

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT  
PENGHITUNG MATA UANG KERTAS MENGGUNAKAN  
MIKROKONTROLLER AT89S51**

**TUGAS AKHIR**

Disusun oleh:

**NAMA : IMAM MASYHUDA**

**NIM : 06.52.006**



**KONSENTRASI ENERGI LISTRIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO D-III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2009**

PERENCANAAN DAN PEMERINTAHAN ALAT  
PENGUNCIAN MATA LAIN KERTAS MENGUNCIKAN  
MINIONONTROLLER AT08821

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

NAMA : MARA MASYUDA

NIM : 00.02.008



KOMISI ENERGI LISTRIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO (P-01)  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL SURABAYA  
2008

# LEMBAR PENGESAHAN

## PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGHITUNG MATA UANG KERTAS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51

Laporan ini telah diperiksa dan disahkan oleh:

Penguji I



Bambang Prio. H, ST, MT  
NIP. Y 1028400082

Penguji II



Sotyo Hadi, ST  
NIP. Y 1039700309

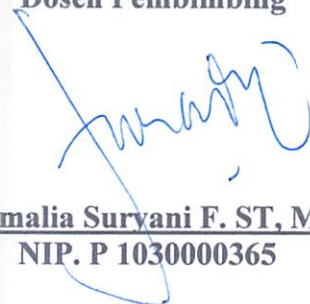
Mengetahui dan menyetujui



Irina Jurusan Teknik Elektro DIII

Ir. H. Taufik Hidayat, MT  
NIP. Y 1018700151

Dosen Pembimbing



Irmalia Suryani F. ST, MT  
NIP. P 1030000365

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2009



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
Kampus I : Jln. Bendungan sigura-gura No.2 Telp (0341) 551431 Malang 65145  
Kampus II : Jln. Raya Karanglo Km 2 Telp (0341) 417636 Fax. (0341) 417634

## BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

**NAMA** : IMAM MASYHUDA  
**NIM** : 06.52.006  
**JURUSAN** : TEKNIK ENERGI LISTRIK D-III  
**JUDUL SKRIPSI** : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT  
PENGHITUNG MATA UANG KERTAS  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER  
AT89S51.

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jenjang Program  
Diploma Tiga (D-III) Pada :

**Hari/Tanggal** : Jum'at, 02 Oktober 2009  
**Dengan Nilai** : 70,20

### Panitia Ujian Tugas Akhir

**Ketua**



Ir. Sidik Noertjahjono, MT  
NIP. Y 1028700163

**Sekretaris**

Ir. H. Taufik Hidayat, MT  
NIP. Y 1018700151

### Anggota Penguji

**Penguji I**

Bambang Prio. H, ST, MT  
NIP. Y 1028400082

**Penguji II**

Sotyohadi, ST  
NIP. Y 1039700309

# PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGHITUNG MATA UANG KERTAS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT 89S51.

Nama : Imam Masyhuda  
NIM : 06.52.006  
Prodi : T. Energi Listrik D 3  
Dosen Pembimbing : Irmalia Suryani. F, ST, MT

## ABSTRAK

*Selama ini cara penghitungan uang yang dilakukan oleh kebanyakan masyarakat secara konvensional yaitu memisahkan uang tiap nominal kemudian dihitung satu per satu dan setelah mencapai jumlah tertentu salah satu uang dilipat untuk digunakan sebagai tanda, sehingga timbul permasalahan yang perlu dikaji. Tugas akhir ini dibuat untuk membantu menghitung jumlah mata uang yang dimiliki. Alat ini dapat bekerja secara otomatis untuk mengetahui jumlah uang yang dimiliki tanpa harus menghitung uang secara manual, sehingga tercipta efisiensi kerja.*

*Metode ini menggunakan prinsip kerja printer yaitu dapat mengambil uang kertas tiap lembar. Proses ini dilakukan oleh motor stepper dan sensor untuk mendeteksi keberadaan uang kertas, kemudian oleh mikrokontroller akan dilakukan counting dan hasilnya akan ditampilkan menggunakan seven segmen. Pada tugas akhir ini dikerjakan menjadi 2 bagian antara software dan hardware.*

*Dalam pengujian secara keseluruhan didapatkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menghitung 1 lembar uang  $\pm$  10 detik, tampilan pada display menunjukkan angka 2 lembar. Sedangkan jika menggunakan 5 lembar uang kertas maka display menunjukkan angka 8 lembar. Ini membuktikan masih terdapat error pada program dan mekanik dari printer itu sendiri.*

**Kata kunci :** Mikrokontroller AT89S51, seven segmen, Infra red dan photodiode.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan dan pembuatan alat, dengan mengambil sebuah judul **“ALAT PENGHITUNG MATA UANG KERTAS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51”**

Dengan diselesaikannya laporan tugas akhir ini, penyusun ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III ITN Malang.
3. Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir ini.
4. Ir. Eko Nurcahyo selaku kasie. Lab. Perancangan Elektronika dan para asisten Lab. Perancangan Elektronika yang telah memberikan tempat dan waktu dalam mengerjakan tugas akhir ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan rekan-rekan mahasiswa teknik elektro D III di ITN Malang yang telah membantu hingga selesainya laporan tugas akhir ini.
6. Bapak, Ibu dan seluruh keluarga yang telah memberikan do'a serta dukungan dari awal sampai selesainya laporan tugas akhir ini.
7. Semua yang tidak disebutkan disini, penyusun ucapkan terima kasih.

Usaha ini telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kejanggalan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun, yang sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Oktober 2009

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	1
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan masalah .....	2
1.5 Metodologi .....	2
1.6 Sistematika penulisan .....	3
<b>BAB II DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Mikrokontroller AT89S51 .....	5
2.1.1 Perangkat keras mikrokontroller AT89S51 .....	5
2.1.2 Arsitektur AT89S51 .....	7
2.1.3 Konfigurasi pena mikrokontroller AT89S51 .....	7



2.2	Motor stepper .....	10
2.2.1	Sistem eksitasi motor stepper .....	11
2.3	Seven segmen .....	13
2.4	IC 74LS47 .....	15
2.5	Sensor .....	16
2.5.1	Infra red .....	16
2.5.2	Photodioda .....	18
2.6	IC MP4020 .....	19
 <b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT .....</b>		<b>20</b>
3.1	Blok diagram .....	20
3.2	Perencanaan dan pembuatan hardware .....	21
3.2.1	Driver sensor .....	21
3.2.2	Rangkaian minimum system mikrokontroller .....	23
3.2.3	Rangkaian clock .....	23
3.2.4	Rangkaian reset .....	24
3.2.5	Display seven segmen .....	25
3.2.6	Driver motor stepper .....	26
3.3	Perencanaan software .....	27
 <b>BAB IV PENGUJIAN ALAT .....</b>		<b>29</b>
4.1	Umum .....	29
4.2	Pengujian rangkaian sensor .....	29

4.3 Pengujian motor stepper .....	31
4.4 Pengujian display seven segmen .....	32
4.5 Pengujian alat .....	33
4.5.1 Pengujian alat dengan counting waktu .....	34
4.5.2 Pengujian alat dengan counting display .....	34
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>39</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Blok diagram arsitektur mikrokontroler AT89S51 .....	6
Gambar 2-2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S51 .....	8
Gambar 2-3 Seven segmen .....	14
Gambar 2-4 Peragaan seven segmen .....	14
Gambar 2-5 Pin konfigurasi IC 74LS47 .....	15
Gambar 2-6 Simbol LED infra red .....	17
Gambar 2-7 Photodioda .....	18
Gambar 2-8 Respon photodiode .....	18
Gambar 2-9 Bentuk IC MP4020 .....	19
Gambar 3-1 Blok diagram perencanaan alat .....	20
Gambar 3-2 Rangkaian driver sensor .....	22
Gambar 3-3 Rangkaian schematic minimum system mikrokontroler AT89S51...	23
Gambar 3-4 Rangkaian clock AT89S51 .....	24
Gambar 3-5 Rangkaian reset .....	25
Gambar 3-6 Rancangan display seven segmen .....	26
Gambar 3-7 Rangkaian driver motor stepper .....	27
Gambar 3-8 Flowchart alat .....	28
Gambar 4-1 Pengujian sensor .....	29

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2-1 Fungsi tiap-tiap pin mikrokontroler .....	8
Tabel 2-2 Eksitasi motor stepper 1 phasa .....	12
Tabel 2-3 Eksitasi motor stepper 2 phasa .....	12
Tabel 2-4 Eksitasi motor stepper 1-2 phasa .....	13
Tabel 2-5 Tabel kebenaran decoder seven segmen .....	15
Tabel 2-3 Keterangan pin IC 74LS47 .....	16
Tabel 4-1 Hasil pengujian rangkaian sensor .....	30
Tabel 4-2 Hasil perbandingan antara perhitungan dan pengujian .....	30
Tabel 4-3 Hasil pengujian motor stepper .....	32
Tabel 4-4 Hasil pengujian seven segmen .....	33
Tabel 4-5 Hasil pengujian alat dengan counting waktu .....	34
Tabel 4-6 Hasil pengujian alat dengan conting display .....	34

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, yang mencakup segala bidang. Tentunya kita dituntut untuk dapat mengikuti perkembangan-perkembangan tersebut yang sesuai dengan kemampuan yang kita miliki.

Seperti yang telah kita ketahui, selama ini cara penghitungan uang yang dilakukan oleh kebanyakan masyarakat adalah secara konvensional yaitu memisahkan uang tiap nominal kemudian dihitung satu per satu dan setelah mencapai jumlah tertentu salah satu uang dilipat untuk digunakan sebagai tanda. Atau apabila kita menginginkan menghitung uang dengan lebih cepat, kita bisa datang ke Bank untuk minta tolong kepada teller. Tetapi cara itu dirasa kurang efektif karena kemungkinan teller untuk melakukan hal tersebut sangat kecil dan juga membutuhkan waktu untuk mengantri.

Oleh karena itu diperlukan sebuah alat yang dapat menghitung jumlah mata uang kertas secara otomatis, yaitu: menghitung mata uang menggunakan mikrokontroler, sehingga dapat membantu mengatasi hal tersebut agar tercipta lebih efektif dan efisien. Dan harapan dari terciptanya alat ini, nantinya dapat dimiliki oleh masyarakat pada umumnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka timbul permasalahan yang perlu dikaji, yaitu:

1. Bagaimana merencanakan dan membuat alat penghitung jumlah mata uang kertas dengan menggunakan IC mikrokontroler.
2. Bagaimana membuat bahasa pemrograman dengan software yang mudah dimengerti.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari Tugas Akhir ini, adalah: Merencanakan dan membuat alat yang dapat menghitung jumlah mata uang kertas yang lebih sederhana dan murah, sehingga dapat dimiliki oleh masyarakat umum.

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar permasalahan tidak berkembang meluas maka pembahasan pada tugas akhir ini di batasi pada hal – hal sebagai berikut:

1. Uang yang dapat dihitung hanya mata uang kertas.
2. Tidak menghitung besarnya nominal.
3. Hanya melakukan counting.

### **1.5 Metodologi**

Tugas akhir ini lebih bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan pembuatan alat. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah :

## 1. Studi Literatur

Yaitu: penelitian yang dilakukan dengan jalan mengumpulkan data dari buku maupun download di internet, yang akan dijadikan acuan dalam pembahasan masalah tugas akhir ini.

## 2. Tahap Perencanaan

- Perencanaan tiap-tiap blok diagram dengan komponen yang sesuai.
- Perencanaan sistem secara keseluruhan.

## 3. Tahap Pembuatan

- Penggabungan tiap-tiap blok menjadi satu kesatuan rangkaian.
- Pembuatan perangkat lunak pada mikrokontroler AT89S51.

## 4. Tahap Pengujian Alat.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja alat.

## 5. Menarik Kesimpulan

### **1.6 Sistematikan Penulisan**

#### **Bab I Pendahuluan**

Menguraikan secara singkat tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.

#### **Bab II Teori**

Bab ini membahas mengenai teori – teori yang berkaitan dengan penyelesaian proyek Tugas Akhir ini.

### **Bab III Perencanaan dan Pembuatan alat**

Pengerjaan Tugas Akhir ini dibagi menjadi dua bagian yaitu: bagian perancangan hardware dan software.

### **Bab IV Pengujian Alat**

Menguraikan tentang proses pengujian alat untuk mengetahui unjuk kerja alat yang dibuat.

### **Bab V Penutup**

Menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari keseluruhan tugas akhir ini dan saran – saran untuk menyempurnakan serta pengembangan.



## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

#### **2.1 Mikrokontroller AT89S51**

Mikrokontroller adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program. Mikrokontroller mempunyai banyak jenis, salah satunya yaitu: Mikrokontroller AT89S51.

(menurut: **Agfianto, Eko Putra**, *Belajar Mikrokontroler AT89S51/52/55 (teori dan aplikasi)*, Edisi pertama, Penerbit:Gava Media, Yogyakarta, 2002)

Mikrokontroller AT89S51 adalah mikrokontroller ATMEL yang kompatibel dengan mikrokontroller keluarga MCS-51, yang membutuhkan data rendah dan memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokontroller 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) dan 128 byte RAM internal, program memory dapat diprogram ulang dalam sistem atau menggunakan Programmer Nonvolatile Memory Konvensional.

(menurut: **Budiharto, Widodo**, *12 Proyek Mikrokontroller Untuk Pemula*, Penerbit: PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 2007)

Dalam sistem mikrokontroller terdapat 2 hal yang mendasar, yaitu: perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang keduanya saling berkaitan dan mendukung satu sama lain.

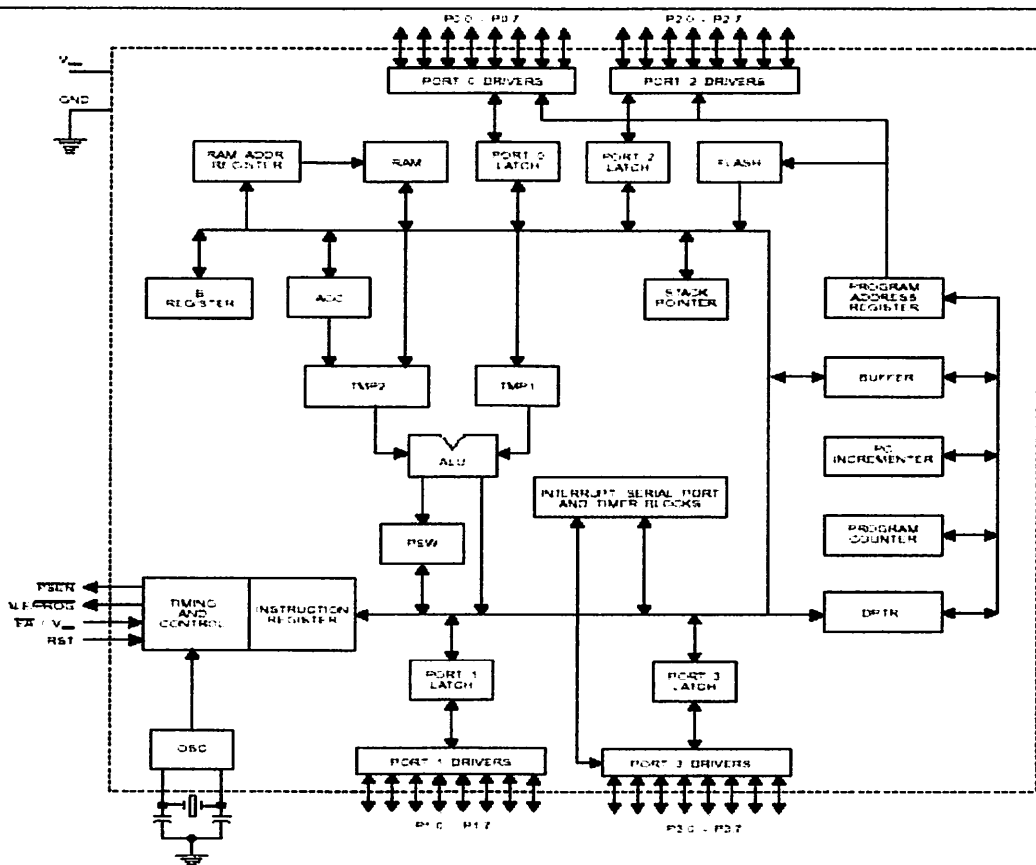
##### **2.1.1 Perangkat Keras Mikrokontroller AT89S51**

Mikrokontroller AT89S51 memiliki :

### 2.1.1 Perangkat Keras Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 memiliki :

- Sebuah CPU (Central Processing Unit).
- RAM (Random Access Memory).
- EEPROM.
- Empat buah Programmable Port I/O, masing-masing terdiri atas 8 jalur.
- I/O yang dapat diprogram dan dapat dialamati per-bit/bit addressible.
- Dua buah Timer/Counter 16 bit.
- Sumber Interrupt.
- Port Komunikasi Serial.
- Osilator dan Clock.



Gambar 2-1 Blok Diagram Arsitektur Mikrokontroler AT89S51

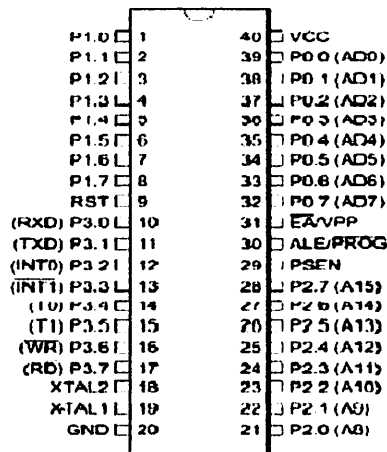
### **2.1.2 Arsitektur AT89S51**

Arsitektur mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :

1. CPU (Central Prosesing Unit) 8 bit dengan register A (Accumulator)
2. 16 bit program counter (PC) dan data pointer (DPTR).
3. 8 bit program status word (PSW).
4. 8 bit stack pointer (SP).
5. 128 byte internal RAM.
6. 4 Bank Register, masing-masing berisi 4 register :
  - a. 16 byte yang dapat dialamati pada bit level.
  - b. 80 byte general purpose memori data.
7. 32 pin Input/Output, tersusun atas P0 P3, masing-masing 8 bit.
8. 2 buah 16 bit Timer Counter.
9. Receiver / Transmitter data serial Full Duplex : SBUF.
10. Control Register, yaitu : TCON, TMOD, CSON, PCON, IP dan IE
11. 5 buah sumber intrupt yaitu :
  - a. 2 buah interupt eksternal.
  - b. 2 buah interupt pewaktu.
  - c. 1 buah interupsi serial.

### **2.1.3 Konfigurasi Pena-pena Mikrontroller AT89S51.**

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut :



Gambar 2-2 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89S51

Adapun fungsi dari tiap-tiap pin dari mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

Table 2-1

Fungsi dari Pin Mikrokontroler AT89S51

Nomor PIN	Nama PIN	Fungsi alternative	Fungsi
20	GND	-	Ground
40	Vcc	-	Power supply
32 - 39	P0.7 - P0.0	-	Port I/O dua arah, dikonfigurasi sebagai multipleks bus alamat rendah/LBS (A0-A7) dan data selama pengaksesan program memori dan data memory eksternal
1 - 8	P1.0 – P1.7	-	Port I/O dua arah dengan internal pull-up
21 - 28	P2.0 – P2.7	-	Port I/O dua arah dengan internal pull-up, mengeluarkan address tinggi (MSB) selama pengambilan (fetch) program memori eksternal dan selama pengaksesan data memori port2 mengeluarkan P@SFR (Special

			Function Register). Menerima address tinggi dan beberapa sinyal control selama pemrograman dan verifikasi
10 - 17	P3.0 – P3.7	-	Port I/O dua arah dengan internal pull-up, sedangkan sebagai fungsi khusus mempunyai keterangan sebagai berikut:
10	P3.0	RXD	Port serial input
11	P3.1	TXD	Port serial outpon
12	P3.2	INT0	Port eksternal interup 0 (masukan interupsi)
13	P3.3	INT1	Port eksternal interupt1 (masukan interups1)
14	P3.4	T0	Port eksternal timer 0 input (masukan dari pewaktu/pencacah 0)
15	P3.5	T1	Port eksternal timer 1 input (masukan dari pewaktu/pencacah 1)
16	P3.6	WR	Sinyal penulisan data luar
17	P3.7	RD	Sinyal pembacaan memori data luar
9	RST	-	Pin input yang aktif tinggi (high), pin ini aktif tinggi selama siklus mesin, ketika osilator bekerja akan mereset peralatan
30	ALE	PROG	Pulsa input ALE digunakan untuk proses latching byte address rendah/LBS (A0-A7) selama pengaksesan ke eksternal memori. Pin ini juga digunakan untuk timing eksternal/pengeclockan
29	PSEN	-	Pin ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal. PSEN akan aktif 2x setiap cycle.
31	EA	VP	Pada kondisi low pin ini akan berfungsi sebagai EA yaitu: mikrokontroler akan

			menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah system di-reset. Jika berkondisi high, pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal. Pada saat flash programming pin ini akan mendapat tegangan 12 V (VP)
19	XTAL1	-	Input osilator dan dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal
18	XTAL2	-	output osilator dan dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal

*(sumber: data sheet mikrokontroller AT89S51)*

## 2.2. Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motorstepper memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa.

Motor Stepper sering digunakan dalam peralatan digital untuk mengubah dari sinyal pulsa menjadi putaran atau gerakan mekanik. Setiap putaran poros motor berupa putaran step yang diskrit. Motor dapat diubah dengan mudah arah putarannya yaitu searah jarum jam (CW) dan berlawanan jarum jam (CCW). Motor ini berbeda dengan jenis motor lainnya yaitu putaran poros motor

tergantung sinyal pulsa yang diberikan, tetapi untuk motor jenis lainnya putarannya bebas. (<http://www.motor stepper//indoskripsi.com>)

Motor ini mempunyai keistimewaan yaitu motor ini hanya berhenti dan berputar tergantung dari input komando berupa pulsa yang diberikan dan motor ini mudah diatur kecepatan dan arah putarannya tergantung kondisi sinyal pulsanya. Motor ini mempunyai ciri-ciri utama sebagai berikut :

- Sudut putarannya digital dan mempunyai sudut putaran yang akurasi dan besarnya sudut putaran ( $\theta_s$ ) tergantung jumlah pulsa inputnya ( $n$ ) dan besar sudut putar per pulsanya ( $\theta_o$ ) yaitu :

$$\theta_s = n \theta_o$$

- Tidak memerlukan rangkaian analog/digital konverter.
- Pengaturan kecepatan mempunyai jangkauan yang lebar.
- Rangkaian driver motor sederhana. Motor ini dapat dijalankan dengan rangkaian logic dari sinyal pulsa dan switching yang keduanya dikontrol secara digital.
- Mempunyai karakteristik yang baik pada saat motor berhenti, sehingga motor ini tidak memerlukan spesial fungsi untuk menghentikan motor.

(menurut: **Al – Himaone**,” *Dasar Motor Stepper* ”, Ilmu Website Himaone center, [www.himaone.com](http://www.himaone.com))

### 2.2.1 Sistem Eksitasi Motor Stepper

Untuk menjalankan motor stepper dapat dilakukan dengan beberapa eksitasi, misalnya untuk motor stepper 4-fasa, yang meliputi

- ❖ Eksitasi 1-fasa

Eksitasi ini untuk mendapatkan karakteristik yang terlihat jelas akurasi sudut stepnya, seperti pada tabel berikut :

Tabel 2-2  
Eksitasi Motor Stepper 1 Phasa

<b>Step \ phasa</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

❖ Eksitasi 2-phasa

Eksitasi ini untuk mendapatkan karakteristik motor berhenti setimbang antara dua phasa A dan B dan dengan cara ini torsi outputnya akan bertambah 20% sampai 40%. Eksitasinya seperti pada tabel berikut :

Tabel 2-3  
Eksitasi Motor Stepper 2 Phasa

<b>Step \ Phasa</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

❖ Eksitasi 1-2 phasa.

Eksitasi ini untuk mendapatkan karakteristik putaran motor yang halus. Sudut stepnya menjadi setengah 1-phasa dan 2-phasa eksitasi (titik stabil rotor menjadi dua kali, respon frekuensi menjadi dua kali). Eksitasi ini seperti pada tabel berikut :



Tabel 2-4  
Eksitasi Motor Stepper 1-2 Phasa

Phasa Step	P1	P2	P3	P4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

([http://www.itelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=16%3Amikroprocessor&id=27%3Amotorstepper&option=com\\_content&Itemid=15.](http://www.itelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=16%3Amikroprocessor&id=27%3Amotorstepper&option=com_content&Itemid=15.))

### 2.3 Seven Segment

Seven-segment adalah suatu format dari alat tampilan yang suatu alternatif ke dot-matrix tampilan yang semakin kompleks. Seven-Segment adalah biasanya digunakan di dalam elektronika sebagai metoda dari mempertunjukkan umpan balik klasifikasi sistim desimal dengan operasi yang internal tentang alat.

(<http://www.seven segmen.com>)

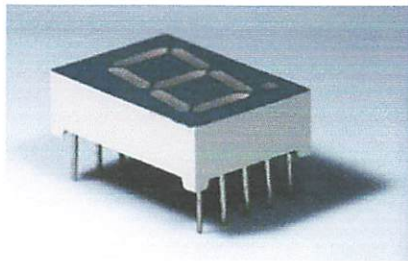
Ada dua jenis seven segmen, yaitu:

1. Comon anoda

Seven segmen dinyatakan sebagai komon anoda jika semua anoda dari LED seven segmen anoda di komen menjadi satu. Segmen yang aktif adalah segmen yang katodanya terhubung dengan sumber tegangan nol atau seven segemen aktif rendah.

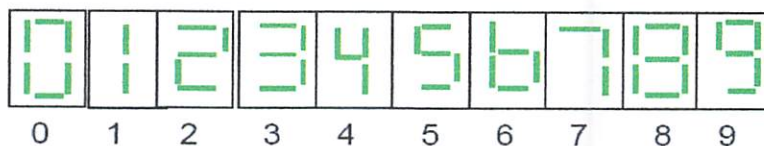
## 2. Comon katoda

Semua katode dari LED seven segmen terhubung menjadi satu mendapat tegangan bias nol. Segmen yang aktif adalah segmen yang mendapat tegangan positif pada anoda atau aktif tinggi. Sebuah resistor ditempatkan seri dengan masing-masing diode untuk pengamanan terhadap arus lebih.



Gambar 2-3 Seven Segment

Dengan memvariasi masukan untuk memilih segmen yang aktif peragaan seven segmen dapat memperagakan huruf dan angka diantaranya seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2-4 Macam-macam peragaan seven segmen

Karena seven segmen merupakan peraga sinyal digital dimana angka berbasis dua atau biner, maka seven segmen dapat digunakan sebagai penunjukan hitungan desimal diperlukan pengubah hitungan biner menjadi desimal yang disebut dengan rangkaian BCD (Binery Code Desimal). Pengaturan pilihan segmen aktif dilakukan dengan mengenali karakteristik hubungan keluaran decoder dan seven segmen. Karakteristik tersebut ditunjukkan dalam tabel kebenaran tabel di bawah ini.

Table 2-5  
Tabel Kebenaran Decoder Seven Segmen

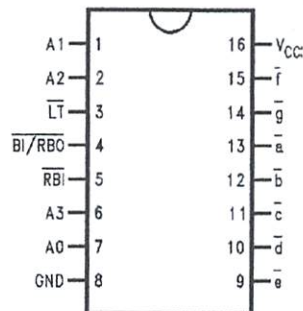
Masukan BCD				Keadaan Keluaran							Peraga
d	c	b	a	A	B	C	D	E	F	G	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	3
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	5
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	9

(menurut: Nalwan, Paulus Andi. 2003. *Seven Segmen dan Pemograman Mikrokontroler AT89C51*. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia)

## 2.4 IC 74LS47

IC 74LS47 digunakan untuk mengolah keluaran dari ADC menjadi tampilan 7 segmen. Dekoder ini memiliki 4 pin input dan 8 pin output ke tampilan 7 segmen. Pin output dari dekode adalah aktif low.

(<http://www.electronclab.com>)



Gambar 2-5 Pin Konfigurasi IC 74LS47

Table 2-6  
Keterangan Pin IC 74LS47

Nama Pin	Keterangan
A0 – A3	BCD input
RBI	Ripple Blank Input (aktif low)
LT	Lamp Test Input aktif low)
BI/RBO	Blank Input/Ripple Blank Input (aktif low)
a – g	pin output ke tampilan 7 segmen

(menurut: Susanto, Desember, 2004, "74LS47". <http://philips.com/datasheet.htm>)

## 2.5 Sensor

Jenis sensor yang digunakan adalah: Infra Red sebagai pengirim sinyal dan photodiode sebagai penerima sinyal.

### 2.5.1 Infra Red

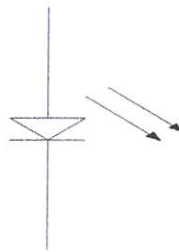
Spektrum cahaya termasuk gelombang elektromagnetik dan dapat di kelompokkan dalam beberapa macam yakni cahaya tampak dan cahaya tak tampak. Infra red termasuk golongan cahaya tak tampak oleh mata kita, memiliki panjang gelombang kurang lebih  $0,7 - 100 \times 10^{-6}$  m. Gelombang elektromagnetik dapat di bagi dalam beberapa daerah yaitu gelombang radio, sinar x, sinar gama, sinar infra red, dan sinar ultraviolet.

Sifat dari spektrum Infra red tidak berbeda jauh dengan cahaya tampak, di antaranya yaitu dapat memancarkan cahaya yang merupakan satu garis lurus dan dapat menembus benda – benda transparan serta dapat di pantulkan oleh benda yang memantulkan cahaya, misalnya cermin. Spektrum Infra red banyak di gunakan untuk keperluan elektromagnetik, terutama untuk alat yang menggunakan remote control. (<http://www.indoskripsi//infra red.com>)



Cahaya Infra red dapat di bangkitkan melalui difusi pada dioda semi konduktor yang di sebut LED. Sedangkan dioda sendiri juga banyak jenisnya termasuk yang bisa memancarkan cahaya saat di aliri arus forward atau arus masuk elektron dari pitakonduksi yang melewati Junction dan jatuh ke dalam Hole pita valensi, sehingga elektron memancarkan energi. Pada dioda energi di pancarkan melalui panas dan dioda yang tidak memancarkan cahaya contohnya dioda zener maupun dioda biasa.

Lambang dari Led Infra red dapat di lihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2-6 Simbol dari LED Infra Red

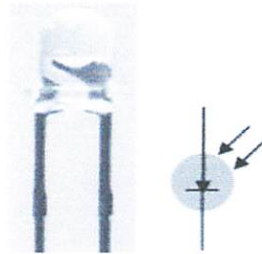
Keuntungan dalam menggunakan Spektrum Infra red adalah sebagai berikut :

- Infra red mempunyai panjang gelombang yang kecil pada daerah frekuensi tertentu dengan panjang gelombang  $7 - 100 ( \sim 6 ) \text{ m}$ .
- Pemancar Infra red membutuhkan sumber tegangan yang kecil.
- Tidak mengganggu pemakaian udara untuk kepentingan umum, sehingga tidak memerlukan ijin khusus.
- Spektrum Infra red merupakan cahaya yang tidak tampak, sehingga dapat di gunakan untuk keperluan rahasia.

(menurut:[http://www.infra red//technical\\_information\\_infrared.pdf.com](http://www.infra-red//technical_information_infrared.pdf.com))

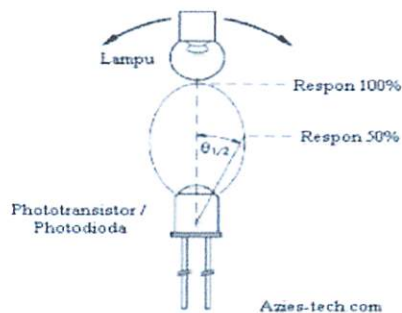
### 2.5.2 Photodioda

Photodioda adalah salah satu sensor yang mengkonversi intensitas cahaya menjadi energi listrik, semakin besar pancaran yang diterima oleh photodioda, maka semakin besar energi yang akan diterima. Photodioda digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh Infrared. Besarnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh photodioda tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh infrared. (<http://www.delta-electronic.com>)



Gambar 2-7 Photodioda

Photodioda mempunyai respon yang bagus pada daerah tengah, merupakan respon 100% dan respon akan menjadi setengahnya apabila berada di sudut 45 derajat dari tengah.



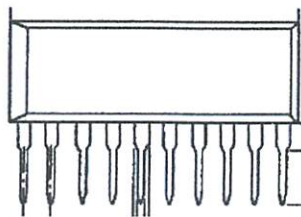
Gambar 2-8 Respon Photodioda

Photodioda memiliki sifat kebalikan dari LED Infra red yang mana jenis dioda ini akan mengalirkan arus maju forward. Kuat arus yang mengalir juga

tergantung dari kuatnya cahaya infra red yang jatuh pada dioda tersebut. Bila cahaya lain mengenainya maka dioda berfungsi sebagai muatan yang memiliki impedansi sangat tinggi. Prinsip kerja photodioda sama dengan phototransmitter yang membedakan keduanya adalah kalau photodioda tidak memiliki penguatan arus pada anodanya, sedangkan phototransmitter memiliki penguatan pada arus kolektornya. (<http://www.electroniclab//photodioda.com>)

## 2.6 IC MP4020

IC MP4020 adalah IC yang digunakan sebagai driver motor stepper, karena mempunyai konfigurasi yang terdiri dari 4 buah transistor, 8 buah resistor dan 8 buah dioda. Dimana pada pin 1 dan 10 sebagai emitter, pin 2, 4, 6,8 sebagai base dan pin 3, 5, 7, 8 sebagai collector.



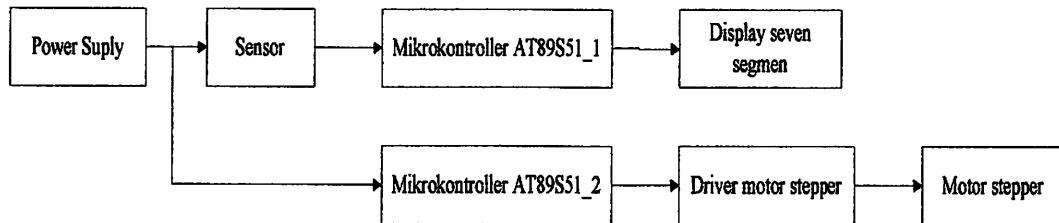
Gambar 2-9 Bentuk IC MP4020

Selain itu, MP4020 juga memiliki torsi yang tinggi untuk memutar motor stepper, dapat mengalirkan arus  $I_c$  sebesar 1 - 2 A dengan  $V_{CE}$  sebesar 2 V dan daya hingga 4W. (<http://www.data sheet mp4020.com>)

## BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1 Blok diagram

Adapun blok diagram perencanaan dan pembuatan alat, yaitu:



Gambar 3-1 Blok Diagram Perencanaan alat

1. Power supply : dimana berfungsi sebagai catu daya, dengan memberikan Vcc 12 VDC pada mikrokontroller.
2. Sensor : adalah sendor infra red dengan photodiode. Dimana Infra red sebagai transmitter ( pengirim ) sinyal sedangkan Photodiode sebagai receiver ( penerima ) sinyal. Sensor ini berfungsi sebagai sensor pendeteksi uang kertas dengan memberikan input pada mikrokontroler ( port 0 bit 4 ). Dengan memberi sinyal On / Off pada inputan mikrokontroler.
3. Mikrokontroller 1 : dimana IC mikrokontroller yang digunakan adalah: type AT89S51, yang berfungsi sebagai perangkat utama dan penyimpanan program untuk menampilkan display seven segmen.
4. Mikrokontroller 2 : dimana IC mikrokontroller yang digunakan adalah: type AT89S51, yang berfungsi sebagai perangkat utama dan penyimpanan program untuk menjalankan motor stepper.
5. Display : display yang digunakan berupa seven segmen.



6. Driver motor stepper : menggunakan IC MP4020 yang berfungsi sebagai driver motor steppernya.
7. Motor stepper : digunakan untuk memutar roller yang ada pada printer.

### **3.2 Perencanaan dan Pembuatan *Hardware***

Dalam perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*Hardware*) terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

#### **1. Perangkat utama**

Terdiri dari sebuah rangkaian minimum sistem mikrokontroler AT89S51, yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan program.

#### **2. Perangkat bantu**

Perangkat bantu digunakan sebagai pendukung kerja dari rangkaian minimum sistem mikrokontroler AT89S51, adapun perangkat bantu terdiri dari:

- IC 74LS47 digunakan sebagai IC BCD pada seven segmen.
- Switch digunakan sebagai On, Off dan Reset pada alat.

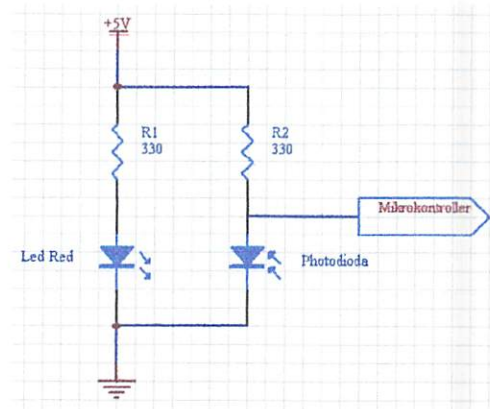
#### **3. Perangkat sensor**

Perangkat sensor digunakan untuk mendeteksi adanya sinyal input yang diperoleh dari mata uang yang ada.

##### **3.2.1 Driver Sensor**

Rangkaian sensor yang digunakan adalah photodiode dan infra red, dimana infra red digunakan sebagai pengirim cahaya, sedangkan photodiode digunakan sebagai penerima sinyal yang dihasilkan oleh infra red, Besarnya

tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh photodiode tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh infra red. Gambar rangkaiannya sebagai berikut:



Gambar 3-2 Rangkaian Driver Sensor

Keterangan:

Dimana sensor berfungsi sebagai inputan, kemudian outputnya dikirimkan ke mikrokontroler pada port 0.4 dan port 0.5. Dari rangkaian sensor dapat dianalisis untuk menentukan resistor yang dipakai adalah sebagai berikut :

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

Di mana :

R = Tahanan (ohm)

V = Tegangan (volt) yang masuk pada sensor 5 Volt AC.

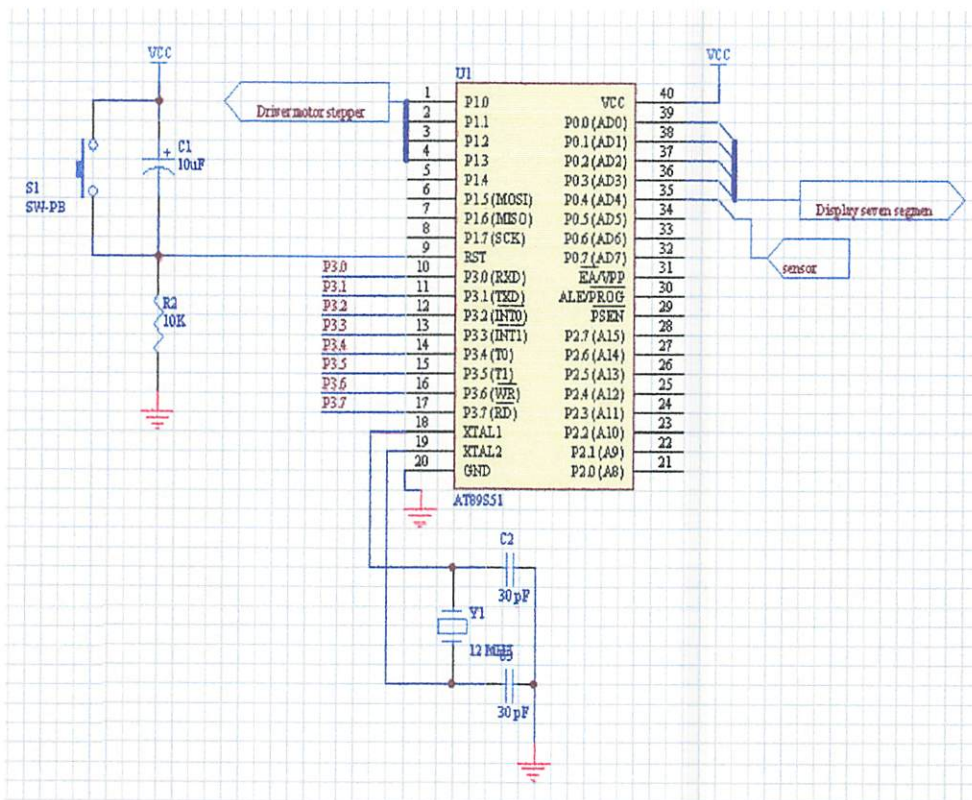
I = Arus (ampere) yang masuk pada sensor 20 mA.

$$\begin{aligned} R &= \frac{V}{I} \\ &= \frac{5}{20 \cdot 10^{-3}} \\ &= 0.25 \cdot 10^2 \\ &= 250 \Omega \end{aligned}$$

Jadi resistor yang di pakai pada rangkaian sensor adalah 250  $\Omega$ , karena tahanan sensor 250  $\Omega$  tidak ada di pasaran maka menggunakan 330  $\Omega$ .

### 3.2.2 Rangkaian minimum system mikrokontroller AT89S51

Untuk dapat membuat rangkaian schematic minimum system mikrokontroller AT89S51 digunakan software Protel 99 SE, adapun gambar rangkaian minimum system tersebut sebagai berikut:



Gambar 3-3 Rangkaian Schematic Minimum System Mikrokontroller AT89S51

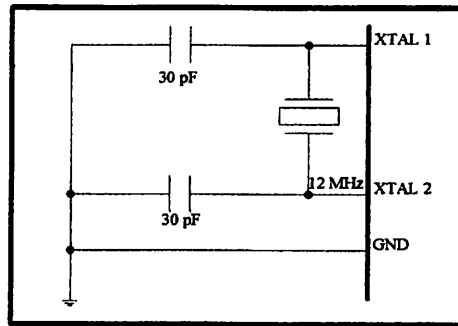
### 3.2.3 Rangkaian Clock

Mikrokontroller AT89S51 memiliki Internal Clock, yang berfungsi sebagai sumber clock, tetapi masih di perlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan clock yang di perlukan.

Rangkaian ini terdiri dari 2 buah Kapasitor dan sebuah Kristal dengan ketentuan sebagai berikut.

C1 dan C2 = 20 pF – 40 pF ( Di gunakan untuk Kristal ).

= 30 pF – 50 pF ( Di gunakan untuk keramik Resonator ).



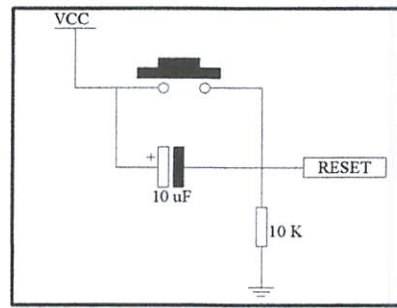
Gambar 3-4 Rangkaian Clock AT 89S51

### 3.2.4 Rangkaian Reset

Rangkaian Reset bertujuan agar Mikrokontroller dapat menjalankan proses mulai dari awal. Rangkaian Reset untuk Mikrokontroller di rancang agar mempunyai kemampuan Power On Reset yaitu reset yang terjadi pada saat sistem dinyalakan untuk pertama kalinya. Reset juga dapat di lakukan secara manual dengan menyediakan tombol reset yang berupa switch. Jika saklar S1 di tekan reset bekerja secara manual, aliran arus akan mengalir dari VCC melalui kapasitor menuju kaki RST.

Pada tegangan 4,94 Volt menyebabkan kaki RST berlogika 1 pada saat saklar di tekan. Saat saklar di lepas, aliran arus dari VCC melalui kapasitor akan berhenti dan tegangan pada kaki RST akan turun menuju ke nol sehingga logika berubah menjadi nol dan proses reset selesai.

Rangkaian Reset ini dapat di lihat seperti pada gambar berikut:

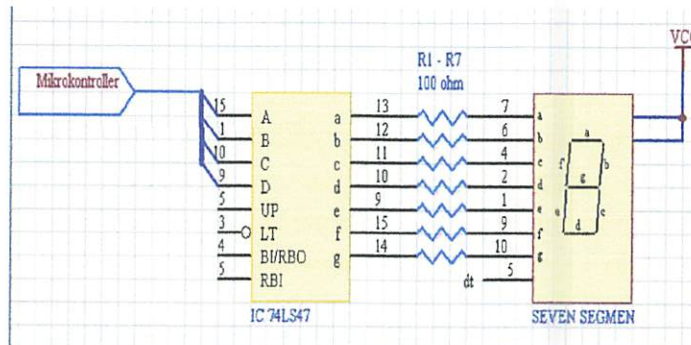


Gambar 3-5 Rangkaian Reset.

### 3.2.5 Display seven segmen

Untuk tampilan digunakan *sevent segment* common anoda. Digunakan *sevent segment* karena *sevent segment* mudah didapat dan dengan harga yang murah di pasaran dibandingkan dengan penampil yang lain ( LCD, LED dot matrik). Selain itu dalam pembuatan alat ini *sevent segment* hanya digunakan untuk menampilkan angka 0-9 pada setiap digit.

Adapun gambar rangkaian display seven segmen adalah sebagai berikut:



Gambar 3-6 Rancangan Display Seven Segmen

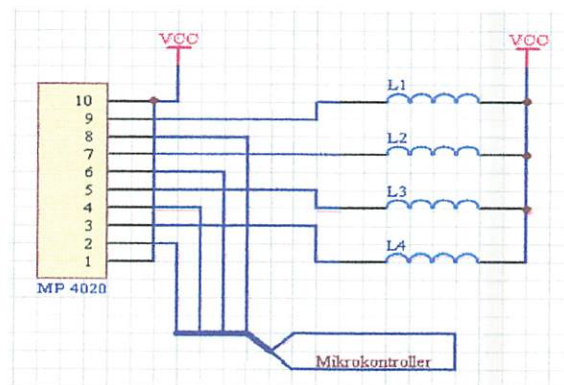
Keterangan:

Pada IC 74LS47 pin A, B, C, D mendapatkan input dari IC logika dan output pin a – g dihubungkan ke 7 segmen. Pada rangkaian ini dipakai LED 7 segment Common Anoda, dimana semua anoda dari masing-masing LED

segment-nya terhubung menjadi satu dan mendapat suplai Vcc. Untuk menyalakan satu segmentnya, pin LED 7 segment yang bersangkutan harus di *sink (short)* ke *ground* melalui sebuah resistor. Resistor yang digunakan adalah 100 Ohm dan ini sudah cukup terang untuk menyalakan segment LED ini.

### 3.2.6 Driver Motor Stepper

Motor stepper umumnya memerlukan arus listrik yang relatif besar yaitu antara 1 hingga 5 A. Untuk itu keluaran dari pengendali motor stepper perlu dikuatkan sehingga dapat mengalirkan arus yang besar. Penguat tersebut dapat dianggap sebagai *solid state switch* karena hanya menghasilkan sinyal tinggi dan rendah (1 dan 0). Berikut ini adalah skema rangkaian driver motor stepper :



Gambar 3-7 Rangkaian Driver Motor Stepper

Pada gambar rangkaian di atas, digunakan IC MP4020 karena MP4020 memiliki torsi yang tinggi, dapat menghasilkan daya hingga 4W sehingga tidak dibutuhkan transistor, mampu mengalirkan arus hingga 2A dan  $V_{CE}$  sebesar 2V. Pada IC MP4020 ini, didalamnya terdapat 2 buah transistor yang berfungsi sebagai penguat daya, 2 buah resistor dan diode zener sebagai pelindung dari tegangan tinggi yang mungkin timbul dari lilitan motor stepper.



### 3.3 Perencanaan dan Pembuatan Software

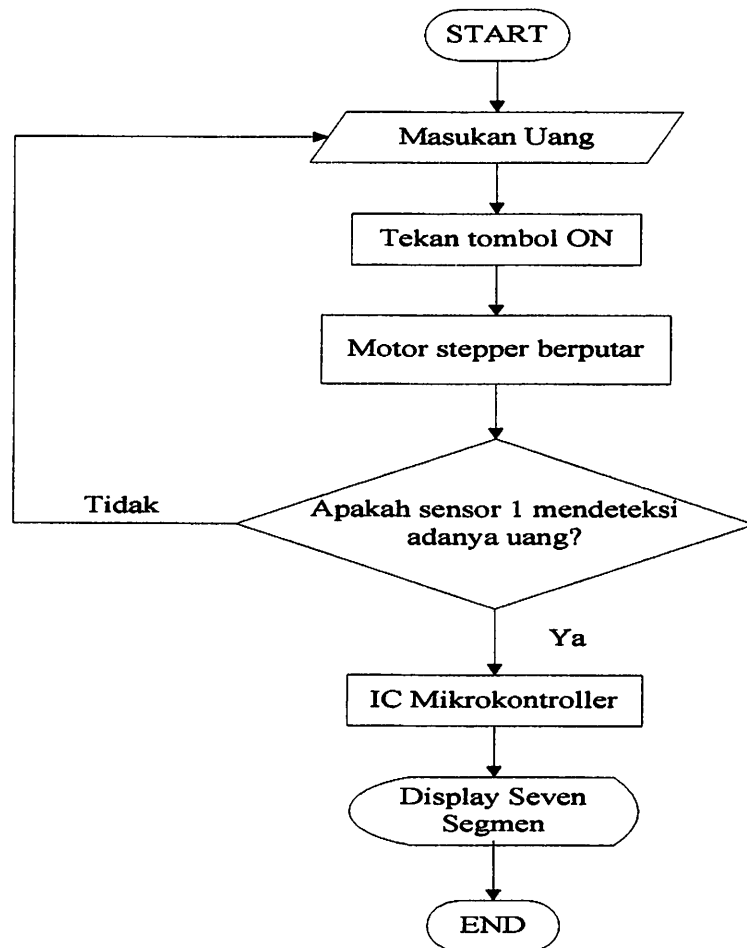
Suatu mikrokontroler tidak akan dapat bekerja tanpa adanya perangkat lunak (*software*). Perangkat lunak ini dibuat dalam bentuk program yang didalamnya terdapat instruksi-instruksi yang disusun sesuai dengan urutan kerja yang harus dilaksanakan oleh mikrokontroler. Untuk dapat merancang program mikrokontroler, ada beberapa langkah yang harus diikuti, yaitu:

- 1) Menentukan algoritma program

Algoritma program adalah penentuan langkah demi langkah dari suatu urutan operasi yang akan memecahkan masalah. Algoritma program dinyatakan dalam bentuk bahasa sederhana.

- 2) Diagram alir (*Flowchart*)

Diagram alir adalah suatu simbol dari pengurutan operasi yang terdapat dalam algoritma program. Pada diagram alir terdapat gambaran secara menyeluruh tentang pengorganisasian logika-logika dari suatu perangkat lunak, yang menunjukkan urutan pelaksanaan program dari awal sampai akhir. Adapun flowchart alat, sebagai berikut:



Gambar 3-8 Flowchart Prinsip Kerja Alat

### 3) Penyusunan Program

Program disusun menggunakan kode bahasa mesin (*assembly*) dengan menggunakan *software MIDE-51* selanjutnya kita simpan dengan format *.asm*. Untuk dapat *download* kedalam mikrokontroler file yang kita simpan dalam format *.asm* kita ubah menjadi format *.hex*.

### 4) Penyimpanan program ke dalam mikrokontroler

Penyimpanan program atau proses *download* program ke dalam mikrokontroler adalah dengan menggunakan *software menggunakan software SpiPgm 37*. Selanjutnya program dengan format *.hex* dapat ditransfer ke dalam mikrokontroler.







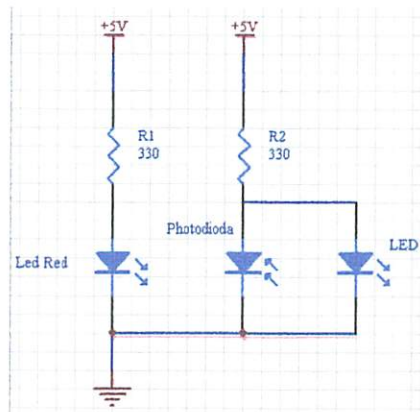
## BAB IV PENGUJIAN ALAT

### 4.1 Umum

Dalam pengujian alat pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja alat, berupa kehandalan serta ketepatan analisa antara perencanaan dan hasil akhir yang diperoleh. Adapun pengujian alat ini meliputi beberapa bagaian, yaitu:

### 4.2 Pengujian rangkaian sensor

Pengujian rangkaian sensor dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi fungsi dari sensor tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan Vcc sebesar +5V dan suatu penghalang yang diletakan diantara infra red sebagai pengirim sinyal dan photodiode sebagai penerima, ouput sensor digunakan LED sebagai indicator. Gambar pengujian sensor sebagai berikut:



Gambar 4-1 Pengujian Sensor

Dari gambar diatas, dapat diketahui LED digunakan sebagai indicator untuk mengetahui kondisi *high* atau *low* dari output sensor.

Tabel 4-1  
Hasil Pengujian Rangkaian Sensor

Sensor	Output		
	Logika	Arus	Tegangan
Terhalang	Low	0,86 mA	0,287 V
Tidak terhalang	High	15,03 mA	4,96 V

Dari table diatas, jika sensor terhalang benda maka kondisi sensor LOW, dengan output tegangan 0,287 V dengan arus 0,86 mA dan jika sensor tidak terhalang benda maka kondisi sensor adalah HIGH, dengan output tegangan 4,96 V dengan arus 0,86 mA.

Sedangkan hasil perhitungan rangkaian sensor, adalah:

Keadaan tidak terhalang

Diket:  $V = 5V$

$R = 330 \text{ ohm}$

Dit :  $I ?$

Jwb :  $I = V / R$

$= 5 / 330$

$= 0,015 \text{ A} = 15 \text{ mA}$

Keadaan terhalang

Diket :  $V = 0 \text{ V}$

$R = 330 \text{ ohm}$

Dit :  $I ?$

Jwb :  $I = V / R$

$= 0 / 330$

$= 0 \text{ A}$

Tabel 4-2  
Hasil Perbandingan antara Perhitungan dan Pengujian

Sensor	I output	
	Perhitungan	Pengujian
Terhalang	0 A	0,86 mA
Tidak terhalang	15 mA	15,03 mA

Sehingga prosentasi error dalam keadaan tidak terhalang, adalah:

$$\begin{aligned}\eta \% &= \frac{\text{Pengujian} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \times 100\% \\ &= \frac{15,03 - 15}{15} \times 100\% \\ &= 0,2 \%\end{aligned}$$

Sedangkan prosentasi error dalam keadaan terhalang, adalah:

$$\begin{aligned}\eta \% &= \frac{\text{Pengujian} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,086 - 0}{0} \times 100\% \\ &= \sim\end{aligned}$$

### 4.3 Pengujian Motor Stepper

Pengujian motor stepper dilakukan untuk mengetahui kecepatan motor stepper dan torsi, yang mana dalam pengujian ini dilakukan dengan memberikan program pada mikrokontroller yang kemudian output akan dikirimkan ke driver motor stepper. Adapun program tersebut, sebagai berikut:

```

org    0h
mulai: mov    p0,#80h
       call   tunda
       mov    p0,#40h
       call   tunda
       mov    p0,#20h
       call   tunda
       mov    p0,#10h
       call   tunda
       sjmp  mulai

tunda : mov    r0,#0
tunda1: mov    r1,#5
       djnz   r1,$
       djnz   r0,tunda1
       ret
end

```

Sehingga didapatkan hasil pengujian seperti pada tabel berikut:

Tabel 4-3  
Hasil Pengujian Motor Stepper

<b>Phasa</b> <b>Step</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa motor stepper yang digunakan memiliki eksitasi 2 phasa, karena untuk memutar tiap stepnya membutuhkan 2 phasa.

#### 4.4 Pengujian Display Seven Segmen

Pengujian display seven segmen dilakukan untuk mengetahui display setelah counting, yang mana pengujian dilakukan dengan memberikan sebuah program pada mikrokontroller kemudian ditampilkan pada seven segmen, adapun program tersebut sebagai berikut:

```

Org    0h
mov    p3,#00h
setb   p3.3
mov    a,#00h
mov    p0,a
mov    r0,a
up:    jb    p3.3, dwn
        call delay
        call delay
        inc  a
        da  a
        mov p0,a
dwn:   sjmp up

delay: djnz  r0,$
        djnz r1,delay
        ret
        end

```

Program diatas adalah program untuk counter seven segmen, yang mana program counter seven segmen tersebut mendapatkan inputan dari sensor ke mikrokontroller, sehingga didalam mikrokontroller program diolah menjadi counter UP (start = 0) sampai dengan expan dari program tersebut untuk menjadi ratusan atau ribuan. Pada program counter seven segmen diatas jika dijalankan tampilan display seperti tabel berikut:

Tabel 4-4  
Hasil Pengujian Seven Segmen

Tampilan angka	Masukan segmen dalam biner						
	5/g	5/f	4/e	3/d	2/c	1/b	0/a
0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	1
2	0	1	0	0	1	0	0
4	0	0	1	1	0	0	1
5	0	0	1	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	1	0
7	1	1	1	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0	0	0

#### 4.5 Pengujian Alat

Pengujian alat ini dilakukan dengan menggabungkan dari beberapa komponen menjadi suatu alat sesuai dengan yang direncanakan, sedangkan untuk bagaian software dengan memasukkan program yang telah ada secara keseluruhan menggunakan software *MIDE-51* untuk menulis program dan *Spipgm* untuk mengirim program pada mikrokontroller. Dalam pengujian ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

#### 4.5.1 Pengujian Alat dengan Counting Waktu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu yang diperlukan untuk menghitung 1 lembar uang kertas dengan nominal yang berbeda, sehingga didapatkan data hasil pengujian alat sebagai berikut:

Tabel 4-5  
Hasil Pengujian Alat Waktu Counting

Nominal	Banyak sample	Waktu counting
1.000	1 lembar	10 dt
5.000	1 lembar	10,1 dt
10.000	1 lembar	10,2 dt
20.000	1 lembar	10,3 dt
50.000	1 lembar	10,5 dt
100.000	1 lembar	10,7 dt

Dari perolehan data pengujian diatas, didapatkan bahwa perhitungan tiap uang kertas dengan nominal yang berbeda, didapatkan waktu yang berbeda pula dalam penghitungan perlembaranya. Ini dikarenakan tiap lembar uang kertas mempunyai ukuran atau dimesi yang berbeda-beda antara nominal satu dengan nominal lainnya.

#### 4.5.2 Pengujian Alat dengan Counting Display

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tampilan dari seven segmen setelah terjadi proses counting dari beberapa sample uang kertas. Pengujian dilakukan menggunakan kondisi uang kertas yang berbeda, yaitu kondisi uang baru dan kondisi uang lama, sehingga didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4-6  
Hasil Pengujian Alat Display Seven Segmen

Nominal	Banyak sample	Display seven segmen	Erro counting
1.000	5 X	8 X	3 Lembar
5.000	5 X	8 X	3 Lembar
10.000	5 X	8 X	3 Lembar

20.000	5 X	8 X	3 Lembar
--------	-----	-----	----------

Dari data pengujian diatas, menunjukkan bahwa saat perhitungan mata uang kertas masih terdapat error, dikarenakan program pada mikrokontroller dan segi mekanik dari printer itu sendiri. Sehingga didapatkan prosentase error sebesar:

$$\begin{aligned} \eta \% &= \frac{\text{Display} - \text{Banyak sample}}{\text{Banyak sample}} \times 100\% \\ &= \frac{8 - 5}{5} \times 100\% \\ &= 60\% \end{aligned}$$

Jadi besarnya prosentase error dari perolehan data hasil pengujian berdasarkan tabel diatas sebesar 60%



# **BAB V**

## **PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Setelah kami menyelesaikan laporan perencanaan dan pembuatan alat ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Hasil pengujian dari tiap bagaian rangkaian, menunjukkan bahwa rangkaian sensor mampu untuk mengkondisikan high dan low. Sedangkan rangkaian driver motor stepper telah mampu berputar sesuai dengan setting kecepatan pada program. Dan rangkaian display seven segmen dapat menampilkan angka sesuai input yang diberikan.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk menghitung 1 lembar uang dengan nominal yang berbeda, didapatkan waktu yang berbeda pula. Dikarenakan tiap mata uang kertas mempunyai dimensi atau ukuran yang berbeda.
3. Pada pengujian alat, masih terdapat erro saat counting. Ini dikarenakan program pada mikrokontroller dan segi mekanik dari printer itu sendiri.
4. Perencanaan dan pembuatan *hardware* alat penghitung mata uang kertas menggunakan mikrokontroller AT89S51 telah dilakukan, dan hasil yang didapatkan ternyata sesuai dengan yang telah direncanakan.

### **5.2 Saran**

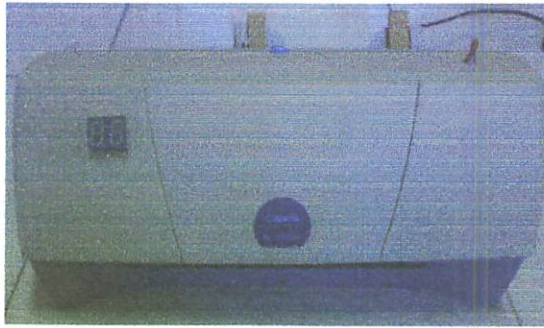
Adapun saran yang bisa diberikan dalam pengembangan alat ini lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini adalah untuk menghitung berapa banyak uang, dan untuk pengembangannya sebaiknya ditambahkan dapat membaca besar nominal dan membedakan uang palsu.
2. Pada alat ini uang yang dimasukkan hanya satu posisi dan satu lembar, dan diharapkan untuk pengembangannya uang yang dimasukkan bisa dengan segala posisi dan beberapa lembar.

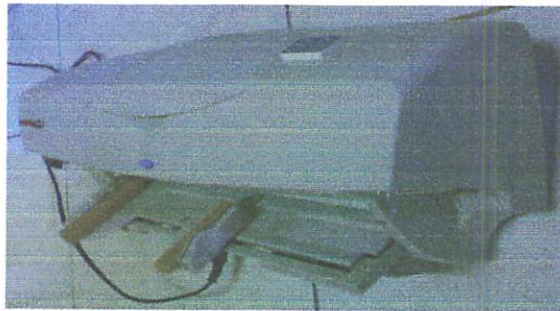
## DAFTAR PUSTAKA

1. **Al – Himaone,**” *Dasar Motor Stepper* ”, Ilmu Website Himaone center, [www.himaone.com](http://www.himaone.com).
2. **Budiharto, Widodo** “ *12 Proyek Mikrokontroller Untuk Pemula* “, Penerbit PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 2007.
3. [http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=16%3Amikroprocessorkontroller&id=27%3Amotorstepper&option=com\\_content&Itemid=15](http://www.ittelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=16%3Amikroprocessorkontroller&id=27%3Amotorstepper&option=com_content&Itemid=15).
4. [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com)
5. <http://www.softwarehistory.org/index.html>.
6. Pressman, Roger.S. "Software Engineering : A Practioner's Approach." 4th . McGrawHill. 1997.
7. [www.opcube.com](http://www.opcube.com)
8. <http://www.delta-electronic.com>
9. Mohammad Asim Khan, 2006, SPI Flash Microcontroller Programmer Ver 3.7,<http://www.chaokhun.kmitl.ac.th/~kswichit>.
10. Agfianto Eko Putra, 2002, *Belajar Mikrokontroler AT89S51/52/55 (teori dan aplikasi)*, Edisi pertama, Penerbit:Gava Media, Yogyakarta.

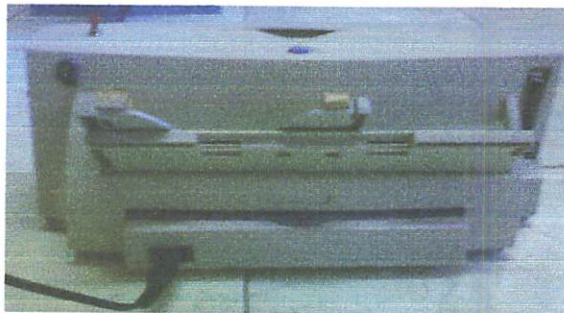
LAMPIRAN



Gambar 1 Hasil terakhir dari perencanaan alat tampak depan



Gambar 2 Hasil terakhir dari perencanaan alat tampak samping



Gambar 3 Hasil terakhir dari perencanaan alat tampak belakang



Gambar 4 Hasil terakhir dari perencanaan alat serta penempatan mikrokontroller

TOSHIBA Power Transistor Module Silicon NPN Epitaxial Type (Darlington power transistor 4 in 1)

## MP4020

High Power Switching Applications.

Hammer Drive, Pulse Motor Drive and Inductive Load Switching.

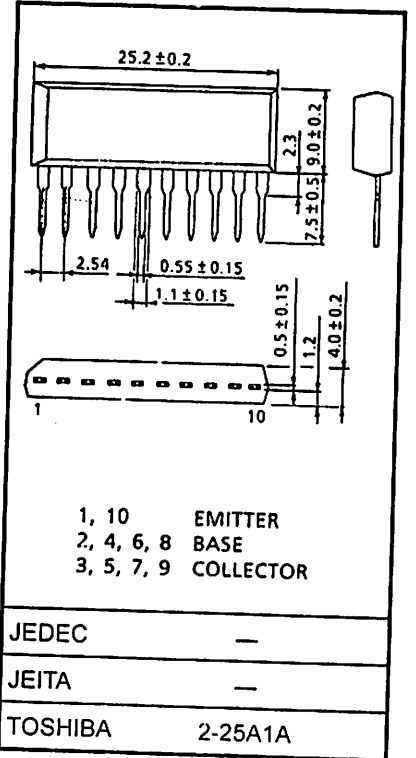
Industrial Applications

Unit: mm

- Small package by full molding (SIP 10 pin)
- High collector power dissipation (4 devices operation)  
:  $P_T = 4 \text{ W}$  ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )
- High collector current:  $I_C (\text{DC}) = 2 \text{ A}$  (max)
- High DC current gain:  $h_{FE} = 2000$  (min) ( $V_{CE} = 2 \text{ V}$ ,  $I_C = 1 \text{ A}$ )
- Zener diode included between collector and base.

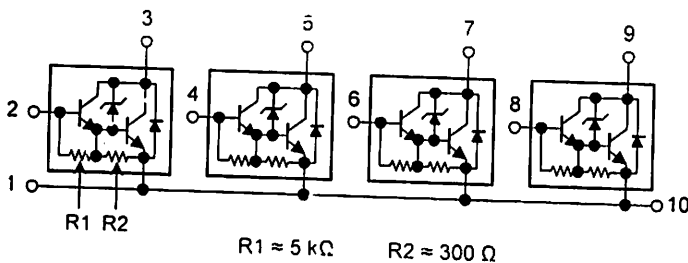
### Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristics		Symbol	Rating	Unit
Collector-base voltage		$V_{CB0}$	50	V
Collector-emitter voltage		$V_{CE0}$	$60 \pm 10$	V
Emitter-base voltage		$V_{EB0}$	8	V
Collector current	DC	$I_C$	2	A
	Pulse	$I_{CP}$	3	
Continuous base current		$I_B$	0.5	A
Collector power dissipation (1 device operation)		$P_C$	2.0	W
Collector power dissipation (4 devices operation)		$P_T$	4.0	W
Junction temperature		$T_j$	150	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range		$T_{stg}$	-55 to 150	$^\circ\text{C}$



Weight: 2.1 g (typ.)

### Array Configuration



## Thermal Characteristics

Characteristics	Symbol	Max	Unit
Thermal resistance of junction to ambient (4 devices operation, $T_a = 25^\circ\text{C}$ )	$\Sigma R_{th(j-a)}$	31.3	$^\circ\text{C/W}$
Maximum lead temperature for soldering purposes (3.2 mm from case for 10 s)	$T_L$	260	$^\circ\text{C}$

## Electrical Characteristics ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristics		Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Collector cut-off current		$I_{CBO}$	$V_{CB} = 45\text{ V}, I_E = 0\text{ A}$	—	—	10	$\mu\text{A}$
Collector cut-off current		$I_{CEO}$	$V_{CE} = 45\text{ V}, I_B = 0\text{ A}$	—	—	10	$\mu\text{A}$
Emitter cut-off current		$I_{EBO}$	$V_{EB} = 8\text{ V}, I_C = 0\text{ A}$	0.8	—	4.0	mA
Collector-emitter breakdown voltage		$V_{(BR)CEO}$	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0\text{ A}$	50	60	70	V
DC current gain		$I_{FE}$	$V_{CE} = 2\text{ V}, I_C = 1\text{ A}$	2000	—	—	—
Saturation voltage	Collector-emitter	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 1\text{ A}, I_B = 1\text{ mA}$	—	—	1.5	V
	Base-emitter	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 1\text{ A}, I_B = 1\text{ mA}$	—	—	2.0	
Transition frequency		$f_T$	$V_{CE} = 2\text{ V}, I_C = 0.5\text{ A}$	—	100	—	MHz
Collector output capacitance		$C_{ob}$	$V_{CB} = 10\text{ V}, I_E = 0\text{ A}, f = 1\text{ MHz}$	—	20	—	pF
Switching time	Turn-on time	$t_{on}$	<p><math>I_{B1} = -I_{B2} = 1\text{ mA}, \text{ duty cycle} \leq 1\%</math></p>	—	0.4	—	$\mu\text{s}$
	Storage time	$t_{stg}$		—	4.0	—	
	Fall time	$t_f$		—	0.6	—	



## Technical Data Sheet

# 1.8mm Round Subminiature Silicon PIN Photodiode

### PD42-21C/TR8

#### Features

- Fast response time
- High photo sensitivity
- Small junction capacitance
- Package in 12mm tape on 7" diameter reel
- Pb free
- The product itself will remain within RoHS compliant version.



#### Descriptions

- PD42-21C/TR8 is a high speed and high sensitive PIN photodiode in miniature spherical top view lens SMD package and it is molded in a black plastic .The device is spectrally matched with the infrared emitting diode.

#### Applications

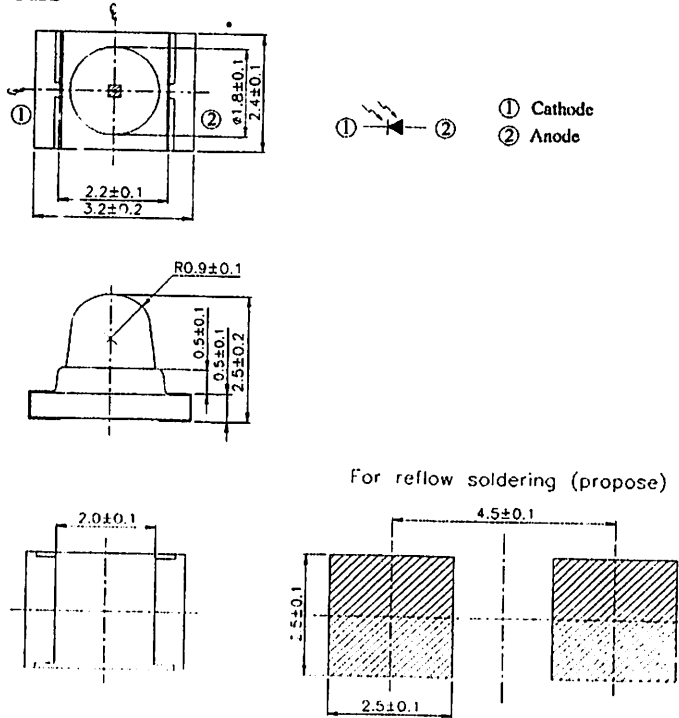
- High speed photo detector
- Copier
- Game machine
- Infrared applied system

#### Device Selection Guide

LED Part No.	Chip	Lens Color
	Material	
PD	Silicon	Water clear



Package Dimensions



- Notes: 1. All dimensions are in millimeters  
 2. Tolerances unless dimensions  $\pm 0.1$  mm

Absolute Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Parameter	Symbol	Rating	Units
Reverse Voltage	$V_R$	32	V
Operating Temperature	$T_{opr}$	-25 ~ +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	$T_{stg}$	-40 ~ +100	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature	$T_{sol}$	260	$^\circ\text{C}$
Power Dissipation at (or below) $25^\circ\text{C}$ Free Air Temperature	$P_c$	150	mW

Notes: \*1: Soldering time  $\leq 5$  seconds.



Electro-Optical Characteristics (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Rang Of Spectral Bandwidth	$\lambda_{0.5}$	---	400	---	1100	nm
Wavelength Of Peak Sensitivity	$\lambda_P$	---	---	940	---	nm
Open-Circuit Voltage	$V_{OC}$	$E_e=5mW/cm^2$ $\lambda_P=940nm$	---	0.42	---	V
Short-Circuit Current	$I_{SC}$	$E_e=1mW/cm^2$ $\lambda_P=875nm$	2.0	5.0	12	$\mu A$
Reverse Light Current	$I_L$	$E_e=1mW/cm^2$ $\lambda_P=875nm$ $V_R=5V$	2.0	5.0	12	$\mu A$
Dark Current	$I_D$	$E_e=0mW/cm^2$ $V_R=10V$	---	---	10	nA
Reverse Breakdown Voltage	$B_{VR}$	$E_e=0mW/cm^2$ $I_R=100\mu A$	32	170	---	V
Total Capacitance	$C_t$	$E_e=0mW/cm^2$ $f=1MHz$ $V_R=5V$	---	5	---	pF
Rise Time	$t_r$	$V_R=10V$ $R_L=1000\Omega$	---	6	---	nS
Fall Time	$t_f$		---	6	---	



# Technical Data Sheet

## 10mm Round Infrared LED

### HIR1363C

#### Features

- High reliability
- High radiant intensity
- Peak wavelength  $\lambda_p=850\text{nm}$
- 2.54mm Lead spacing
- Low forward voltage
- Pb free
- The product itself will remain within RoHS compliant version.

#### Descriptions

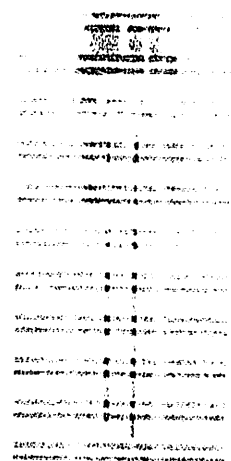
- EVERLIGHT's infrared emitting diode(HIR1363C) is a high intensity diode , molded in a water clear plastic package.
- The device is spectrally matched with phototransistor , photodiode and infrared receiver module.

#### Applications

- Free air transmission system
- Infrared remote control units with high power requirement
- Smoke detector
- Infrared applied system

#### Device Selection Guide

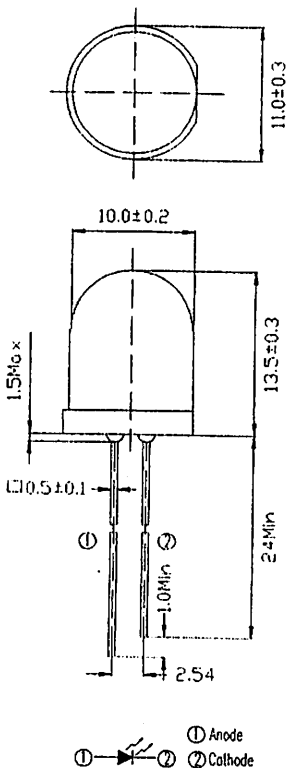
LED Part No.	Chip	Lens Color
	Material	
HIR	GaAlAs	Water clear





# HIR1363C

## Package Dimensions



- Notes:** 1. All dimensions are in millimeters  
 2. Tolerances unless dimensions ±0.25mm

## Absolute Maximum Ratings (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Rating	Units
Continuous Forward Current	$I_F$	100	mA
Peak Forward Current	$I_{FP}$	1.0	A
Reverse Voltage	$V_R$	5	V
Operating Temperature	$T_{opr}$	-40 ~ +85	°C
Storage Temperature	$T_{stg}$	-40 ~ +85	°C
Soldering Temperature	$T_{sol}$	260	°C
Power Dissipation at(or below) 25°C Free Air Temperature	$P_d$	150	mW

- Notes:** \*1:  $I_{FP}$  Conditions--Pulse Width  $\leq 100 \mu s$  and Duty  $\leq 1\%$ .  
 \*2: Soldering time  $\leq 5$  seconds.



**HIR1363C**

**Electro-Optical Characteristics (Ta=25°C)**

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
Radiant Intensity	Ee	I <sub>F</sub> =20mA	81	120	--	mW/sr
		I <sub>F</sub> =100mA Pulse Width ≤ 100 μs, Duty ≤ 1%	--	490	--	
		I <sub>F</sub> =1A Pulse Width ≤ 100 μs, Duty ≤ 1%	--	5600	--	
Peak Wavelength	λ <sub>p</sub>	I <sub>F</sub> =20mA	--	850	--	nm
Spectral Bandwidth	Δλ	I <sub>F</sub> =20mA	--	45	--	nm
Forward Voltage	V <sub>F</sub>	I <sub>F</sub> =20mA		1.45	1.65	V
		I <sub>F</sub> =100mA Pulse Width ≤ 100 μs, Duty ≤ 1%	--	1.80	2.40	
		I <sub>F</sub> =1A Pulse Width ≤ 100 μs, Duty ≤ 1%	--	4.10	5.25	
Reverse Current	I <sub>R</sub>	V <sub>R</sub> =5V	--	--	10	μA
View Angle	2θ 1/2	I <sub>F</sub> =20mA	--	8	--	deg

**Rank**

Condition : I<sub>F</sub>=20mA

Unit : mW/sr

Bin Number	U	V
Min	81	113
Max	130	180

# DM74LS47

## BCD to 7-Segment Decoder/Driver with Open-Collector Outputs

### General Description

The DM74LS47 accepts four lines of BCD (8421) input data, generates their complements internally and decodes the data with seven AND/OR gates having open-collector outputs to drive indicator segments directly. Each segment output is guaranteed to sink 24 mA in the ON (LOW) state and withstand 15V in the OFF (HIGH) state with a maximum leakage current of 250  $\mu$ A. Auxiliary inputs provided blanking, lamp test and cascadable zero-suppression functions.

### Features

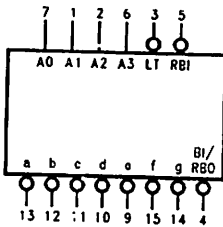
- Open-collector outputs
- Drive indicator segments directly
- Cascadable zero-suppression capability
- Lamp test input

### Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS47M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS47N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

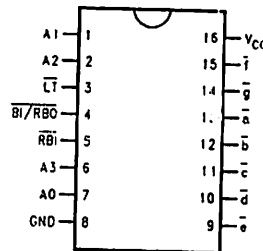
Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code

### Logic Symbol



V<sub>CC</sub> = Pin 16  
GND = Pin 8

### Connection Diagram



### Pin Descriptions

Pin Names	Description
A0-A3	BCD Inputs
RBI	Ripple Blanking Input (Active LOW)
LT	Lamp Test Input (Active LOW)
BI/RBO	Blanking Input (Active LOW) or Ripple Blanking Output (Active LOW)
a-g	Segment Outputs (Active LOW) (Note 1)

Note 1: OC—Open Collector

DM74LS47 BCD to 7-Segment Decoder/Driver with Open-Collector Outputs

Truth Table

Decimal or Function	Inputs							Outputs							Note
	LT	RBI	A3	A2	A1	A0	BI/RBO	a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	(Note 2)
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	(Note 2)
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
$\overline{\text{BI}}$	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 3)
RBI	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 4)
LT	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	(Note 5)

Note 2:  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  is wire-AND logic serving as blanking input ( $\overline{\text{BI}}$ ) and/or ripple-blanking output ( $\overline{\text{RBO}}$ ). The blanking out ( $\overline{\text{BI}}$ ) must be open or held at a HIGH level when output functions 0 through 15 are desired, and ripple-blanking input ( $\overline{\text{RBI}}$ ) must be open or at a HIGH level if blanking or a decimal 0 is not desired. X = input may be HIGH or LOW.

Note 3: When a LOW level is applied to the blanking input (forced condition) all segment outputs go to a HIGH level regardless of the state of any other input condition.

Note 4: When ripple-blanking input ( $\overline{\text{RBI}}$ ) and inputs A0, A1, A2 and A3 are LOW level, with the lamp test input at HIGH level, all segment outputs go to a HIGH level and the ripple-blanking output ( $\overline{\text{RBO}}$ ) goes to a LOW level (response condition).

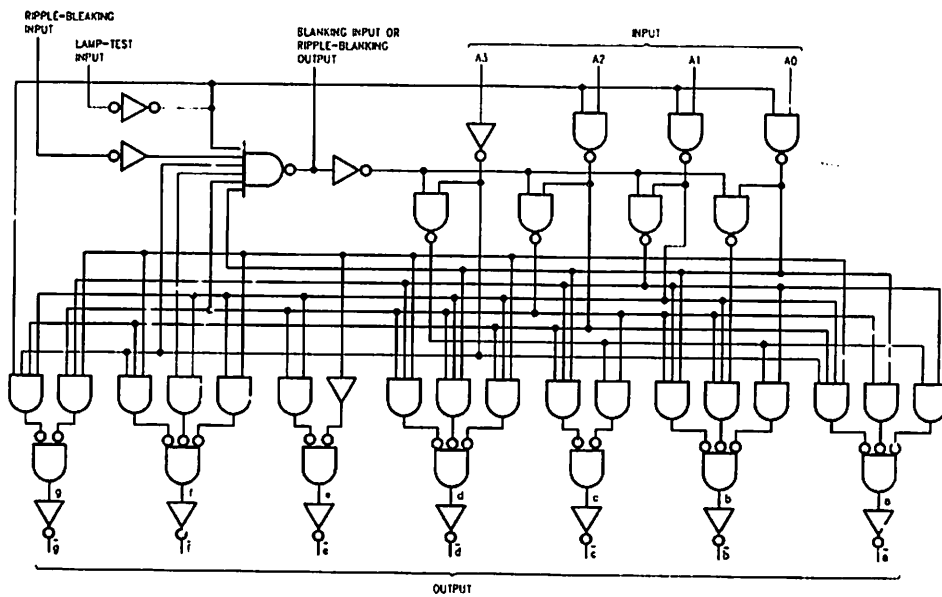
Note 5: When the blanking input/ripple-blanking output ( $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$ ) is OPEN or held at a HIGH level, and a LOW level is applied to lamp test input, all segment outputs go to a LOW level.

## Functional Description

The DM74LS47 decodes the input data in the pattern indicated in the Truth Table and the segment identification illustration. If the input data is decimal zero, a LOW signal applied to the  $\overline{\text{RBI}}$  blanks the display and causes a multi-digit display. For example, by grounding the  $\overline{\text{RBI}}$  of the highest order decoder and connecting its  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  to  $\overline{\text{RBI}}$  of the next lowest order decoder, etc., leading zeros will be suppressed. Similarly, by grounding  $\overline{\text{RBI}}$  of the lowest order decoder and connecting its  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  to  $\overline{\text{RBI}}$  of the next highest order decoder, etc., trailing zeros will be suppressed. Leading and trailing zeros can be suppressed simultaneously by using external gates, i.e., by driving  $\overline{\text{RBI}}$  of a

intermediate decoder from an OR gate whose inputs are  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  of the next highest and lowest order decoders.  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  also serves as an unconditional blanking input. The internal NAND gate that generates the  $\overline{\text{RBO}}$  signal has a resistive pull-up, as opposed to a totem pole, and thus  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  can be forced LOW by external means, using wired-collector logic. A LOW signal thus applied to  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  turns off all segment outputs. This blanking feature can be used to control display intensity by varying the duty cycle of the blanking signal. A LOW signal applied to LT turns on all segment outputs, provided that  $\overline{\text{BI}}/\overline{\text{RBO}}$  is not forced LOW.

Logic Diagram



Numerical Designations—Resultant Displays

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f



### Absolute Maximum Ratings (Note 6)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 6: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

### Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub>	HIGH Level Input Voltage	2			V
V <sub>IL</sub>	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I <sub>OH</sub>	HIGH Level Output Current a - g @ 15V = V <sub>OH</sub> (Note 7)			-250	μA
I <sub>OH</sub>	HIGH Level Output Current BI /RBO			-50	μA
I <sub>OL</sub>	LOW Level Output Current			24	mA
T <sub>A</sub>	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Note 7: OFF-State at a-g

### Electrical Characteristics

Over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 8)	Max	Units
V <sub>I</sub>	Input Clamp Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	HIGH Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OH</sub> = Max, V <sub>IL</sub> = Max, BI /RBO	2.7	3.4		V
I <sub>OFF</sub>	Output HIGH Current Segment Outputs	V <sub>CC</sub> = 5.5V, V <sub>O</sub> = 15V a - g			250	μA
V <sub>OL</sub>	LOW Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>OL</sub> = Max, V <sub>IH</sub> = Min, a - g		0.35	0.5	V
		I <sub>OL</sub> = 3.2 mA, BI /RBO			0.5	
		I <sub>OL</sub> = 12 mA, a - g		0.25	0.4	
		I <sub>OL</sub> = 1.6 mA, BI /RBO			0.4	
I <sub>I</sub>	Input Current @ Max Input Voltage	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 7V V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 10V			100	μA
I <sub>IH</sub>	HIGH Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 2.7V			20	μA
I <sub>IL</sub>	LOW Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 0.4V			-0.4	mA
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Output Current	V <sub>CC</sub> = Max (Note 9), I <sub>OS</sub> at BI/RBO	-0.3		-2.0	mA
	Supply Current	V <sub>CC</sub> = Max			13	mA

Note 8: All typicals are at V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>A</sub> = 25°C

Note 9: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

### Switching Characteristics

at V<sub>CC</sub> = +5.0V, T<sub>A</sub> = +25°C

Symbol	Parameter	Conditions	R <sub>L</sub> = 665Ω		Units
			C <sub>L</sub> = 15 pF		
			Min	Max	
I <sub>PLH</sub>	Propagation Delay			100	ns
I <sub>PHL</sub>	A <sub>n</sub> to a - g			100	
I <sub>PLH</sub>	Propagation Delay			100	ns
I <sub>PHL</sub>	RBI to a - g (Note 10)			100	

Note 10:  $\bar{L}$  = HIGH, A0 - A1 = LOW

## Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 1.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 2 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

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.

AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of internal RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five- or two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and logic circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. 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**

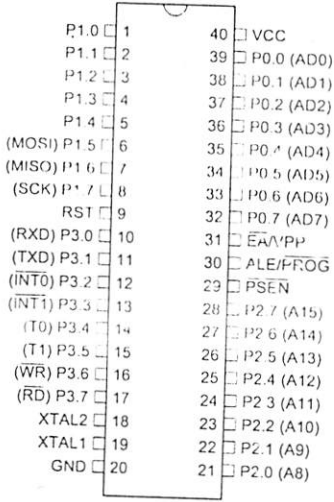
**AT89S51**



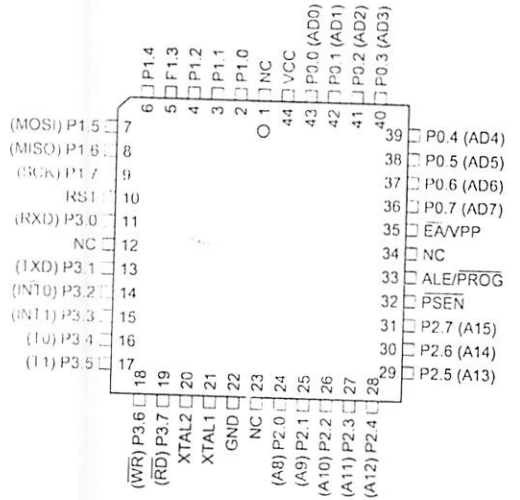


# Pin Configurations

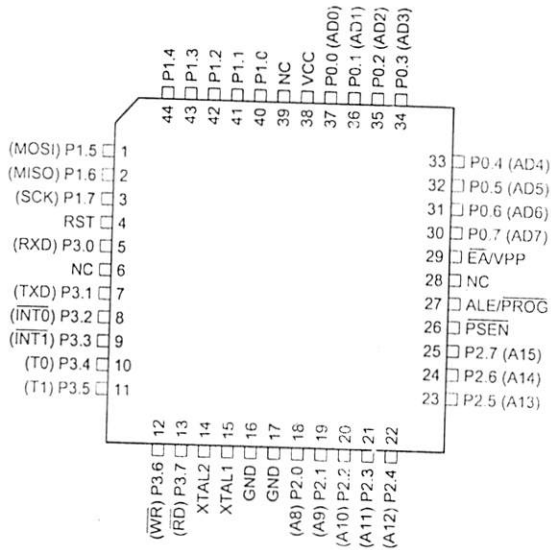
## PDIP



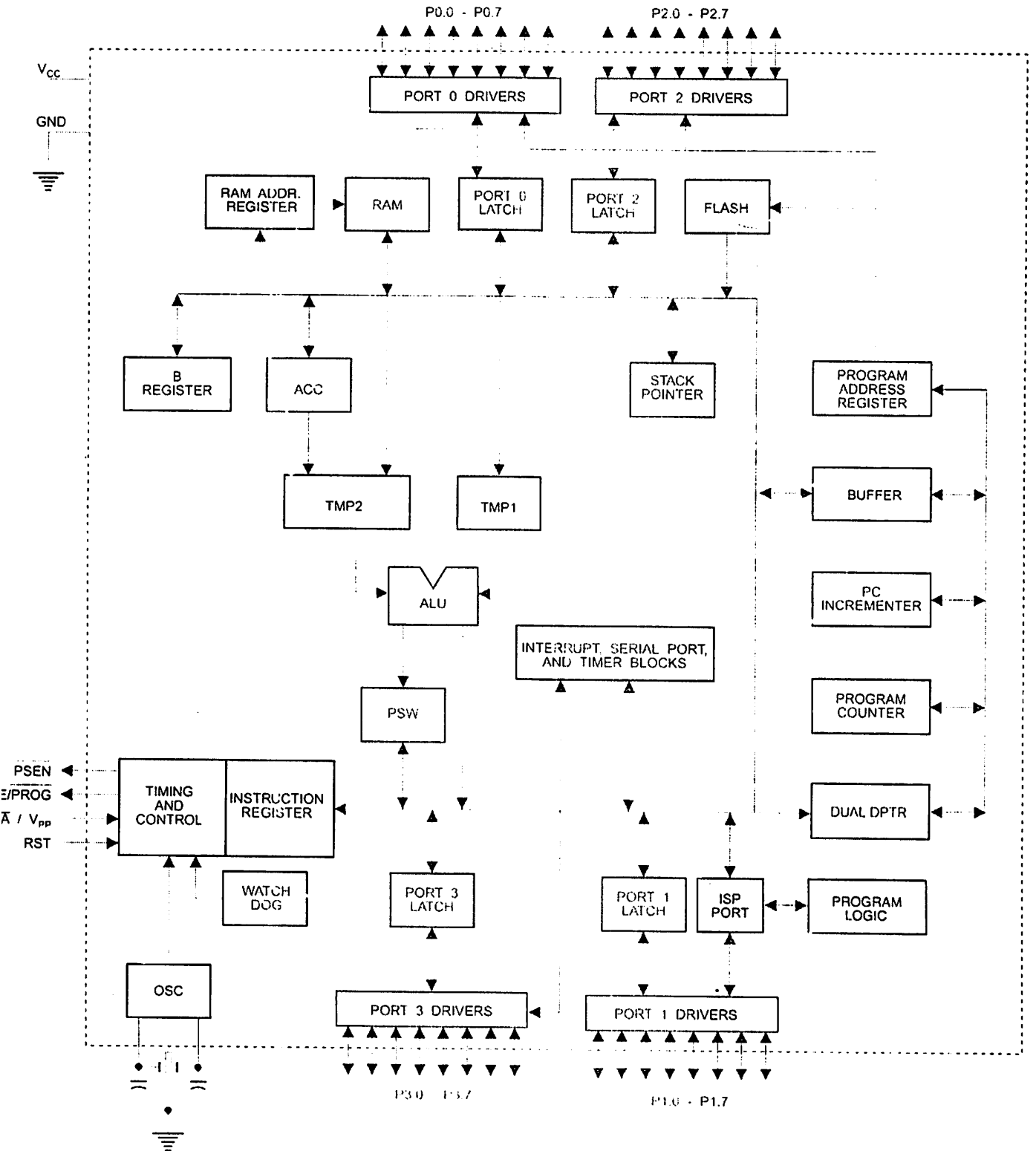
## PLCC



## TQFP



Block Diagram





## Description

**C** Supply voltage.

**D** 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)

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.

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.

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.

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.

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

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 00000C00								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 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

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

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

**Table 2. AUXR: Auxiliary Register**

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

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







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

**Table 3.** AUXR1: Auxiliary Register 1

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

## Memory Organization

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

## Program Memory

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

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

## Data Memory

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

## Watchdog Timer (WDT) 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 a reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive the output RESET HIGH pulse at the RST pin.

## Configuring 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 the WDTRST register to prevent 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 the WDTRST register. The WDTRST register 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  $98 \times T_{OSC}$  where  $T_{OSC} = 1/F_{OSC}$ . 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**

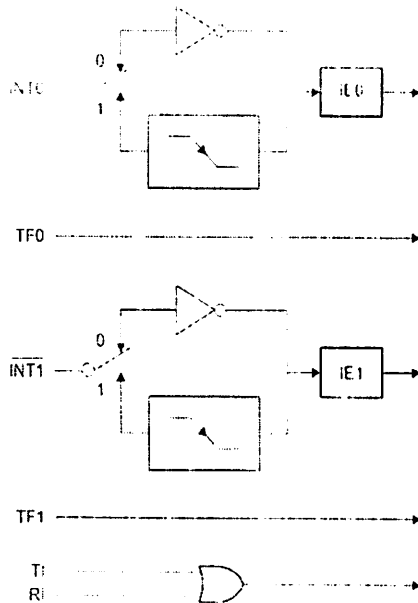
(MSB)				(LSB)			
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

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.

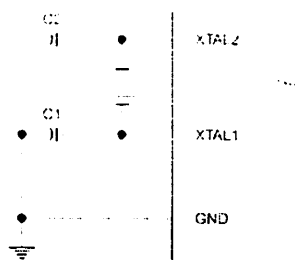
**Figure 1. Interrupt Sources**



## Oscillator Characteristics

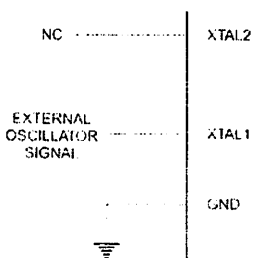
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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  $\overline{INT0}$  or  $\overline{INT1}$ . Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before  $V_{CC}$  is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.





**Table 5.** Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	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 <sub>C</sub> instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{\text{EA}}$ 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  $\overline{\text{EA}}$  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  $\overline{\text{EA}}$  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  $\overline{\text{EA}}/V_{\text{PP}}$  to 12V.
5. Pulse ALE/ $\overline{\text{PROG}}$  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  $\mu\text{s}$ . 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  $\overline{\text{READY}}$ .

**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  $\overline{\text{ALE/PROG}}$  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<sub>CC</sub> 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 <sub>CC</sub>	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V <sub>PP</sub>	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 <sub>IN</sub>	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D <sub>OUT</sub>	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)

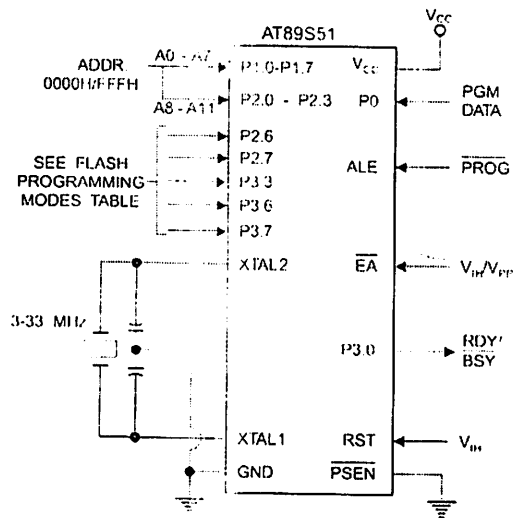
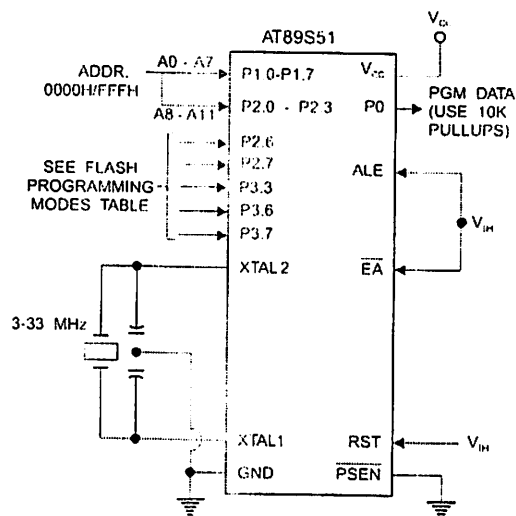


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)





Lampiran : 1(satu) berkas Proposal  
Perihal : Permohonan Kesiediaan Dosen Pembimbing

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Irmalia Suryani Faradisa,ST,MT  
Institut Teknologi Nasional Malang  
di  
M a l a n g

Dengan hormat,

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Imam Mashuda  
No. Mahasiswa : 0652006  
Program Studi : Teknik Listrik D-III

Dengan ini mengajukan permohonan, sekiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing, untuk penyusunan Tugas Akhir .

Judul Tugas Akhir : ..Perencanaan dan Pembuatan Alat Penghitung Mata Uang Kertas  
..Menggunakan MK AT89S51

Adapun tugas tersebut adalah salah satu syarat untuk menempuh Ujian Tugas Akhir Program D-III.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.



Malang, 20 Mei 2009

Imam Mashuda

**KESEDIAAN PEMBIMBING  
TUGAS AKHIR**

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

**N a m a** : Imam Maʼhuda  
**No. Mahasiswa** : 0652006  
**Program Studi** : Teknik Listrik D-III  
**Judul Tugas Akhir** : .Perencanaan dan Pembuatan Alat Penghitung Mata Uang Kertas  
.Menggunakan MK. AT89S51.....  
.....  
.....

Bahwa kami bersedia membimbing Tugas Akhir dari mahasiswa tersebut.

Jangka waktu penyelesaian Tugas Akhir selama 4 (empat) bulan mulai tanggal  
20/05/2009 s/d 20/09/2009 dan apabila dalam jangka waktu tersebut belum selesai maka tugas akhir  
tersebut dinyatakan GUGUR

Malang, 20 Mei 2009

Dosen Pembimbing:

  
Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT  
NIP.

Nb :

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan Mahasiswa  
yang bersangkutan kepada sekretaris jurusan Teknik  
Listrik D-III



**YAYASAN PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

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

PT. BNI (PERSERU) MALANG  
 BANK NIAGA MALANG

KAMPUS : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Teip. (0341) 551431(Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145

Nomor : 115/EL-05/TA/2009  
 Lampiran : -  
 Perihal : Bimbingan Tugas Akhir

Kepada : Yth. Irmalia Suryani Faradisa,ST,MT  
 Dosen Institut Teknologi Nasional  
 Malang

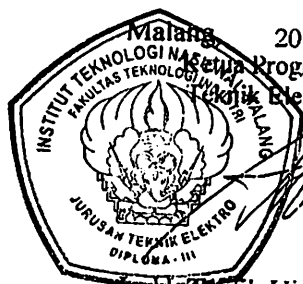
Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan persetujuan dalam Tugas Akhir untuk mahasiswa:

N a m a : Imam Masyhuda  
 No. Mahasiswa : 0652006  
 Program Studi : Teknik Listrik D-III  
 Judul Tesis : Perencanaan dan Pembuatan Alat Penghitung Mata Uang Kertas  
 Menggunakan MK AT 89S51

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara, terhitung mulai tanggal 20/05/2009 s/d 20/09/2009

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.



Malang, 20 Mei 2009  
 Ketua Program Studi  
 Teknik Elektro D-III

*[Signature]*  
 H. H. Taufik Hidayat, MT

NIP. 1018700151

## LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Imam Masyhuda  
NIM : 0652006  
Jurusan : Teknik Energi Listrik D III  
Judul : Perencanaan dan pembuatan alat penghitung mata uang kertas menggunakan mikrokontroler AT89S51

Tanggal	Materi	Paraf
31-08-09	Revisi BAB I	te
1-09-09	Ace BAB I, revisi blok diagram	tz
3-09-09	Revisi perencanaan	tz
4-09-09	Revisi BAB II	te
14-09-09	Ace BAB II, III	te
20-09-09	Revisi BAB IV, V	tz
30-09-09	Ace BAB IV, V Simpulan	tz

Mengetahui:

Dosen Pembimbing




( Irmalia Suryani, F. ST, MT)



## LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

NAMA : IMAM MASYHUDA  
NIM : 06.52.006  
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO D-III  
PROGRAM STUDI : ENERGI LISTRIK  
HARI / TANGGAL : Jum'at / 02 Oktober 2009

No	Materi Perbaikan	Paraf
1	Latar Belakang sampai akhir daftar pustaka	

Telah diperiksa oleh:

Penguji



( Bambang Prio. H, ST, MT )

## PROFIL PENYUSUN



*Nama* : Imam Masyhuda

*Alamat* : Langlang 11 / 03 Singosari – Malang

*NIM* : 06.52.006

*Prodi* : Energi Listrik

*Jurusan* : Teknik Elektro D-III

*Fakultas* : Fakultas Teknologi Industri

*Universitas* : Institut Teknologi Nasional Malang

*No. Tlp* : 085 649 710 072 / 081 937 794 998  
(0341) 4477887

*Mot* : Kian tinggi sang burung terbang # kian jauh pula ia dari bumi  
Semakin tinggi derajat dan semakin dekat tujuan seseorang, maka  
semakin besar rintangan dan bahaya yang akan ia hadapi...