses berakhir.

I.5 Metodologi Perancangan.

Dalam proses perancangan Sistem Pendistribusian Minuman Secara Otomatis melalui langkah-langkah sebagai berikut :

- Studi Literatur

Mendalami teori elektronika mengenai *Microcontroller*, *kinerja motor*, *saklar-saklar* yang digunakan dan yang berhubungan dengan proses pembuatan alat.

- Perancangan Hardware

Melakukan perencanaan dengan jalan membuat kerangka-kerangka dan persiapan bahan-bahan yang digunakan.

- Perancangan Software

Melakukan perencanaan dengan jalan membuat block diagram yang nantinya akan dirangkai dalam sebuah bahasa pemrograman.

- Pembuatan Hardware

Membuat rangkaian-rangkaian beserta casing dari alat.

- Pembuatan Software

Membuat software sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat dan telah diprogramkan dalam IC *microcontroller*.

- Penggabungan Hardware dengan Software

Menggabungkan hardware yang telah lengkap dengan software yang telah terprogram dalam IC *microcontroller*.

- Uji Coba Alat

Melakukan pencarian *setting* yang sesuai agar alat dapat bekerja secara maksimal. Dari pengujian ini dapat dilakukan penyempurnaan dan penarikan kesimpulan dari alat yang telah dibuat.

- Pembuatan Laporan

Menulis laporan skripsi berdasarkan hasil secara keseluruhan dari alat mulai dari studi literatur sampai pengujian alat.

I.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dipakai terbagi menjadi lima bab, yaitu sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Membahas latar belakang, tujuan, perumusan dan batasan masalah, metodologi perancangan, sistematika pembahasan.

BAB II : Dasar Teori

Membahas tentang teori-teori penunjang yang terkait dengan proses perancangan dan pembuatan alat.

BAB III : Perencanaan dan Pembuatan Alat

Membahas mengenai perencanaan serta pembuatan alat.

BAB IV : Pengukuran dan Pengujian

Membahas mengenai pengukuran dan pengujian alat.

BAB V : Penutup

Berisi kesimpulan dan juga saran-saran yang diperlukan alat ini.

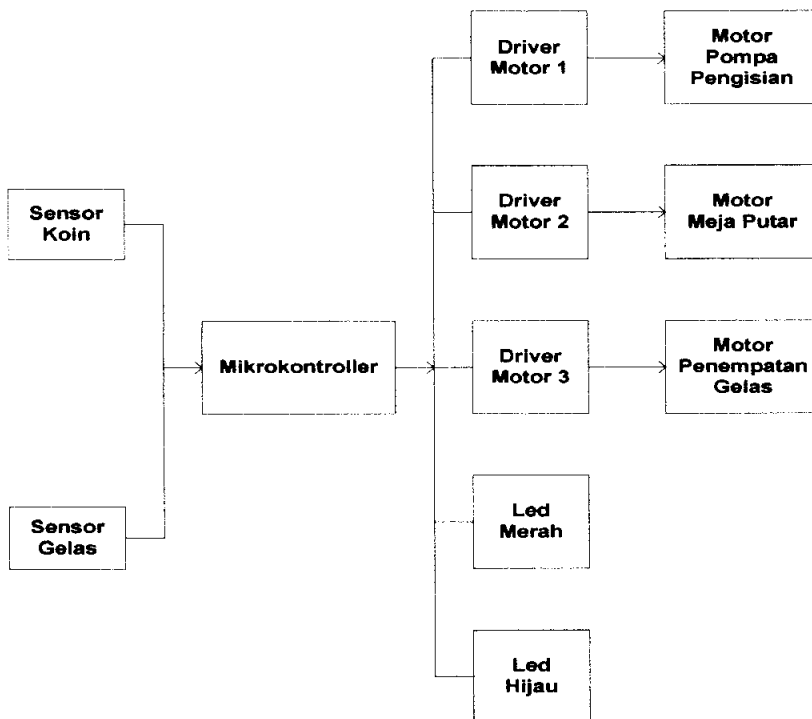
BAB II
DASAR TEORI

BAB II DASAR TEORI

Proses pembuatan alat pada *Skripsi* ini diperlukan beberapa teori dasar yang akan diterapkan pada pembuatan alat ini. Dasar-dasar teori yang dimaksudkan antara lain akan dibahas pada bab ini.

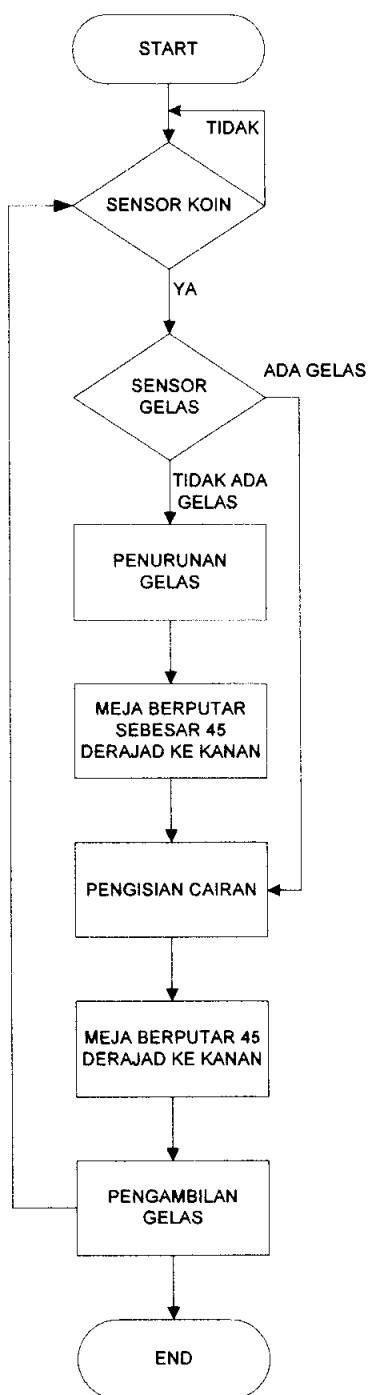
Sebelum membahas landasan teori yang digunakan dalam pembuatan alat, maka perlu ditinjau terlebih dahulu block diagram dari alat yang dirancang.

Berikut ini gambar blok diagram alat yang akan dibuat :



Gambar 2.1. Diagram Blok Sistem.

Cara kerja sistem diatas akan dijelaskan dengan menggunakan gambar 2.2.

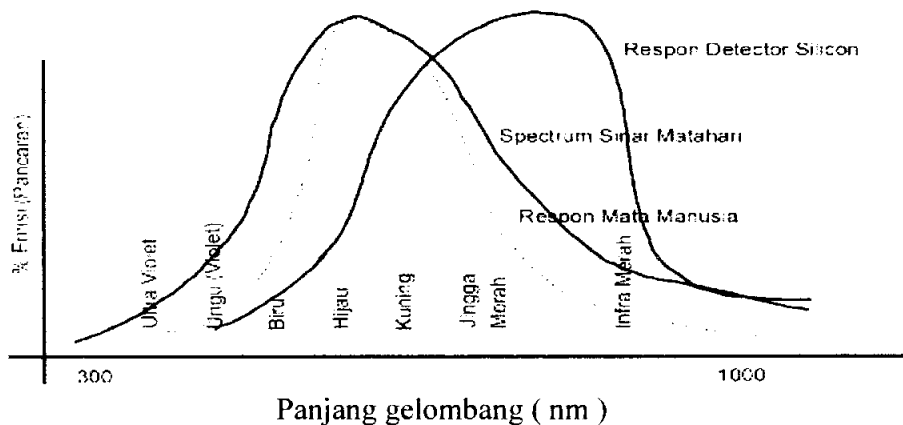


Gambar 2.2. Flowchart Sistem.

2.1 Sensor Infra Merah.

Light Emitting Diode (LED) infra merah merupakan sebuah komponen yang menggunakan cahaya infra merah. Infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak karena mempunyai panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah.

Cahaya tampak memiliki panjang gelombang $0,4\mu\text{m}$ – $0,8\mu\text{m}$, dibawah $0,4\mu\text{m}$ adalah *ultra violet*, sedangkan diatas $0,8\mu\text{m}$ – $100\mu\text{m}$ adalah infra merah. Mengenai spektrum cahaya dengan respon mata manusia dapat dilihat pada gambar 2.3.



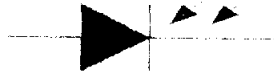
Gambar 2.3. Spektrum cahaya dan respon mata manusia

Cahaya infra merah yang dipancarkan oleh *LED* berfungsi sebagai pemancar harus mempunyai suatu aturan tertentu agar cahaya dipancarkan dapat diterima dengan baik di penerima (*receiver*). Dalam perancangan alat ini menggunakan *LED* infra merah tipe QED122 yang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 LED Infra Merah.

Photodiode adalah sebuah alat optoelektronika yang dapat mengubah cahaya datang menjadi besaran listrik. Panah yang mengarah ke dalam pada Gambar 2.21 melambangkan cahaya yang datang.



Gambar 2.5. Simbol photodiode

Bila energi cahaya mengenai persambungan p-n, photodiode dapat mengeluarkan elektron-elektron valensi. Dengan kata lain, jumlah cahaya yang mengenai persambungan p-n dapat mengendalikan arus balik di dalam diode. Bila cahaya makin cerah, arus balik makin besar. Pada skripsi ini *photodiode* digunakan sebagai penerima pancaran cahaya dari *led*.

Spesifikasi Penerima Sensor Infra Merah.

1. Tegangan kerja: +5 VDC.
 2. Frekuensi carrier penerima infra merah: 38 kHz.
 3. Panjang gelombang puncak 950 nm.
 5. Memiliki 2 output: non-inverting (OUT) dan inverting (OUT).
- Keduanya kompatibel dengan level tegangan TTL, CMOS, dan RS-232.

	Menerima IR 38 kHz	Tidak Menerima IR 38 kHz
Logika pada OUT	0	1
Logika pada OUT	1	0

Gambar 2.6. Logika Output Pada Infra Merah.

Yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya nilai resistor pada rangkaian tersebut adalah besarnya arus kerja (10 - 150 mA) dan tegangan kerja (1.5 – 2.5 V) dari LED.

Perhitungan yang digunakan untuk rangkaian ini (pemancar maupun penerima)

adalah sama, yaitu
$$I = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{R_s} \quad (1)$$

Komponen elektronik yang fungsinya sebagai penerima infra merah :

1. Photo Transistor.
2. Photo Diode.
3. Opto Coupler.

Contoh-contoh penggunaan Inframerah dalam elektronika:

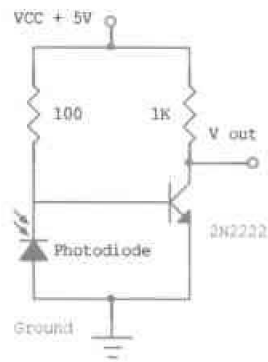
- Sensor.
- Komunikasi Data.
- Opto Isolator/Coupler.
- Infrared sebagai Komunikasi Data (IRDA).

II.1.3 Rangkaian Pemancar dan Penerima.

Dalam rangkaian sensor infra merah ini terdapat rangkaian pemancar (lihat gambar 2.7) dan penerima (lihat gambar 2.8) yang tertera pada gambar berikut ini :



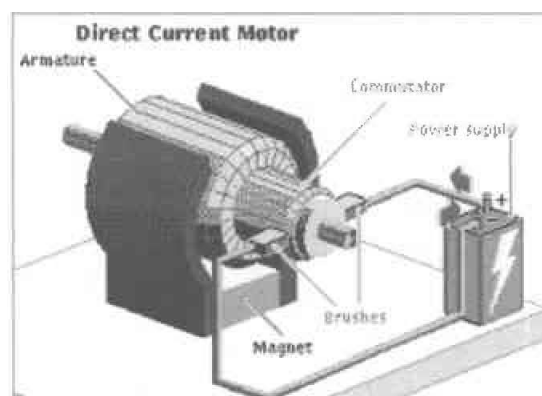
Gambar 2.7. Rangkaian Pemancar Infra Merah.



Gambar 2.8 Rangkaian Penerima InfraMerah.

2.2 Motor DC.⁽²⁾

Fungsi dari motor adalah merubah energi listrik menjadi energi mekanik memutar. Motor arus searah atau *direct current motor* (DC) memerlukan arus listrik searah guna menghasilkan gerakan mekanik berputar. Motor DC memiliki 2 bagian mendasar, yaitu bagian yang berputar yang disebut *rotor* dan bagian yang diam yang disebut *stator*. Yang merupakan bagian dari *rotor* adalah *armature* dan *commutator* sedangkan magnet permanen dan *brushes* merupakan bagian dari *stator* yang dapat dilihat pada gambar 2.9.

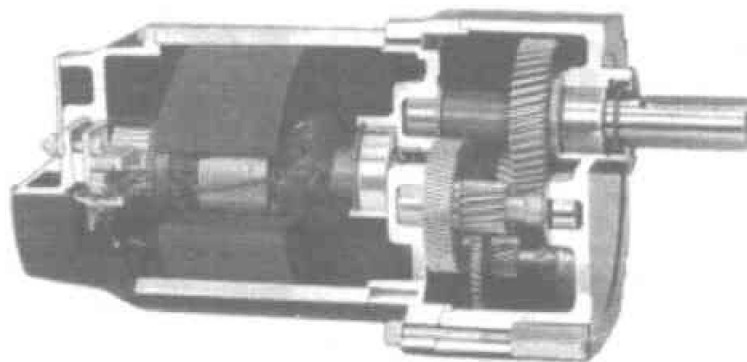


Gambar 2.9. Bagian – bagian dasar dari motor DC

(2) Patrick, Dale R., Fardo, Stephen W., *Rotating Electrical Machines & Power Systems*, Second Edition, The Fairmont Press, Inc., Lilburn, GA, 1997.

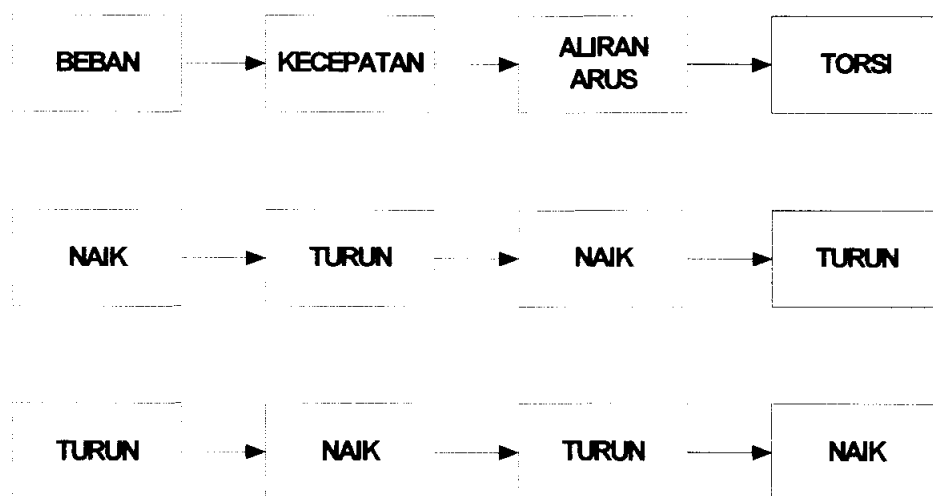
Cara kerja dari motor DC adalah ketika catu daya dihubungkan dengan motor DC, arus dari catu daya akan mengalir menuju *armature* melalui *commutator* yang terhubung dengan *brushes* dan arus akan berakhir kembali pada catu daya. *Commutator* akan berfungsi menjadi semacam saklar yang mengubah – ubah arah arus yang mengalir dalam *commutator*. Pada saat kumparan dialiri arus dan diletakkan diantara sepasang magnet permanen maka akan menghasilkan medan magnet. Sehingga menyebabkan bagian *rotor* berputar, karena adanya gaya tolak – menolak untuk kutub yang sejenis dan gaya tarik – menarik untuk kutub yang tidak sejenis. Selama catu daya masih terhubung dengan motor DC proses perputaran *rotor* akan berlangsung secara terus menerus.

Pada skripsi ini digunakan motor DC dengan tipe *permanent magnet parallel-shaft gear motor* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Motor DC tipe *permanent magnet parallel-shaft gear motor*

Untuk mengetahui karakteristik dari motor DC dapat dilihat pada gambar 2.12. Dapat dijelaskan bahwa apabila beban motor DC meningkat, maka kecepatan dari motor DC akan menurun, sedangkan aliran arusnya berbanding lurus dengan beban sebaliknya torsi berbanding terbalik dengan aliran arus. Keadaan ini akan berlaku sebaliknya apabila beban pada motor DC menurun.



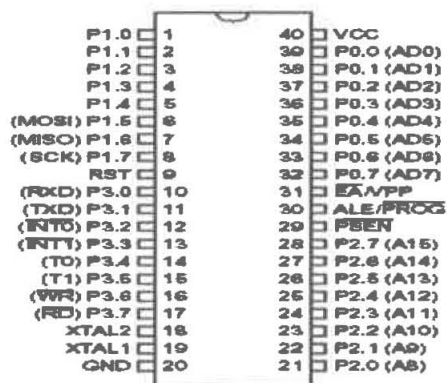
Gambar 2.12. Karakteristik dari motor DC

2.3 Mikrokontroller.⁽³⁾

Mikrokontroler 89C51 merupakan IC dengan desain low power, yang dibuat oleh pabrikan ATMEL dan kompatibel dengan standar *instruction set 8051*, memiliki 32 pin I/O, beroperasi antara tegangan 4 -5.5 volt. IC ini memiliki keistimewaan dan spesifikasi yang sama dengan keluarga MCS 51 lainnya, yaitu :

- CPU dengan lebar data 8-bit untuk aplikasi kontrol.
- Ruang memori program sebesar 64 kByte.
- Ruang memori data sebesar 64 kByte.
- RAM sebesar 128 Byte untuk memori data terletak pada *chip*.
- Empat buah *programmable port* I/O.
- Lima jalur interupsi (2 buah eksternal dan 3 buah internal).
- Osilator internal yang tersedia di dalam chip.

(2) Muhammad Ali Mazidi, Janice Gillispie Mazidi, Rolin D. McKinlay : "the 8051 Microcontroller and Embended Systems", Pearson Education International, 2006 halaman 28



Gambar 2.13. Konfigurasi Pin AT89S51.

Port I/O pada Mikrokontroler AT89S51 :

1. P0 (P0.1,.....,P0.7)
2. P1 (P1.1,.....,P1.7)
3. P2 (P2.1,.....,P2.7)
4. P3 (P3.1,.....,P3.7)

Penjelasan lebih rinci mengenai pin-pin pada AT89S51 :

- VCC (*power supply*) pin ke 40
- GND (*ground*) pin ke 20
- Port 0, yaitu pin p0.7..p0.0 (pin ke 32-39)

Port 0 dapat berfungsi sebagai I/O, *low order multiplex adres/data* ataupun menerima kode bye pada saat *Flash Programming*. Pada saat sebagai I/O biasa port ini dapat memberikan *output sink* ke delapan buah *Transistor Transistor Logic* (TTL) input.

- Port 1, yaitu pin p1.0...p1.7 (pin ke 1 -8)

Port 1 berfungsi sebagai I/O atau menerima *low order address bytes* selama *Flash Programming*. Sebagai output, memberikan *output sink* ke input TTL.

Fasilitas khusus dari port 1 ini adalah adanya *In-System Programming*, yaitu port 1.5 sebagai MOSI, port 1.6 sebagai MISO, port 1.7 sebagai SCK.

- Port 2, yaitu mulai pin p2.0...p2.7 (pin ke 21-28)

Port 2 berfungsi sebagai I/O atau *high order address*, pada saat mengakses memori secara 16 bit (*Movx @DPTR*). Pada saat mengakses 8 bit (*Mov @Rn*), port ini akan mengeluarkan sisi dari *Special Function Register*. Sebagai output, port ini dapat memberikan output sink keempat buah input TTL.

- Pada port 3 (pin ke 10-17) memiliki fungsi khusus yaitu :

Port Pin	Fungsi
P3.0	<i>RXD (serial input port)</i>
P3.1	<i>TXD (serial input port)</i>
P3.2	<i>INT 0 (external interrupt 0)</i>
P3.3	<i>INT 1 (external interrupt 1)</i>
P3.4	<i>T0 (timer 0 external input)</i>
P3.5	<i>T1 (timer 1 external input)</i>
P3.6	<i>WR (external data memory write strobe)</i>
P3.7	<i>RD (external data memory read strobe)</i>

- Pin 9, sebagai RST

Reset akan aktif dengan memberikan input high selama 2 cycle.

- Pin 30, sebagai ALE/PROG

Pin ini dapat berfungsi sebagai *Address Latch Enable (ALE)* yang me-latch low *byte address* pada saat mengakses memori external. Pada operasi normal ALE akan mengeluarkan sinyal *clock* sebesar $1/16$ *frekwensi oscillator*, kecuali saat mengakses memori external. Sinyal *clock* ini dapat pula di disable dengan men-set bit 0 *Special Function Register*.

- Pin 29, sebagai PSEN

Pin ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal. PSEN akan aktif dua kali setiap cycle.

- Pin 31, Sebagai EA/VPP

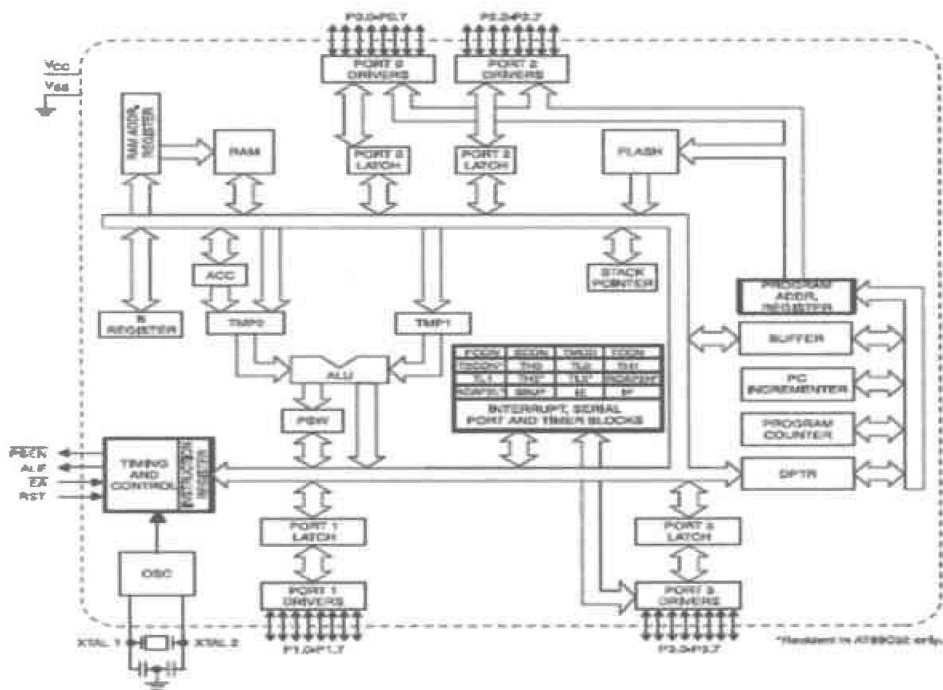
Pada kondisi low, pin ini akan berfungsi sebagai EA yaitu *mikrokontroller* akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah sistem di reset. Jika berkondisi high, pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal. Pada saat Flash Programming mendapat tegangan 12 Volt .

- Pin 19, sebagai XTALL1 (*Input Oscillator*).

- Pin 18, sebagai XTALL2 (*Output Oscillator*).

2.3.1 Arsitektur MCS-51

Arsitektur MCS-51 dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.14.

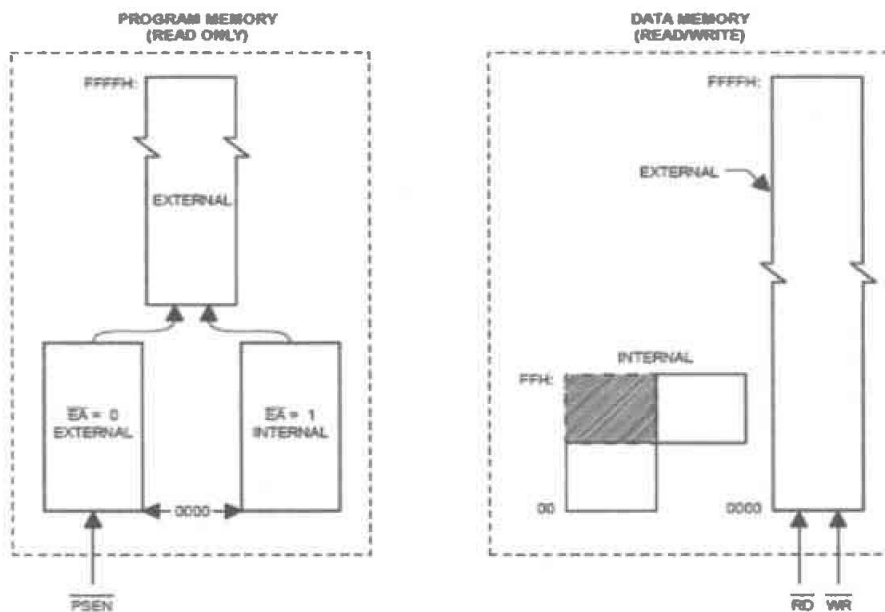


Gambar 2.14. Blok Diagram Arsitektur AT89S51.

2.3.2 STRUKTUR MEMORI

AT89S51 mempunyai stuktur memori yang terdiri atas :

- *RAM Internal*, memori sebesar 128 *byte* yang biasanya digunakan untuk menyimpan variabel atau data yang bersifat sementara.
- *Special Function Register (Register Fungsi Khusus)*, memori yang berisi register-register yang mempunyai fungsi-fungsi khusus yang disediakan oleh *mikrokontroller* tersebut, seperti timer, serial dan lain-lain.
- *Flash PEROM*, memori untuk menyimpan instruksi-instruksi MCS51.



Gambar 2.15. Struktur Memori AT89S51.

AT89S51 mempunyai struktur memori yang terpisah antara RAM Internal dan Flash PEROM nya. RAM *Internal* dialamati oleh *RAM Address Register (Register Alamat RAM)* sedangkan *Flash PEROM* yang menyimpan perintah-perintah MCS-51 dialamti oleh *Program Addresss Register (Register Alamat Program)*. Dengan adanya struktur

memori yang terpisah tersebut, RAM Internal dan Flash PEROM mempunyai alamat yang sama, yaitu alamat 00, namun secara fisiknya tidak saling berhubungan.

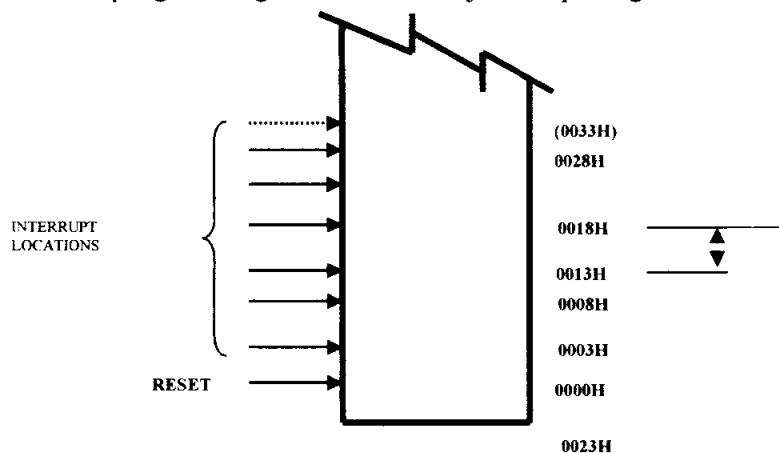
Semua mikrokontroler dalam keluarga MCS-51 memiliki pembagian ruang alamat (*address space*) untuk program dan data. Pemisahan memori program dan memori data membolehkan memori data untuk diakses oleh alamat 8-bit.

Sekalipun demikian, alamat memori data 16-bit masih dapat dihasilkan melalui suatu register yang disebut DPTR (*Data Pointer Register*). Maka memori dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- Memori program

Memori program internal keluarga mikrokontroler MCS-51 mempunyai kapasitas 4 sampai 16 kByte, tergantung jenisnya.

Peta memori program bagian bawah ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



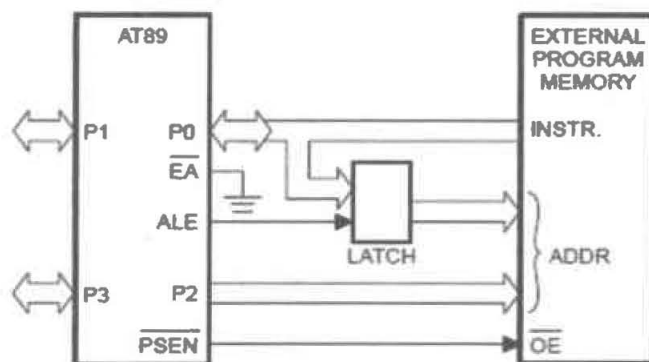
Gambar 2.16. Memori program bagian bawah mikrokontroler 89C51.

Setelah melakukan rutin *reset*, mikrokontroler memulai eksekusi program pada alamat 0000H. Interupsi menyebabkan CPU melompat ke lokasi tersebut dimana pada lokasi tersebut memiliki ROM/EPROM internal 4 kByte, apabila \overline{EA} dihubungkan

dengan V_{cc} , maka program memilih alamat 0000H sampai 0FFFH pada ROM internal dan alamat 1000H sampai FFFFH pada ROM eksternal.

Apabila \overline{EA} dihubungkan dengan V_{ss} maka semua pengambilan program mulai alamat 0000H sampai FFFFH adalah pada ROM eksternal. Sinyal baca \overline{PSEN} tidak aktif untuk pengambilan program pada ROM internal.

Konfigurasi perangkat keras untuk mengeksekusi memori program eksternal terlihat dalam gambar 2.16. *Port 0* merupakan *bus* alamat yang dimultipleks dengan *bus* data. Sebagai *bus* alamat, *port 0* mengeluarkan alamat rendah (A0-A7) dari *Program Counter* (PC). Saat *port 0* mengeluarkan alamat rendah, sinyal ALE (*Address Latch Enable*) menahan alamat tersebut pada *latch*. *Port 2* merupakan alamat tinggi (A8-A15) yang bersama alamat rendah (A0-A7) membentuk alamat 16 bit. Konfigurasi memori eksternal lihat gambar 2.17.

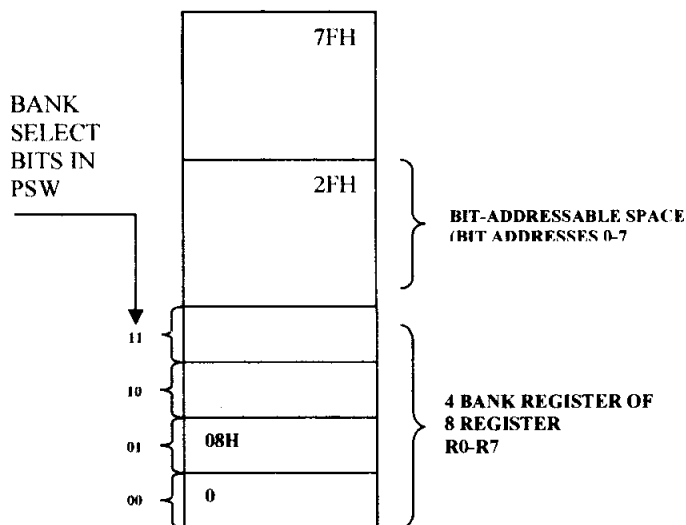


Gambar 2.17. Konfigurasi perangkat keras untuk memori eksternal.

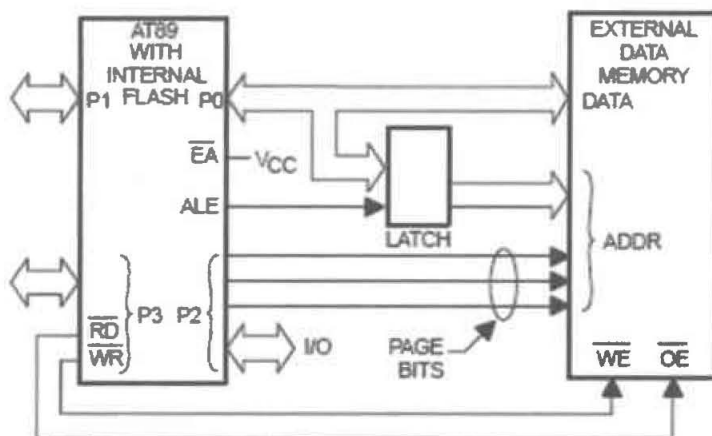
Memori ini disimpan dalam ROM /EPROM, lebar alamat memori program selalu 16-bit meskipun alamat yang digunakan lebih kecil dari 64 kByte. Ruang memorinya dapat diperluas (*expandable*) sampai 64 kByte. Setiap eksekusi memori program eksternal dipakai sinyal baca \overline{PSEN} (*Program Strobe Enable*).

- Memori Data

Pada setiap keluarga mikrokontroler MCS-51 terdapat data yang berupa RAM internal sebesar 128 byte. Dari jumlah tersebut 32 byte terbawah dikelompokkan menjadi 4 bagian yang disebut *bank*. Masing-masing *bank* tersebut terdiri dari 8 register yang dapat diakses program dengan cara pengalamatan register. Pemilihan bank tersebut dilakukan dengan melalui suatu register yang disebut *Program Status Word (PSW)*. Sedangkan 16 byte berikutnya di atas keempat *bank register* tersebut membentuk satu blok memori yang dapat dialamati per-bit. Untuk memilih penggunaan memori data internal (*on chip ROM*) atau memori data eksternal digunakan penyelayamat \overline{EA} (*External Access enable*). Untuk mengakses memori data eksternal digunakan sinyal baca (RD) dan sinyal tulis (WR). Alamat bawah memori data dan konfigurasi untuk mengakses memori data eksternal pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Alamat bawah memori data.



Gambar 2.19. Konfigurasi untuk mengakses memori data eksternal.

2.3.3 Register fungsi khusus

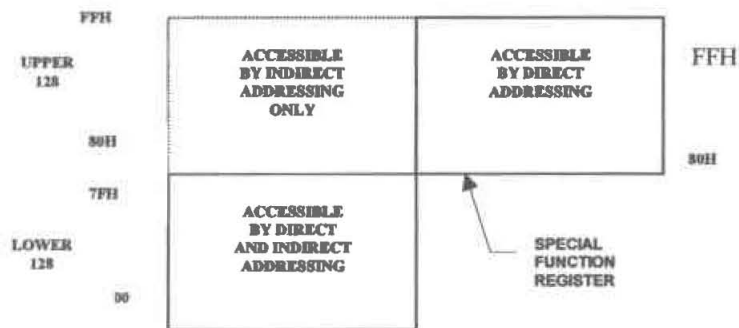
Register dengan fungsi khusus atau SFR (*Special Function Register*) adalah suatu register berisi register-register untuk pelayanan *latch port*, *timer*, *program status word*, *control peripheral* yang terletak pada 128 Byte bagian atas memori data internal (alamat 80H sampai FFH, gambar 2.25. Nama dan alamat register pada SFR ditunjukkan dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nama dan alamat register pada register fungsi khusus.

Simbol	Nama Register	Nilai Setelah Reset	Alamat
ACC	<i>Accumulator</i>	0000H	0E0H
B	<i>B Register</i>	00H	0F0H
PSW	<i>Program Status Word</i>	00H	0D0H
SP	<i>Stack Pointer</i>	07H	81H
DPTR	<i>Data Pointer 2 Bit</i>		
DPL	<i>Low Bytes</i>	0000H	82H
DHP	<i>High Bytes</i>	0000H	83H
P0	<i>Port 0</i>	FFH	80H
P1	<i>Port 1</i>	FFH	90H
P2	<i>Port 2</i>	FFH	0A0H
P3	<i>Port 3</i>	FFH	0B0H
IP	<i>Interrupt Priority Control</i>	XXX00000B	0B8H
IE	<i>Interrupt Enable Control</i>	0XX00000B	0A8H
TMOD	<i>Timer / counter Mode Control</i>	00H	89H
TCON	<i>Timer / counter Control</i>	00H	88H

Simbol	Nama Register	Nilai Setelah Reset	Alamat
TH0	<i>Timer / counter 0 high byte</i>	00H	8CH
TL0	<i>Timer / counter 0 low byte</i>	00H	8AH
TH1	<i>Timer / counter 1 high byte</i>	00H	8DH
TL1	<i>Timer / counter 1 low byte</i>	00H	8BH
SCON	<i>Serial Control</i>	00H	98H
SBUF	<i>Serial Data Buffer</i>	Independent	99H
PCON	<i>Power Control</i>	0XXXXXXX	87H

Gambar peta *special function* register dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20. Peta *special function* register.

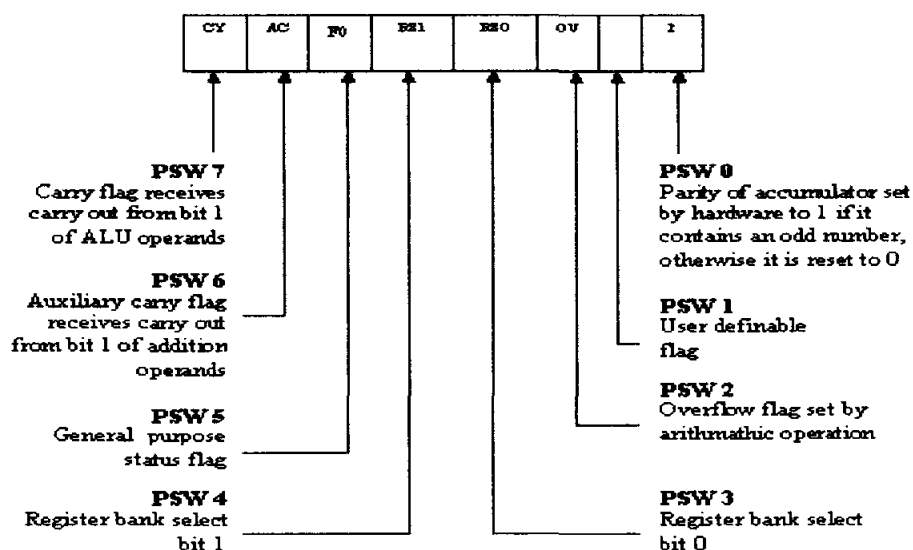
Kegunaan *Special Function Register* yang penting dapat dijelaskan sebagai berikut :

- *Accumulator* (ACC)
 - merupakan register penting dalam operasi Aritmatik (penambahan (Add A,#05H) dan pengurangan (SUBB A,#05H)).
 - Terletak pada alamat E0H
 - Operasi Logika (Anl A,#05H)
 - Akses Memori Eksternal (Movx A,@DPTR)
 - Untuk fungsi umum

- *Register B*
 - merupakan register khusus yang digunakan bersama Acc untuk operasi Aritmatik (perkalian (Mul AB) dan pembagian (Div AB))
 - berfungsi melayani operasi perkalian dan operasi pembagian.
 - Terletak pada alamat B0H
- *Program Status Words (PSW)* : terdiri dari beberapa bit status yang mencerminkan keadaan mikrokontroler. Terdiri dari *carry bit*, *Auxiliary Carry*, dua bit pemilih bank, bendera *overflow*, *parity bit*, dan dua bendera yang dapat didefinisikan sendiri oleh pemakai. Tabel 2.4 menunjukkan pemilihan *register bank* dengan RS0 dan RS1. Definisi bit register *Program Status Words (PSW)* diperlihatkan dalam gambar 2.25.

Tabel 2.4. Pemilihan *register bank* dengan RS0 dan RS1.

RS 0	RS 1	REGISTER BANK	ALAMAT
0	0	0	00H – 07H
0	1	1	08H – 0FH
1	0	2	10H – 17H
1	1	3	18H – 1 FH

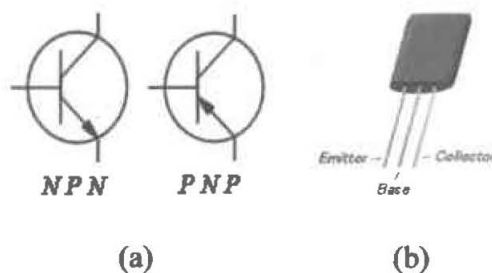


Gambar 2.21. Susunan bit program status word.

- *Stack Pointer (SP)* : merupakan register 8 bit. Register SP dapat diletakkan pada alamat manapun pada RAM internal. Isi register ini ditambah sebelum data disimpan, selama instruksi *PUSH* dan *CALL*.
- *Data Pointer (DPTR)* : terdiri atas dua register, yaitu byte tinggi (*Data Pointer High*, DPH 82H) dan byte rendah (*Data Pointer Low*, DPL 83H). Fungsinya untuk akses data di memori Memori Eksternal
- *Port 0* sampai *Port 3*: register untuk membaca dan mengeluarkan data pada *port* 0, 1, 2 dan 3.
- *Control Register* : terdiri dari register dengan fungsi kontrol interupsi. Terdapat dua register khusus, yaitu IP (*Interrupt Priority*) dan IE (*Interrupt Enable*).

II.4 Transistor Sebagai Saklar. ⁽³⁾

Transistor merupakan piranti semikonduktor yang terbuat dari unsur positif (P) dan unsur negatif (N). Transistor mempunyai tiga buah terminal, yaitu kolektor (C), basis (B), dan emitor (E). Berdasarkan unsur penyusunannya transistor mempunyai dua jenis, yaitu jenis NPN dan PNP. Untuk lebih jelas lihat gambar 2.22 (a) dan 2.22 (b)



Gambar 2.22. (a) Simbol transistor NPN dan PNP
(b) Salah satu bentuk fisik transistor

^[5] Malvino, Albert Paul, Ph.D. E.E., *Prinsip – Prinsip Elektronika*, Buku Satu, Salemba Teknika, 2003, halaman 45.

Transistor dapat berfungsi sebagai saklar, dimana transistor akan mempunyai dua kondisi, yaitu kondisi *cutoff* dan kondisi saturasi. Bias yang digunakan untuk mendapatkan dua kondisi tersebut adalah bias basis.

Kondisi saturasi atau jenuh didapat dengan memberikan input pada basis sehingga terjadi hubung singkat antara kolektor dan emitor guna memperoleh arus kolektor maksimum. Keadaan saturasi pada transistor dapat dianalogikan sebagai saklar dalam keadaan tertutup atau on.

Kondisi yang terjadi pada saat transistor dalam keadaan saturasi adalah tegangan antara kolektor dan emitor (V_{ce}) \approx 0,1 Volt, sehingga VCC akan melewati R_c maka akan mendapatkan nilai arus I_c (arus I_c ini adalah arus I_c saturasi) dengan rumus:

$$I_{c(sat)} = \frac{V_{cc}}{R_c} \quad (2.2)$$

Kondisi *cutoff* merupakan kondisi dimana basis dari transistor tidak ada input sehingga hubungan antara kolektor dan emitor terputus dan didapat tegangan V_{ce} maksimum sebesar tegangan yang berada di catu kolektor (V_{cc}), dengan persamaan:

$$V_{ce(cutoff)} = V_{cc} \quad (2.3)$$

$$I_b = \frac{V_{bb} - 0,7}{R_b} \quad (2.4)$$

$$I_c = \beta \times I_b \quad (2.5)$$

$$V_c = V_{cc} - (R_c \times I_c) \quad (2.6)$$

Dimana:

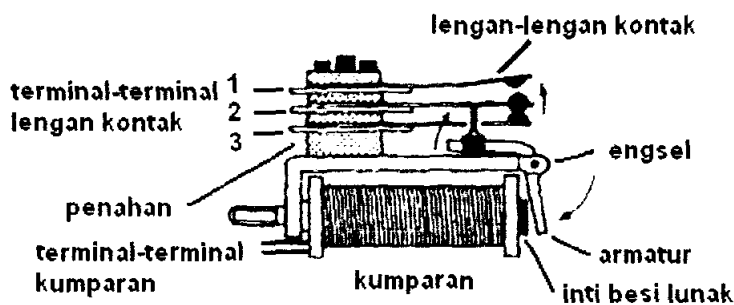
V_{cc} = Tegangan catu daya

V_c = Tegangan kolektor

- V_{bb} = Tegangan pada basis
 I_b = Arus basis
 I_c = Arus kolektor
 β = Gain arus
 R_b = Tahanan pada basis
 R_c = Tahanan pada kolektor

2.5. Relay. ⁽⁴⁾

Relay merupakan komponen elektromagnetik yang dapat mengubah posisi kontak saklar ketika komponen tersebut diberi sinyal input. Komponen relay terdiri dari sebuah kumparan kawat, sebuah inti besi lunak, beberapa lengan kontak, serta armatur, seperti terlihat pada gambar 2.25.

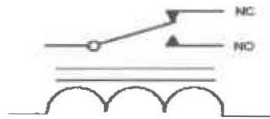


Gambar 2.25. Penampang relay

Cara kerja dari komponen relay adalah ketika arus kontrol kecil mengalir pada kumparan, secara otomatis inti besi lunak akan di magnetisasi, sehingga armatur akan tertarik oleh inti besi lunak yang telah di magnetisasi. Gerakan armatur yang tertarik mengakibatkan posisi lengan kontak berubah, dimana antara lengan kontak 1 dan 2 yang terbuka akan menjadi tertutup sedangkan kebalikannya lengan kontak 2 dan 3 yang tertutup akan menjadi terbuka atau yang biasa disebut dengan *change over* (CO).

^[4] Ibrahim, KF., *Pengantar Sistem Elektronika*, PT. Multi Media, Jakarta, 1986.

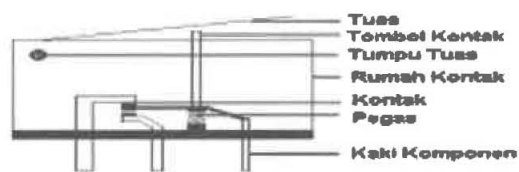
Gambar dari simbol relay dalam dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2.26. Simbol relay.

2.6. *Limit switch*

Limit switch adalah suatu saklar (*switch*) yang dioperasikan oleh sebuah tuas. Dalam penerapannya *limit switch* dapat digunakan sebagai piranti pembatas gerakan mekanis atau sebagai sensor posisi. *Limit switch* umumnya mempunyai 2 kondisi awal yaitu kondisi *Normally Open* (NO), kondisi terbuka apabila tidak ditekan, dan kondisi *Normally Close* (NC), kondisi tertutup apabila tidak ditekan, atau yang biasa disebut *change over*. Kondisi NO akan tertutup dan NC akan terbuka apabila pada tuas dari *limit switch* ditekan. Konstruksi *limit switch* dapat dilihat pada gambar 2.27.



Gambar 2.27 Konstruksi *Limit switch*

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada perancangan dan pembuatan alat ini dibagi menjadi 3 bagian besar seperti pada blok diagram di bawah ini :

1. *Pembuatan hardware* yaitu proses dalam membuat power supply, motor, sensor, meja putar, penampung cairan dan piranti lain yang terkait di dalamnya.
2. *Pembuatan software* yaitu proses dalam membuat prosedur-prosedur untuk program utama, delay, input dan outputan pada sistem.
3. *Penggabungan hardware dan software* adalah bagian dimana terjadi penggabungan antara hardware dengan software yang telah terprogram dalam IC yang nantinya akan membuat alat berjalan secara otomatis.
4. *Uji coba alat* merupakan proses pengujian setelah terjadi penggabungan sekaligus proses penyempurnaan alat.

3.1 Perancangan dan Pembuatan Hardware.

Pada sub bab ini akan dijelaskan secara terperinci mengenai proses pembagian perancangan dan pembuatan hardware.

3.1.1. Power Supply

Power supply sangat diperlukan untuk mengaktifkan suatu sistem. Power supply yang digunakan dengan outputan sebesar :

1. 12 Volt DC digunakan untuk menjalankan motor,
2. 9 Volt DC untuk mengaktifkan IC Mikrokontroler AT89S51, dan
3. 5 Volt DC untuk sensor dan LED.

Tegangan input yang dipakai untuk mengaktifkan power supply adalah tegangan AC, yaitu 220 V. Power supply ini mengeluarkan output sebesar 12 V AC yang mana setelah melalui rangkaian *jembatan diode*, *kapasitor* dan *regulator* maka outputannya yang semula AC kini menjadi 12 V DC. Perubahan ini menggunakan regulator tipe 7812. Sedangkan pada power supply melalui langkah-langkah sebagai berikut :

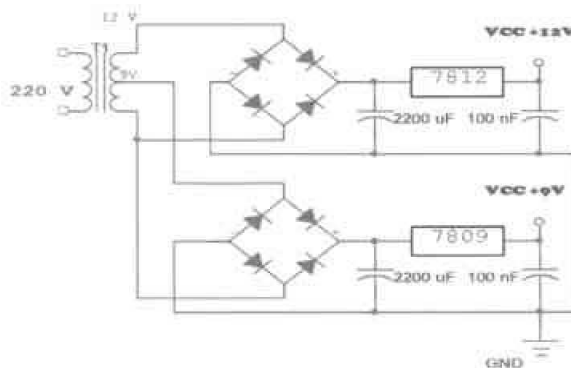
1. Mencari titik outputan 9V AC yang ada pada power supply.
2. Menambahkan rangkaian *jembatan diode*, *kapasitor*, dan *regulator*.
3. Tipe regulator yang digunakan 7809.
4. Mencek kembali outputan yang keluar.

Keterangan :

Jembatan diode : merupakan rangkaian yang terdiri dari 4 buah diode terpasang secara paralel.

Kapasitor : salah satu komponen elektronika yang memiliki fungsi menyimpan muatan sementara.

Regulator : salah satu komponen elektronika yang fungsinya merubah tegangan dari AC menjadi DC.

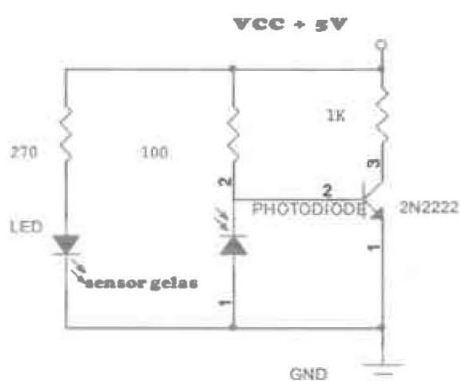


Gambar 3.1 Rangkaian Power Supply

3.1.2 Sensor Pendeteksi Ada atau Tidaknya Gelas.

Pada bagian ini cahaya yang terdeteksi dari *sample* akan diubah ke besaran listrik, piranti yang dipakai adalah sensor *Infra Merah*. *Infra Merah* merupakan suatu rangkaian elektronika yang terdiri dari pemancar dan penerima.

Jenis pemancar dan penerima yang digunakan yaitu LED dan photodiode. LED akan mengirim cahaya dan photodiode menerimanya, oleh karena itu rangkaian ini harus di rangkai sedemikian sehingga saling berhadapan



Gambar 3.2 Rangkaian Sensor Gelas Menggunakan Infra Merah.

Pada *led* menggunakan prinsip elektronika dasar untuk membatasi arus yang masuk. Rumus yang digunakan adalah :

$$I = \frac{V}{R} \quad (3.1)$$

Arus yang dibutuhkan oleh *led* adalah 10 mA hingga 20 mA. Untuk membatasi arus yang masuk digunakan rangkaian seperti gambar 3.6. Jika tegangan Vcc yang digunakan adalah 5 volt dan tahanan 270 Ω , maka arus yang masuk ke LED infra merah sebesar 18,5 mA.

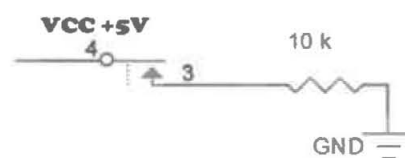
Rangkaian tersebut diletakkan pada sisi kiri pada *casing* dan bagian tengah meja putar. Hingga apabila antara pemancar dan penerima tidak terhalang oleh

gelas maka motor penurunan gelas akan mulai menurunkan gelas, begitu pula sebaliknya apabila sensor terhalang oleh gelas maka motor penurunan gelas conveyor tidak melakukan apa-apa.

3.1.2 Sensor Koin.

Sensor koin ini dirancang sedemikian sehingga hanya mendeteksi dan menerima satu jenis koin saja, yaitu koin logam senilai Rp. 500,00 (lima ratus rupiah) yang berwarna kuning.

Komponen-komponen elektronika yang digunakan untuk sensor koin ini sangatlah sederhana, yakni limit switch dan resistor yang mana input dari limit switch ini dihubungkan langsung ke VCC +5V dan outputnya diberi resistor sebelum dihubungkan langsung ke IC mikrokontroler AT89S51.



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Koin Menggunakan Relay.

3.1.3 RANGKAIAN DRIVER MOTOR

Pada skripsi ini jenis motor yang digunakan adalah motor DC 12V. Rangkaian *driver* digunakan dalam rangkaian sebagai pengontrol inputan dan outputan motor.

Secara teoritis, sebuah motor DC dapat digerakkan langsung oleh *mikrokontroler*. Dalam kenyataannya, arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh *mikrokontroler* terlalu kecil untuk menggerakkan sebuah motor DC. Gerbang-gerbang *Transistor Transistor Logic (TTL)* *mikrokontroler* hanya mampu

mengeluarkan arus dalam orde mili-ampere dan tegangan antara 2 sampai 2,5 Volt. Sementara itu untuk menggerakkan motor DC diperlukan arus yang lebih besar (dalam orde ampere) dan tegangan berkisar 5 sampai 24 Volt.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka digunakan sebuah piranti tambahan yang memenuhi kebutuhan arus dan tegangan yang cukup besar. Rangkaian *driver* motor DC merupakan rangkaian “*open collector*”, dimana output rangkaian ini terhubung dengan *ground* untuk mencatu motor DC.

Rangkaian kontrol ini menentukan kapan lilitan yang diinginkan dalam kondisi *off* atau *on*. Port pada *mikrokontroler* yang digunakan p0.3 (motor meja putar), p0.4 (motor penempatan gelas), p0.5 (motor pompa pengisian).

Ada 3 buah motor yang digunakan pada alat ini, antara lain :

➤ Motor pompa pengisian.

Motor ini digunakan pada proses pengisian, yang mana cairan akan keluar dan turun ke gelas dengan durasi selama 10 detik. Durasi disini dipakai untuk mengatur tingkat ketinggian cairan yang didistribusikan.

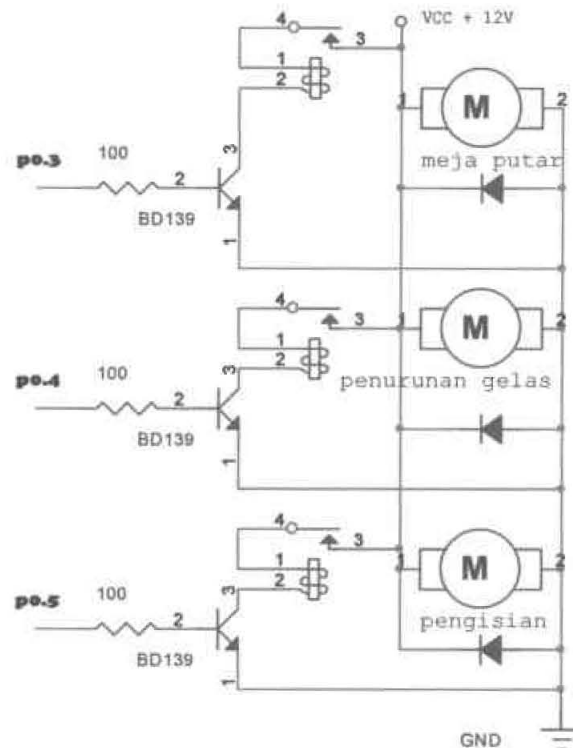
➤ Motor penempatan gelas

Motor ini digunakan pada proses penempatan gelas, yang mana gelas akan turun ke meja putar apabila sensor pendeteksi ada atau tidaknya gelas tidak mendeteksi adanya gelas pada meja putar.

➤ Motor meja putar

Motor ini digunakan pada proses perputaran, yang mana meja akan berputar apabila sensor pendeteksi koin telah mendeteksi adanya koin yang benar dan telah tersedianya gelas untuk pengisian.

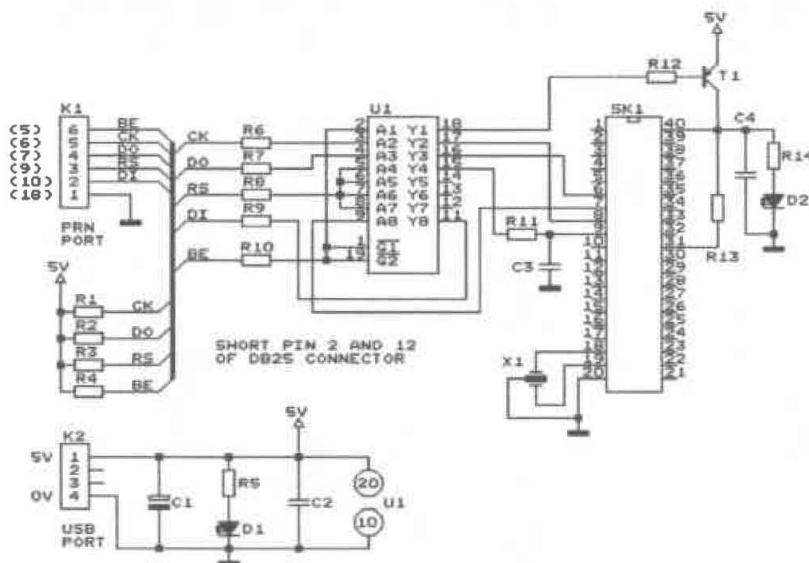
Berikut gambar rangkaian masing-masing motor beserta drivernya :



Gambar 3.4 Rangkaian Driver Motor.

3.1.5 DOWNLOADER MIKROKONTROLLER AT89S51

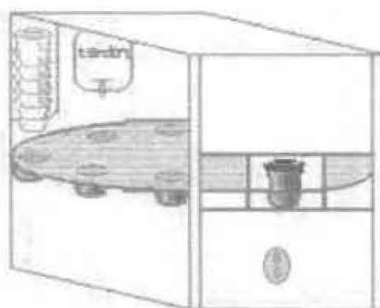
Rangkaian ini digunakan untuk men-*download*-kan program ke *mikrokontroller* untuk pengontrolan motor DC. Pada rangkaian ini digunakan IC 74HCT541 untuk mengisolasi dan sebagai buffer data pada *parallel port*. Selain itu dengan pemanfaatan IC jenis HCT ini memungkinkan *programmer* untuk bekerja secara optimal dan akurat dengan *parallel port*. Pemrograman secara *In System Programming* adalah *programmer* tidak perlu melepas IC *mikrokontroller* pada waktu akan di-*download*-kan, hal ini berarti pen-*download*-an program dapat langsung dilakukan pada rangkaian aplikasi. Yaitu dengan memanfaatkan pin-pin pada *mikrokontroller* AT89S51.



Gambar 3.6 Rangkaian Downloader ISP Flash.

3.2 Bagian Proses dari Sistem.

Gambar dari sistem yang dibuat :

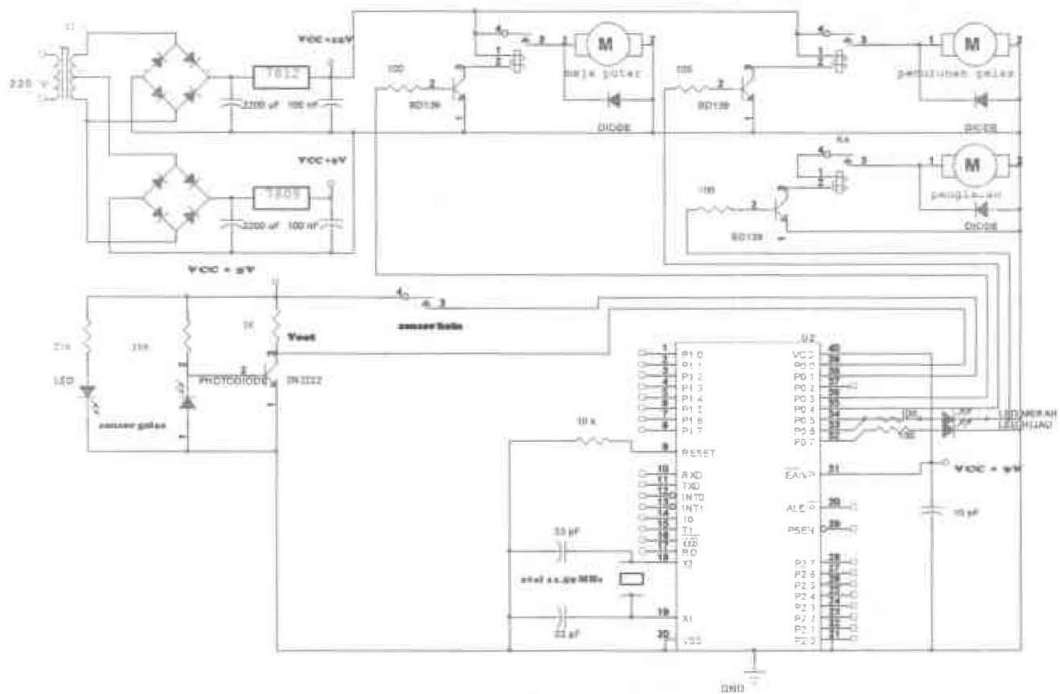


Gambar 3.7. Alat Penyedia Minuman Dengan Inputan Koin.

3.3 Skematik Sistem.

Skematik dari suatu sistem merupakan bagian terpenting, karena dengan skematik maka rangkaian elektronika akan lebih teratur dan lebih mudah untuk dimengerti. Skematik ini juga termasuk salah satu proses perancangan dalam membuat atau merancang suatu sistem.

Berikut ini gambar skematik dari sistem :



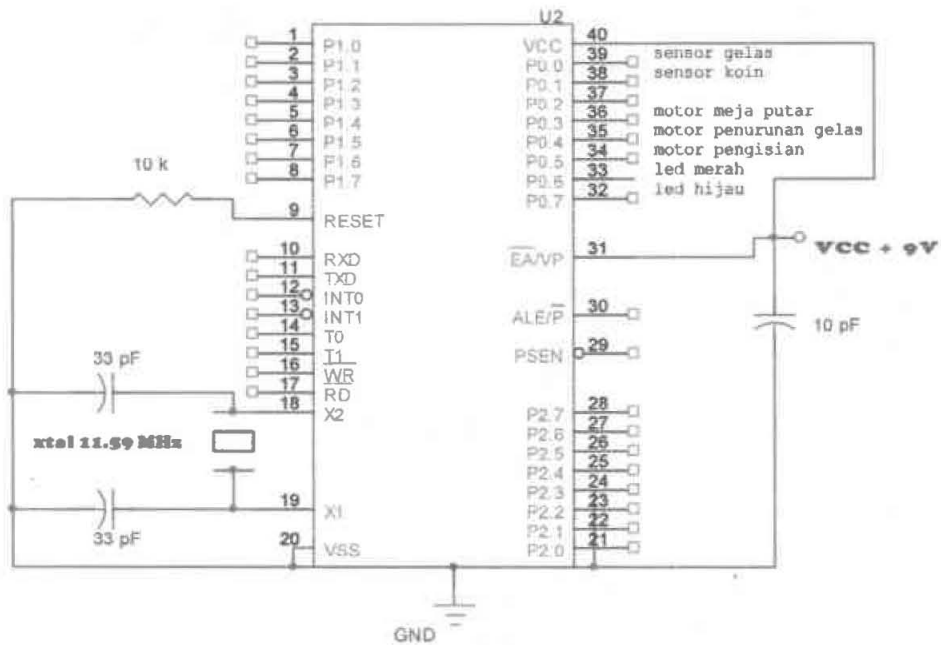
Gambar 3.9. Skematik Sistem.

3.3.1 Mikrokontroler AT89S51

Dalam rangkaian ini fungsi utama dari mikrokontroler adalah sebagai pengolah data dan pengontrol dari perangkat keras. Penjelasan fungsi dari pin-pin AT89C51 adalah sebagai berikut :

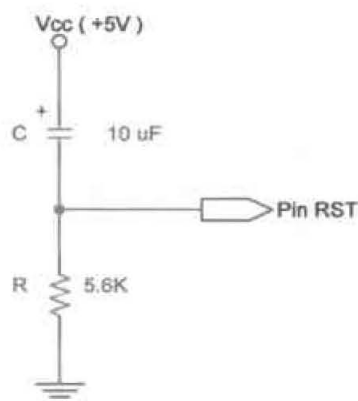
- *Port 0* untuk sensor : p0.0 (sensor koin)
 - p0.1 (sensor gelas)
 - p0.3 (motor meja putar)
 - p0.4 (motor conveyor)
 - p0.5 (motor pengisian)
 - p0.6 (led merah)
 - p0.7 (led hijau)

Rangkaian mikrokontroler AT89C51 dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Rangkaian mikrokontroler AT89S51.

Pada perancangan *reset* memakai sistem *power on reset*, yakni proses *reset* yang berlangsung secara otomatis pada saat sistem pertama kali mendapat *supply* tegangan. Proses ini mempengaruhi semua register dan *internal data memory*. Untuk mendapatkan proses ini, maka pin RST harus diberi tambahan rangkaian seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Rangkaian *power on reset*.

Frekuensi *crystal* yang digunakan adalah 11,59 MHz dengan 1 *machine cycle* (mc) = 12 periode osilator, maka waktu yang dibutuhkan program untuk mengeksekusi satu instruksi dapat dihitung sebagai berikut :

$$f_{\text{1cycle}} = \frac{f_c}{12} = \frac{11,59 \times 10^6}{12} = 0,9658 \times 10^6 = 0,9658 \text{ MHz}$$

$$T = \frac{1}{f_{\text{1cycle}}} = \frac{1}{0,9658 \times 10^6} = 1,0354 \times 10^{-6} = 1,0354 \mu\text{s}$$

Reset terjadi jika pin RST bernilai *high* selama minimal 2 *machine cycle* lalu kembali bernilai *low*. Dari perhitungan diperoleh 1 *machine cycle* = 1,0354 μs , berarti *reset* terjadi jika pin RST bernilai *high* selama 2 mc = 2x1,0354 μs (=2,0708 μs). Dari *data sheet* diperoleh $V_{\text{rst}} = V_{\text{IH1}} = 0,7 V_{\text{cc}}$, dengan menggunakan rumus $V_{\text{rst}} = V_{\text{cc}} * e^{-t/\tau}$ maka diperoleh :

$$0,7 = e^{-t/\tau}$$

$$0,7 = e^{-2,0708 \mu\text{s} / \tau}$$

$$|\ln 0.7| = \left| \ln e^{-2,0708 \mu\text{s} / \tau} \right|$$

$$0,3567 = \frac{2,0708 \mu\text{s}}{\tau}$$

$$\tau = 5,81 \mu\text{s}$$

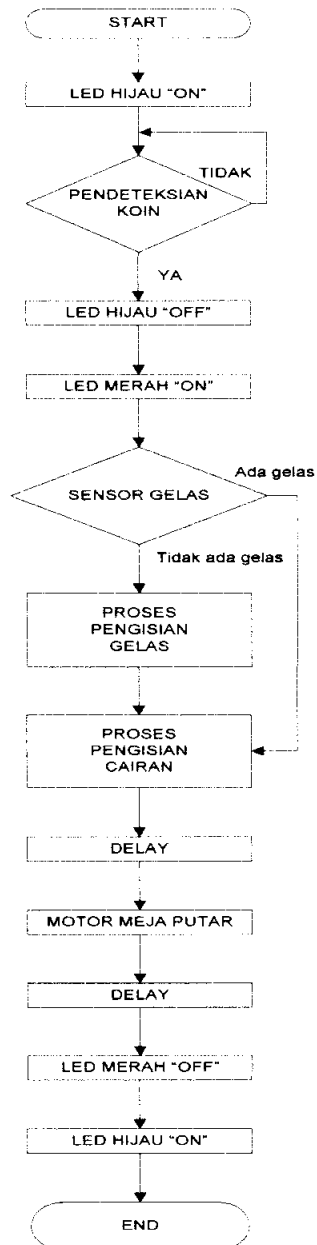
3.4 Perancangan dan Pemrograman Software.

Suatu sistem akan memperoleh hasil yang optimal jika penyusunan perangkat keras digabungkan dengan perangkat lunak (*software*). Bahasa yang digunakan pada penulisan *software* dalam skripsi ini adalah bahasa assembly.

3.4.1 Diagram Alir Perangkat Lunak (*Software*)

Berbeda dengan diagram alir sistem, diagram alir *software* ini merupakan kumpulan dari langkah-langkah yang terkandung dalam sistem.

Dalam diagram alir *software* ini, diatur secara berurutan proses-proses yang akan dijalankan oleh sistem.



Gambar 3.12. Diagram alir perangkat lunak (*software*).

3.4.2 Listing Program.

Pada pembuatan listing program terbagi 4 bagian, pembagian ini dikarenakan adanya berbagai prosedur-prosedur yang akan mengatur bagian-bagian dalam sistem.

Bagian-bagian khusus ini terdiri dari :

- Pendeteksian Ada Atau Tidaknya Koin Sebagai Inputan.

Bagian ini menjelaskan bagaimana cara sensor koin akan meminta inputan sehingga sistem dapat beroperasi. Inputan sensor akan masuk ke dalam port 0.0 pada IC mikrokontroler, yang mana nantinya diproses oleh IC mikrokontroler. Berikut bahasa pemrogramannya :

```
main :      mov  p0,#00h
           jnb  p0.1,$
```

- Pendeteksian Ada Atau Tidaknya Gelas.

Bagian ini menjelaskan bagaimana cara sensor infra merah akan mengirimkan perintah pada IC mikrokontroller untuk melakukan outputan sesuai yang diinginkan (apabila antara led dengan photodiode terhalang oleh gelas maka sistem akan menjalankan motor putar, akan tetapi bila antara led dengan photo diode tidak terhalang gelas, maka gelas akan diturunkan ke meja putar). Inputan sensor akan masuk ke dalam port 0.1 pada IC mikrokontroler, yang mana nantinya diproses oleh IC mikrokontroler. Berikut bahasa pemrogramannya :

```
snr_gls :  mov  p0,#0ffh
           jnb  p0.0,isi
```

- Prosedur Delay.

Bagian ini menjelaskan bagaimana cara pengaturan proses delay atau jeda waktu yang diinginkan dalam menjalankan suatu *subroutine*. Berikut bahasa pemrogramannya :

```

delay :      mov    r7,#45

ls :        mov    r6,#100

lms :       mov    r5,#100

             djnz   r5,$

             djnz   r6,lms

             djnz   r7,ls

```

- Pengisian Cairan.

Bagian ini menjelaskan bagaimana cara cairan akan mengisi gelas. Port yang dipakai untuk menjalankan motor pompa pengisian adalah port 1. Berikut bahasa pemrogramannya :

```

isi :        setb   p0.5

             mov    r4,#5

ten_s :     lcall  delay

             djnz   r4,ten_s

             clr    p0.5

```

- Penurunan Gelas.

Bagian ini menjelaskan bagaimana cara motor penurunan gelas akan menurunkan gelas tepat pada meja putar. Port yang digunakan port 1.4.

Berikut bahasa pemrogramannya :

```
turun :      setb  p0.4  
          lcall delay  
          clr    p0.4
```

- Perputaran Motor Dengan Sudut 45°.

Bagian ini menjelaskan bagaimana cara motor akan memutar meja putar sebesar 45°. Berikut bahasa pemrogramannya :

```
mtr_ptr :   setb  p0.3  
          lcall  delay  
          clr    p0.3
```

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

Setelah melalui proses perencanaan dan pembuatan sistem maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian dan analisa yang dilakukan meliputi pengujian dan pengukuran pendeteksian koin yang masuk dan yang akan di proses, pendeteksian ada atau tidaknya gelas pada meja putar, proses pengisian cairan hingga mencapai volume 200ml, ketepatan perputaran sudut meja putar hingga mencapai sudut 45° hingga cairan yang akan keluar akan jatuh tepat pada gelas.

Setelah dilakukan pengujian maka langkah selanjutnya adalah dilakukan analisa terhadap sistem yang telah dibuat, sehingga bisa membandingkannya dengan teori yang sudah ada, apakah ada perbedaan antara praktek dan teori, kemudian dicari pemecahan dari masalah tersebut.

4.1 Pengujian Kepekaan Pendeteksi Koin.

Pengujian ini digunakan untuk mendeteksi jenis-jenis koin yang masuk dan akan diproses lebih lanjut, berikut tabel pendeteksiannya :

Tabel 4.1 Pengujian Kepekaan Pendeteksi Koin.

<i>Status/ Percobaan</i>	100 putih	100 kuning	500 kuning
1	√	√	√
2	√	√	√
3	√	√	X
4	X	√	√
5	√	√	√
6	√	√	√
7	√	X	√
8	√	√	√
9	√	√	X
10	√	X	√
11	√	√	√
12	√	√	√
13	X	X	√
14	√	√	√
15	√	√	√

Keterangan : √ = **Berhasil**

X = Gagal

Hasil pengujian : alat telah berhasil membedakan antara uang logam dari Rp.

100,00 sampai dengan Rp. 500,00 dengan persentase kesalahan $\frac{7}{45} \times 100\% = 16\%$

4.2 Pengujian Ada Atau Tidaknya Gelas.

Pengujian ini digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya gelas pada meja putar yang akan digunakan untuk diisi oleh motor pompa pengisian berikut tabel input dan outputan dari infra merah:

Tabel 4.2 Pengujian Ada Atau Tidaknya Gelas.

Percobaan Ke –	Input (Volt)	Output (Volt)	Status Gelas
Saat ada Gelas			
1	5 V	1.0	ada
2	5 V	1.1	ada
3	5 V	1.0	ada
4	5 V	1.1	ada
5	5 V	1.2	ada
Saat tidak ada gelas			
6	5 V	0.2	Tidak ada
7	5 V	0	Tidak ada
8	5 V	0.1	Tidak ada
9	5 V	0.1	Tidak ada
10	5 V	0.1	Tidak ada

Hasil pengujian : sistem berhasil mendeteksi ada atau tidaknya gelas dan nilai voltage output sensor telah sesuai dengan data pada *datasheet*. Persentase

kesalahan pada sensor pendeteksi ada atau tidaknya gelas : $\frac{0}{10} \times 100\% = 0\%$

4.3. Pengujian Ketepatan Pengisian Cairan Dengan Sistem Timer.

Pengujian ini digunakan untuk mendeteksi jumlah cairan yang diisikan ke dalam gelas kosong pada meja putar. Berikut tabel perbandingan waktu dengan volume pada gelas kosong pada meja putar:

Tabel 4.3 Pengujian Ketepatan Pengisian Cairan Dengan Sistem Timer.

Percobaan ke -	Volume (cc)
1	200
2	205
3	200
4	205
5	200
6	200
7	205
8	200
9	200
10	205
11	200
12	200
13	200
14	205
15	200
16	200
17	200
18	200
19	200
20	205
Vol rata-rata	201,5

Hasil pengamatan : sistem telah mampu mengisi cairan dalam gelas kosong

dengan persentase kesalahan sebesar $\frac{7}{25} \times 100\% = 28\%$.

4.4 Pengujian Ketepatan Perputaran Motor Dengan Sudut 45°.

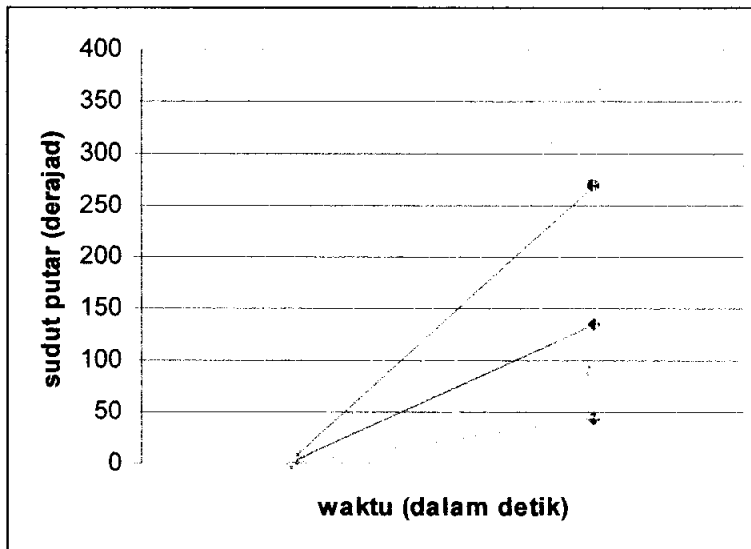
Pengujian ini digunakan untuk mendeteksi besar sudut putar yang terjadi dalam proses perputaran motor pada meja putar. Cara yang dilakukan dalam proses pengujian menggunakan media stopwatch dan motor dc yang digunakan. Langkah-langkah untuk mengukur sudut perputaran per 45° :

1. Tandai salah satu sisi pada sisi putar motor DC (dengan spidol, kertas yang dilekatkan).
2. Siapkan *Stopwatch* untuk persiapan mengukur perputaran pada motor DC yang akan diukur.
3. Jalankan motor secara bersamaan dengan dimulainya penekanan tombol pada *stopwatch*.
4. Tunggu sampai angka pada *stopwatch* menunjukkan satu menit, hitung berapa putaran yang terjadi pada motor DC selama satu menit. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui besar *rpm* dari motor DC yang digunakan.
5. ulangi beberapa kali percobaan diatas, hingga didapatkan nilai rata-rata dari *rpm* motor DC.

Berikut tabel perbandingan waktu dengan besar sudut putar pada meja putar:

Tabel 4.4 Pengujian Ketepatan Perputaran Motor Dengan Sudut 45°.

45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
00:00:00.572	00:00:01.317	00:00:02.073	00:00:02.895	00:00:03.695	00:00:04.487	00:00:05.292	00:00:06.083
00:00:00.564	00:00:01.313	00:00:02.067	00:00:02.891	00:00:03.694	00:00:04.483	00:00:05.286	00:00:05.985
00:00:00.568	00:00:01.312	00:00:02.071	00:00:02.893	00:00:03.684	00:00:04.473	00:00:05.281	00:00:05.976



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Perputaran Motor Dengan Sudut 45°.

Waktu rata-rata yang diperlukan untuk memutar sebesar 45° selama 00:00:00.568.

Hasil pengamatan : sistem telah berhasil memutar meja putar sebesar 45°.

BAB V
PENUTUP

BAB V

PENUTUP

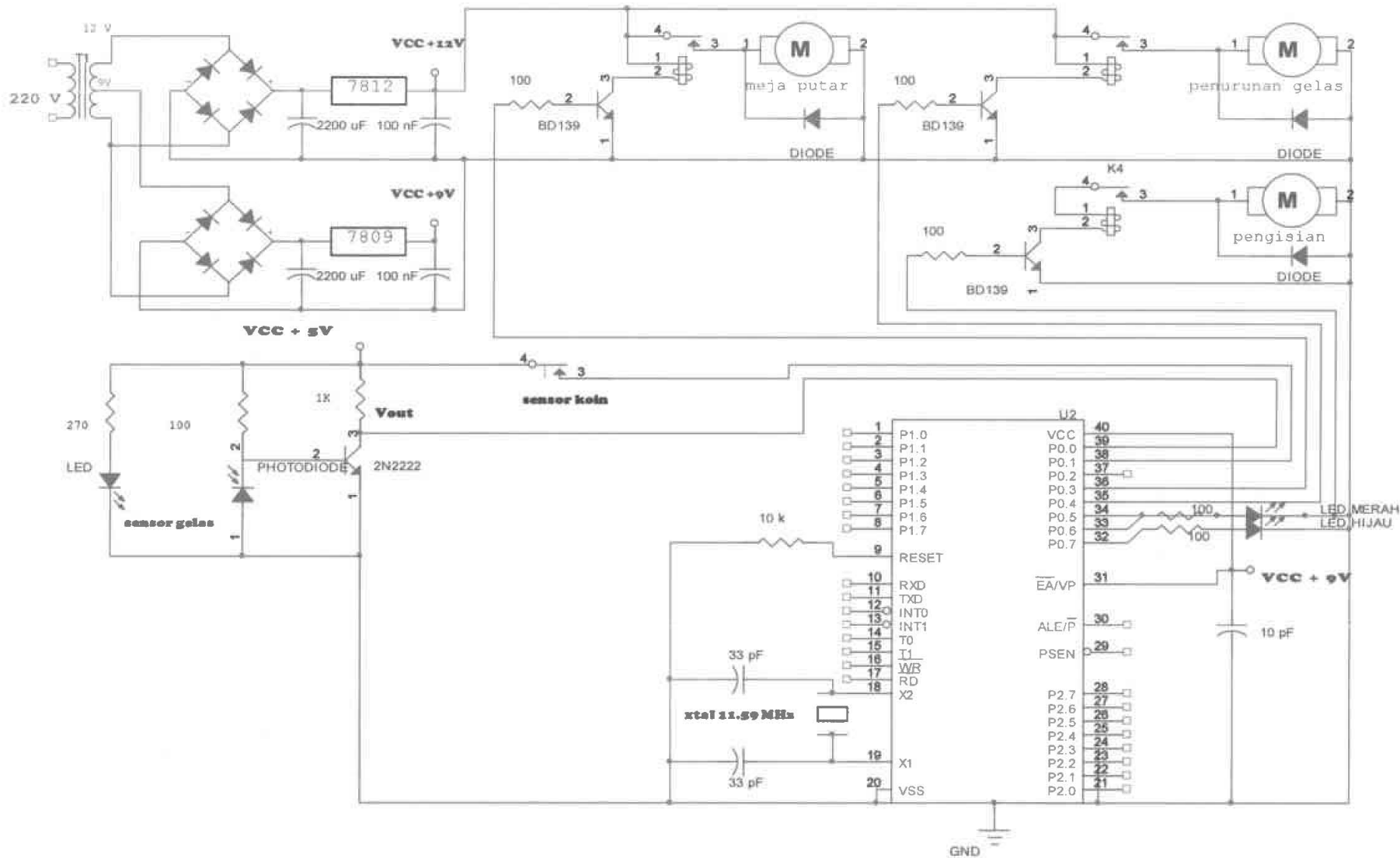
Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian dari Sistem Penyedia Minuman dengan Inputan koin yang telah dibuat ini diketahui bahwa :

1. Dari tabel 4.1 maka jenis uang logam yang dapat diproses ke dalam sistem adalah uang logam Rp. 500,00 rupiah yang berwarna kuning saja.
2. Dari tabel 4.2 nilai outputan dari sensor telah sesuai dengan nilai yang tertera pada data sheet, sehingga sensor infra merah dapat mendeteksi sesuai dengan yang diharapkan.
3. Dari tabel 4.3 cairan dapat diisi ke dalam gelas kosong sebanyak 200 cc.
4. Dari tabel 4.4 motor meja putar berputar sebesar 45° ke arah kanan.
5. Berdasarkan dari keseluruhan hasil pengukuran dan pengujian diketahui bahwa alat skripsi ini masih memiliki tingkat persentase error yang masih tergolong kecil (<50%).

DAFTAR PUSTAKA

1. Frederich J.Bueche, Patrick, Dale R., Fardo, Stephen W., *Rotating Electrical Machines & Power Systems*, Second Edition, The Fairmont Press, Inc., Lilburn,GA, 1997.
2. Muhammad Ali Mazidi, Janice Gillispie Mazidi, Rolin D. McKinlay : “the 8051 Microcontroller and Embendedd Systems”, Pearson Education International, 2006
3. Paulus Andi Nalwan, *Panduan Praktis Teknik Antar Muka dan Pemrograman Mikrokontroller AT89S51*, Gave Media, 2003.
4. Tim Penyusun, *Modul Praktikum Sistem Instrumentasi Elektronika UKWM Surabaya*, Jurusan Teknik Elektro.
5. Malvino, Albert Paul, Ph.D. E.E., *Prinsip – Prinsip Elektronika*, Buku Satu, Salemba Teknika, 2003.
6. Ibrahim, KF., *Pengantar Sistem Elektronika*, PT. Multi Media, Jakarta, 1986
7. <http://www.myfisika.net/materi/rangkaian%20listrik%20searah.pdf>
(4 September 2006)
8. _____, “AT89S51 datasheet”, <http://www.atmel.com/> (10 September 2006)
9. _____, “ISP Flash Programming ” <http://www.kmitl.ac.th/~kswichit/ISP-Pgm3v0/ISP-Pgm3v0.html> (10 September 2006)
10. http://developer.intel.com/design/mcs51/docs_mcs51.htm
(14 Oktober 2006)
11. http://www.crouzet.com/catalogue_web/pdf/ENG/ndb12_eng.pdf
(26 Oktober 2006)
11. http://www.joliettech.com/dc_drives_principles_of_operation.htm
(7 November 2006)
13. <http://www.howstuffworks.com/motor.htm> (7 November 2006)
14. <http://lancet.mit.edu/motors/motors3.html> (12 November 2006).

LAMPIRAN



BIODATA



Nama : Angie Kurniawan

NRP : 5103002049

TTL : Surabaya, 18-08-1984

Agama : Konghuchu

**Alamat Rumah : Jl. Klampis Semolo Barat 77
Surabaya.**

Riwayat Pendidikan :

- Tahun 1990 Lulus TK YPPI-IV Surabaya.
- Tahun 1996 Lulus SD YPPI-VI Surabaya.
- Tahun 1999 Lulus SLTP YPPI-II Surabaya.
- Tahun 2002 Lulus SMU YPPI-I Surabaya.
- Tahun 2007 Lulus dari Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

LISTING PROGRAM

```
$include (reg51.inc)

org 0000h

main:      mov    p0,#00h      ; pengosongan port
awal:      setb   p0.7         ; lampu hijau nyala

inp:       setb   p0.1         ; logika hi p0.1
           jb     p0.1,$       ; deteksi koin bila 1 cari terus
           clr    p0.7         ; lampu hijau mati
           setb   p0.6         ; lampu merah nyala

snr_gls:   setb   p0.0         ;
           jb     p0.0,$       ; deteksi gelas bila 0 ngisi air

turun:     setb   p0.4         ; nyalain nurunin gelas
           lcall  delay        ; sekian detik
           clr    p0.4         ; matiin nurunin gelas
           setb   p0.0         ;
           jnb    p0.0, turun   ; cek gelas, kalau 1 isi gelas

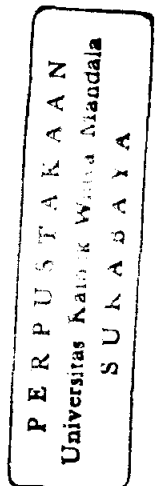
isi:       setb   p0.5         ; nyalain ngisi air
           mov    r4,#5        ; isi r4
ten_s:     lcall  delay        ; sekian detik
           djnz   r4,ten_s     ; hitung r4
           clr    p0.5         ; matiin ngisi air

mtr_ptr:   setb   p0.3         ; muter meja
           lcall  delay        ; sekian detik
           clr    p0.3         ; matiin meja
           clr    p0.6         ; lampu merah mati

           jmp    awal         ; kembali ke awal

delay:     mov    r7,#40       ; isi r7
ls:        mov    r6,#100      ; isi r6
lms:       mov    r5,#100      ; isi r5
           djnz   r5,$         ; hitung r5
           djnz   r6,lms       ; hitung r6
           djnz   r7,ls        ; hitung r7
           ret

end.
```



DT-1/O

INFRA RED RECEIVER

Infra Red Receiver merupakan suatu modul penerima data melalui gelombang infra merah dengan frekuensi carrier sebesar 38 kHz. Modul ini dapat difungsikan sebagai input dalam aplikasi transmisi data nirkabel seperti robotik, sistem pengaman, datalogger, absensi, dan sebagainya.

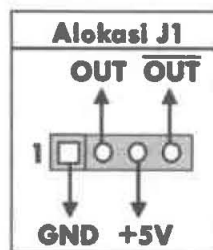
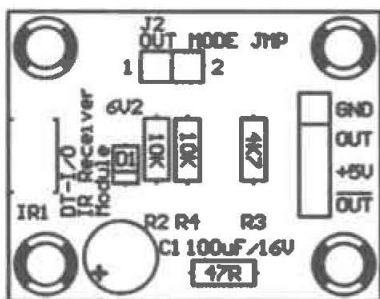
Spesifikasi Hardware

1. Tegangan kerja: +5 VDC.
2. Frekuensi carrier penerima infra merah: 38 kHz.
3. Panjang gelombang puncak 950 nm.
4. Sudut penerimaan $\pm 45^\circ$.
5. Memiliki 2 output: non-inverting (OUT) dan inverting ($\overline{\text{OUT}}$). Keduanya kompatibel dengan level tegangan TTL, CMOS, dan RS-232.

	Menerima IR 38 kHz	Tidak Menerima IR 38 kHz
Logika pada OUT	0	1
Logika pada $\overline{\text{OUT}}$	1	0

6. Kompatibel penuh dengan DT-51™ Minimum System (MinSys) ver 3.0, DT-51™ PetraFuz, DT-BASIC Series, DT-51™ Low Cost Series, DT-AVR Low Cost Series, dan lain-lain.

Tata Letak & Pengaturan Jumper



Konfigurasi J2 (OUT MODE JMP)	
J2 	Jika jumper tidak terpasang, maka output yang dapat digunakan adalah pin OUT (J1 pin 2)
J2 	Jika jumper terpasang, maka output yang dapat digunakan adalah pin $\overline{\text{OUT}}$ (J1 pin 4)

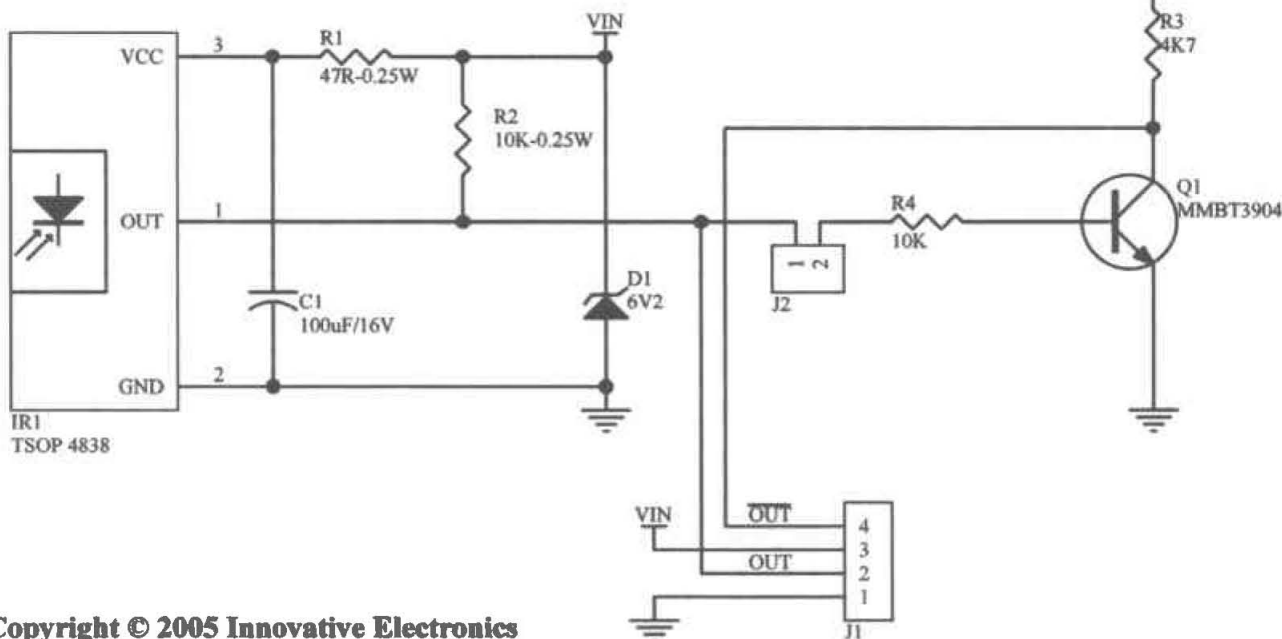
Prosedur Testing

1. Hubungkan sumber tegangan +5 VDC ke modul Infra Red Receiver.
2. Lepas jumper J2.
3. Ukur tegangan pada pin OUT dengan voltmeter. Nilainya akan berada pada logika '1' (sekitar 5 V).
4. Pasang jumper J2.
5. Ukur tegangan pada pin $\overline{\text{OUT}}$ dengan voltmeter. Nilainya akan berada pada logika '0' (sekitar 0 V).
6. Beri sinyal infra merah 38 kHz (dengan modul Infra Red Transmitter berjarak < 30 cm) secara terus menerus.
7. Lepas jumper J2.
8. Ukur tegangan pada pin OUT dengan voltmeter. Nilainya akan berada pada logika '0' (sekitar 0 V).
9. Pasang jumper J2.
10. Ukur tegangan pada pin $\overline{\text{OUT}}$ dengan voltmeter. Nilainya akan berada pada logika '1' (sekitar 5 V).

Datasheet TSOP4838 dapat di-download di www.innovativeelectronics.com pada bagian Support.

♦ Terima Kasih atas kepercayaan Anda menggunakan produk kami, bila ada kesulitan, pertanyaan atau saran mengenai produk ini silahkan menghubungi technical support kami :

support@innovativeelectronics.com



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 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

Preliminary

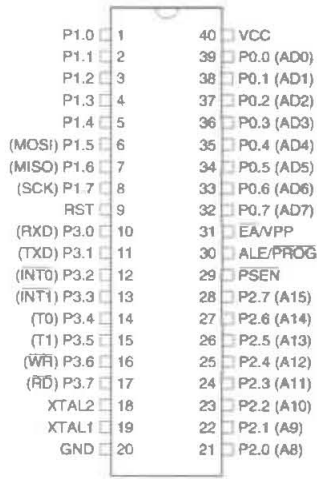
Rev. 2487A-10/01



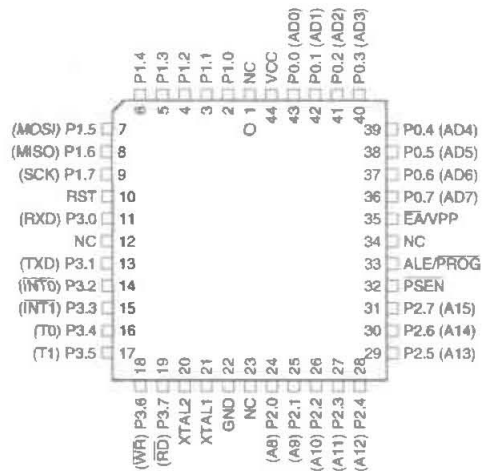


Pin Configurations

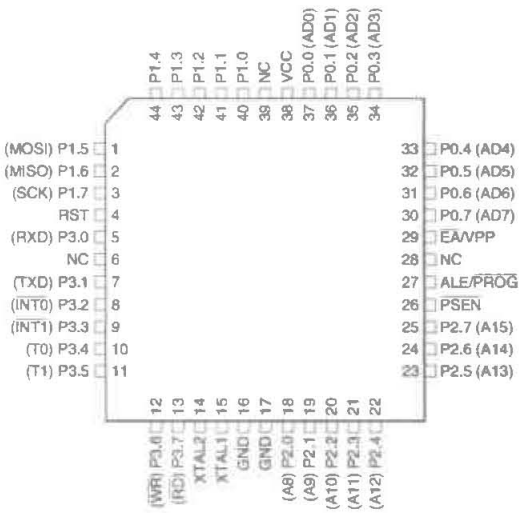
PDIP



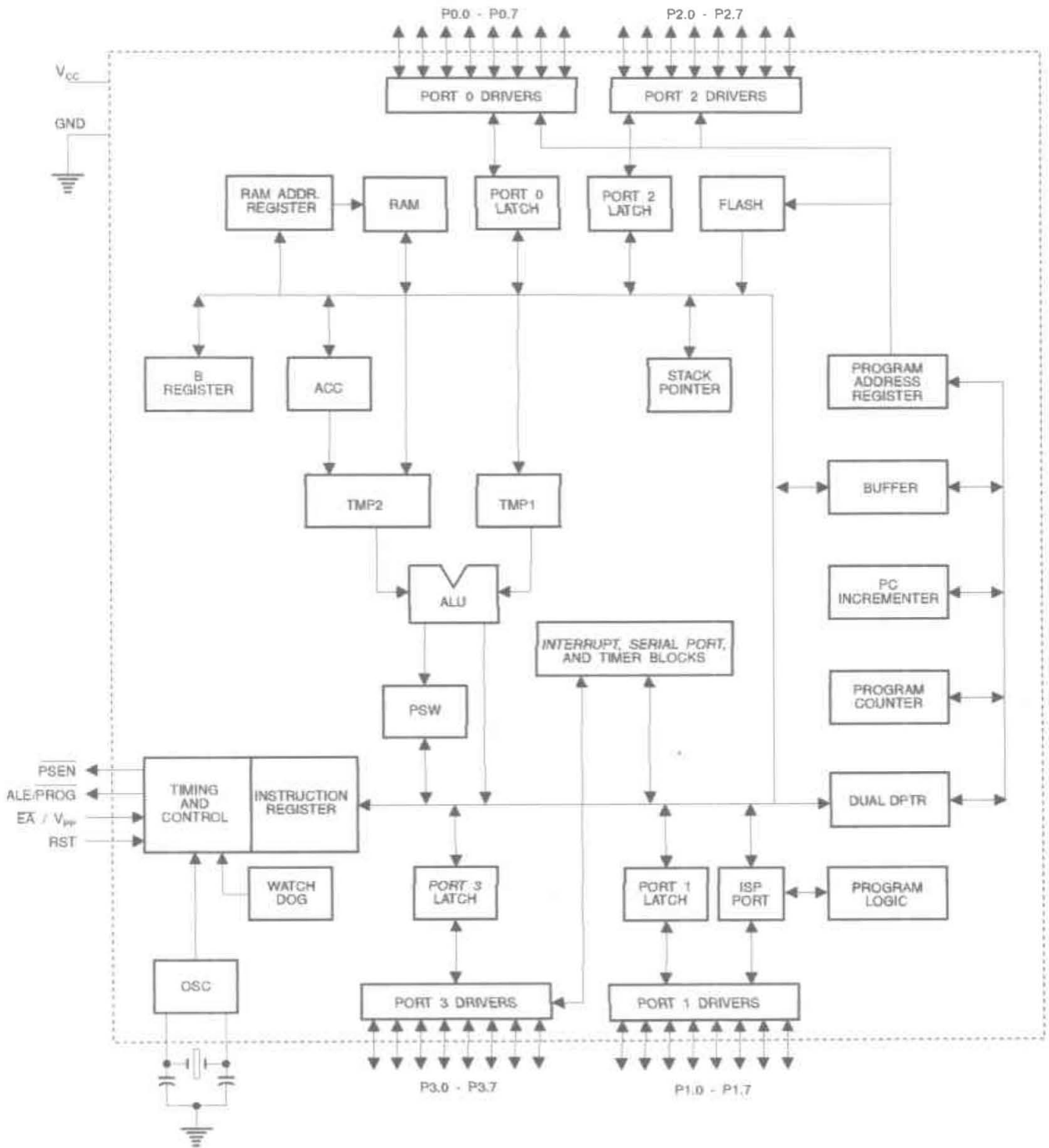
PLCC



TQFP



Block Diagram





Pin Description

VCC Supply voltage.

GND 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)

RST

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

ALE/PROG

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

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

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

PSEN

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

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

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

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

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

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

XTAL1

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

XTAL2

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 XXXXXXXX0				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 XX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XX0000	87H

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR	Address = 8EH							Reset Value = XXX00XX0B
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
–	–	–	–	WDIDLE	DISRTO	–	–	DISALE
–	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 rest under software control and is not affected by reset.

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1								
Address = A2H								
Reset Value = XXXXXX0B								
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	DPS
–	–	–	–	–	–	–	–	–
– 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 (One-time Enabled with Reset-out)

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

Using the WDT

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

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

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



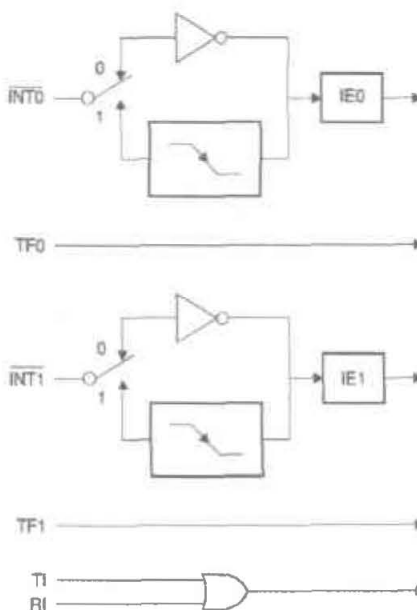
Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

(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.

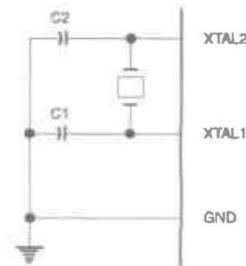
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

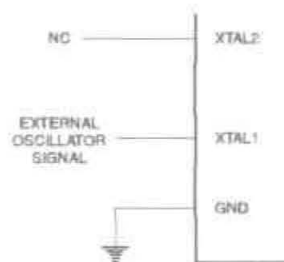
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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 ± 10 pF for Crystals = 40 pF ± 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 Bits

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in 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, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

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

Programming the Flash – Parallel Mode

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

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

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming 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/ \overline{PROG} once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50 μ s. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89S51 features 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 $\overline{\text{RDY/BSY}}$ 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/PROG low for a duration of 200 ns - 500 ns.

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

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

Programming the Flash – Serial Mode

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

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

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

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.

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
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L		12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

- Notes:
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)

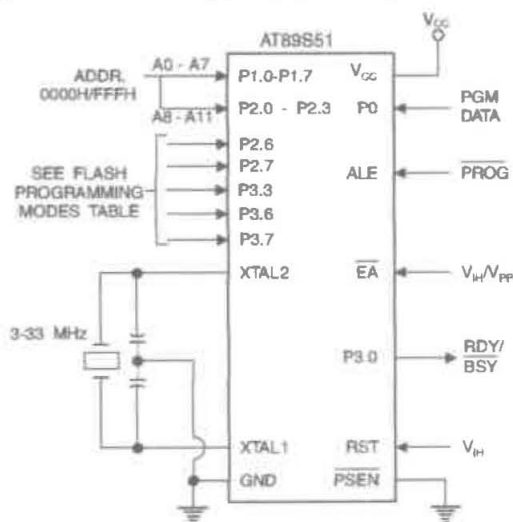
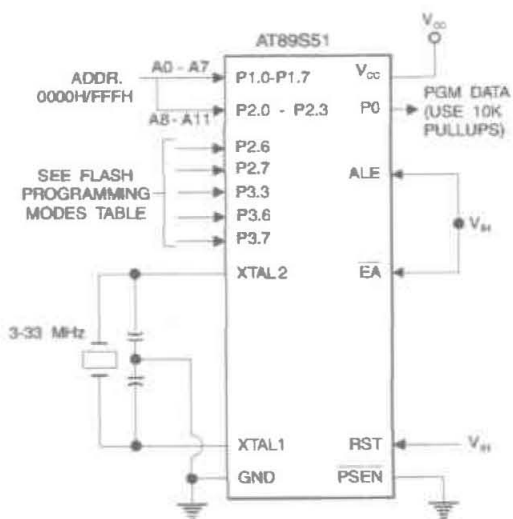


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

$T_A = 20^\circ\text{C}$ 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		30	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	33	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHS}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	0.2	1	μs
t_{AVCV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELOV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		50	μs

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

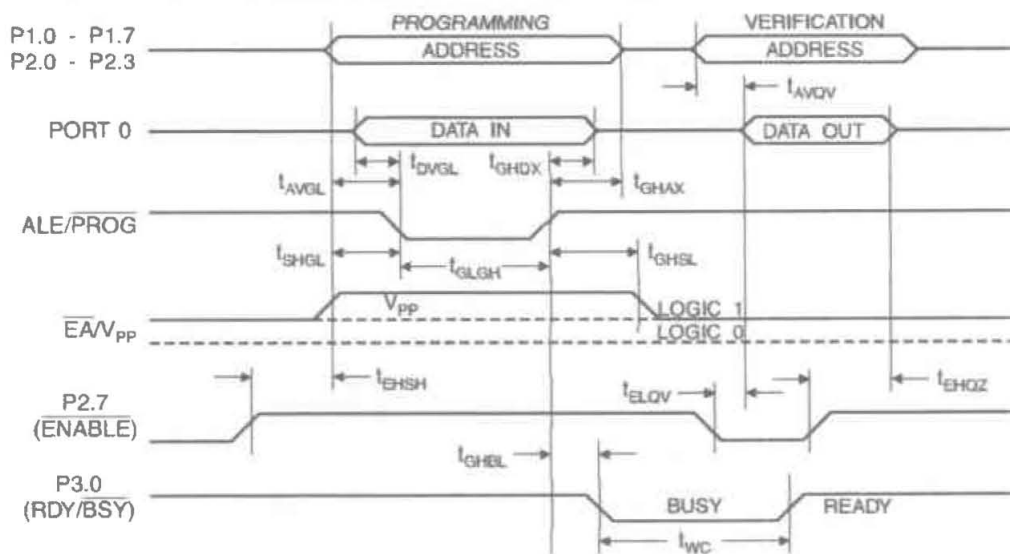
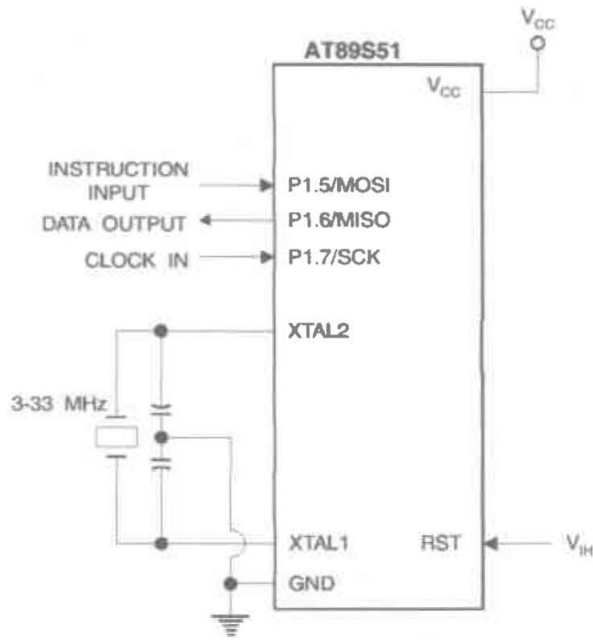


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms

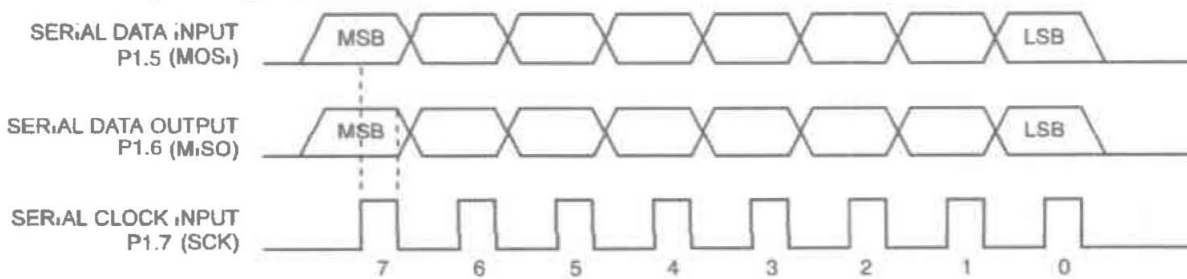


Table 8. Serial Programming Instruction Set

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 A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽²⁾	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx LB3 LB2 LB1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes ⁽¹⁾	0010 1000	xxx A5 A4 A3 A2 A1	A0 xxx xxxx	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

Notes: 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

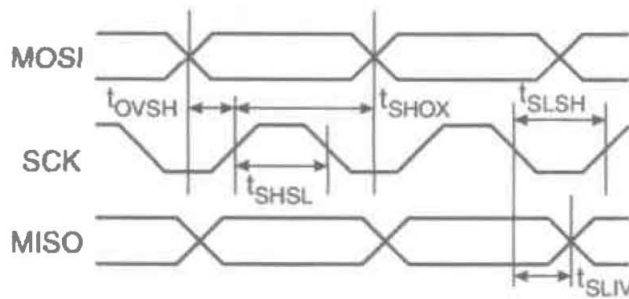


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	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
t_{ERASE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{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
DC Output Current	15.0 mA

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

DC Characteristics

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

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except $\bar{E}A$)	-0.5	$0.2 V_{CC}-0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage ($\bar{E}A$)		-0.5	$0.2 V_{CC}-0.3$	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC}+0.9$	$V_{CC}+0.5$	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC}+0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, $\bar{P}SEN$)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\bar{P}SEN$)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{iL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\bar{E}A$)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
		Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50

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

Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA

Maximum I_{OL} per 8-bit port:

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

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

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

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

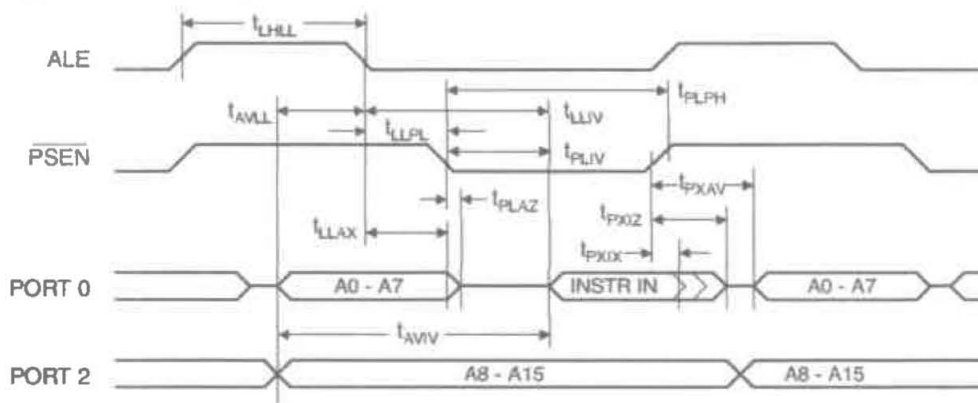
AC Characteristics

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

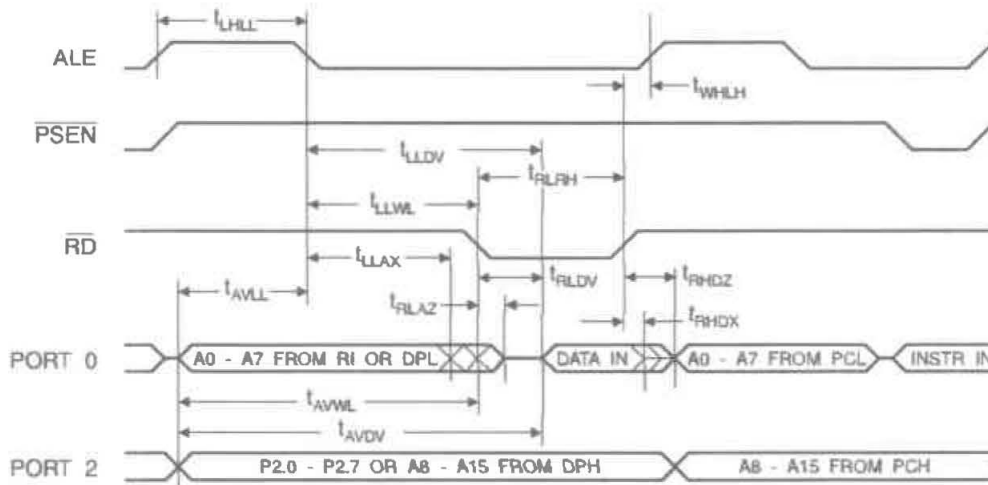
External Program and Data Memory Characteristics

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

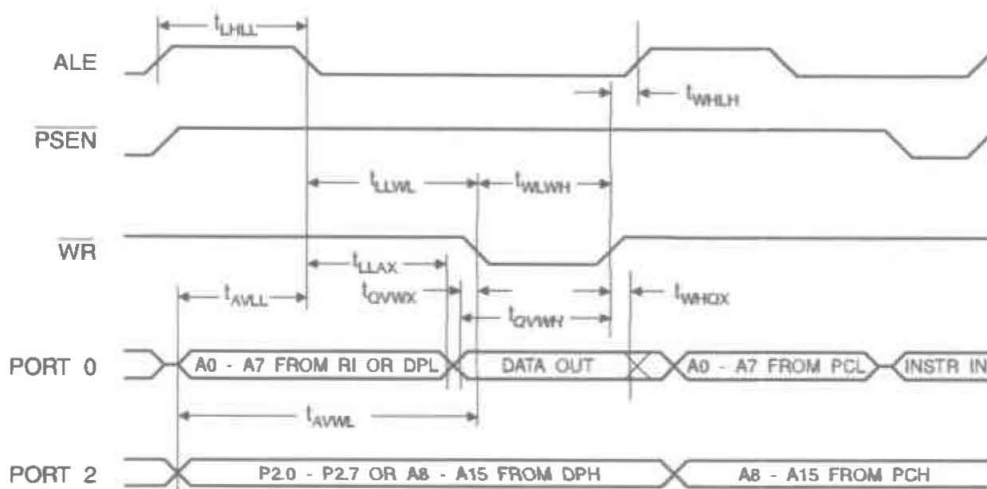
External Program Memory Read Cycle



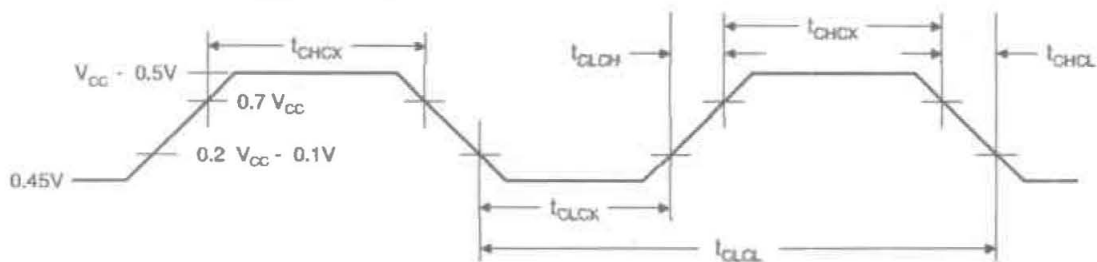
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

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

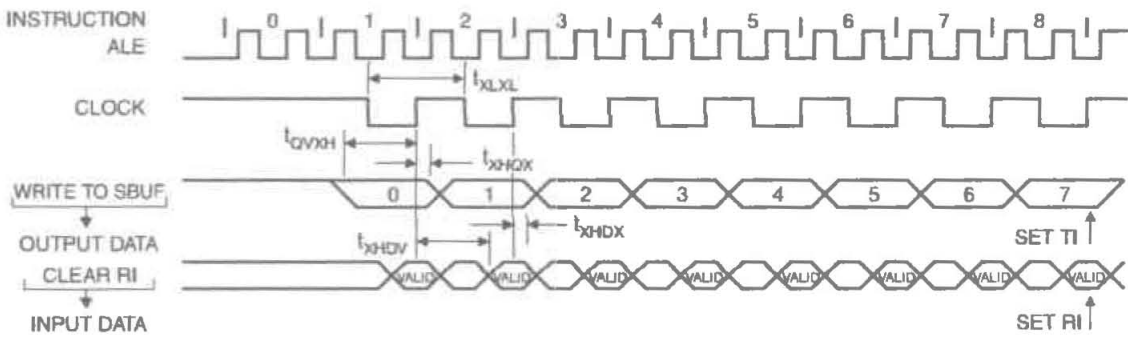


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

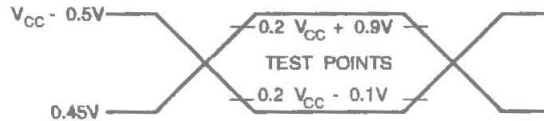
The values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF.

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

Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Float Waveforms⁽¹⁾



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

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	

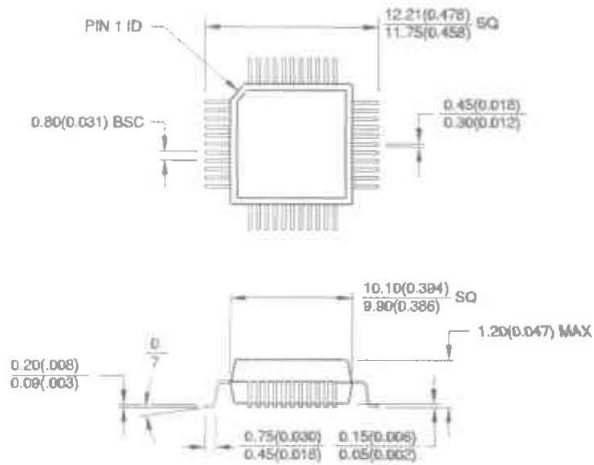
 = Preliminary Availability

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



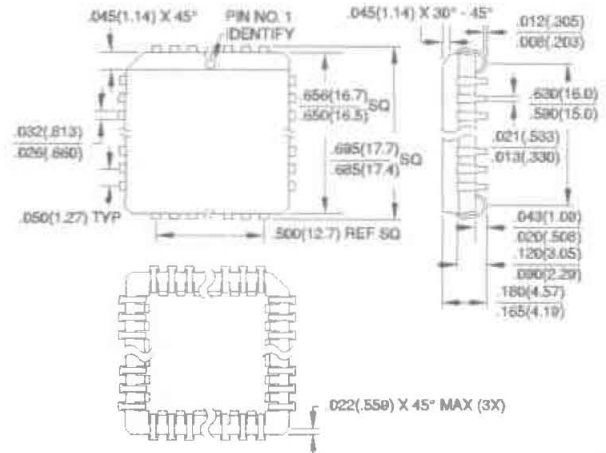
Packaging Information

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

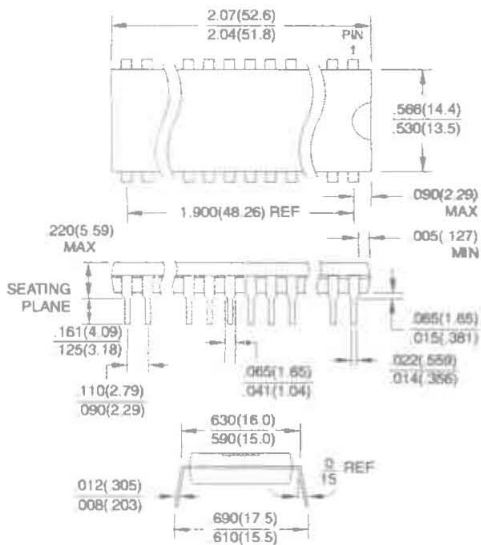


*Controlling dimension: millimeters

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



40P6, 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline 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 80
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

Japan

Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel 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

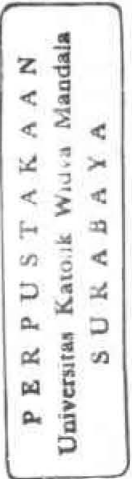
La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
TEL (33) 0 2 40 18 18 18
FAX (33) 0 2 40 18 19 60

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 which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

ATMEL® is the registered trademark of Atmel.

MCS-51® 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