



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN PENGUJI KELAYAKAN LAMPU PIJAR  
BERBASIS *MICROCONTROLLER***

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**INDRA RAMADHAN**

**0706228943**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
D3 FISIKA INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN PENGUJI KELAYAKAN LAMPU PIJAR  
BERBASIS *MICROCONTROLLER***

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya  
(A.Md)**

**INDRA RAMADHAN  
0706228943**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
D3 FISIKA INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Indra Ramadhan

NPM : 0706228943

Tanda Tangan : (  )

Tanggal : 8 Juli 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Indra Ramadhan  
NPM : 0706228943  
Program Studi : Fisika Instrumentasi Elektronika Industri  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Penguji Kelayakan lampu Pijar Berbasis *Microcontroler*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya D3 pada Program Studi D3 Fisika Instrumentasi Elektronika dan Industri Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

## DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Prawito

(*Dr. Prawito*)

Penguji : Dr. Sastra Kusuma Wijaya

(*Dr. Sastra Kusuma Wijaya*)

Penguji : Drs.Djonaedi Saleh, M.Si

(*Djonaedi*)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur saya panjatkan kepada Allah SWT beserta Nabi Muhammad SAW, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Walaupun dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis menemukan berbagai macam kesulitan, tetapi Allah SWT senantiasa memberikan tetesan rahmat-Nya sehingga semua rintangan dan tantangan dapat dilalui dengan ridha-Nya.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Penguji Kelayakan Lampu Pijar Berbasis *Microcontroler*” yang bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan program studi Diploma 3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia.

Dalam melaksanakan Tugas Akhir sampai penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang berlimpah tanpa henti yang telah memberikan secercah pengetahuan serta ilmu yang bermanfaat.
2. Drs. Prawito selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, kemudahan dalam berpikir dan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Drs. Arief Sudarmaji, M.T selaku dosen yang telah membantu memberi pencerahan selam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Surya Darma, M.Si selaku koordinator Tugas Akhir program Diploma 3 Instrumentasi Elektronika dan Industri FMIPA, UI.
5. Dosen-dosen pengajar Jurusan Instrumentasi Elektronika dan Industri yang selama hampir tiga tahun telah memberikan ilmu-ilmunya.

6. Kedua Orang tuaku (mama sama bapak) yang telah memberi dukungan dan doa baik moril maupun materi selama ini.
7. kakakku Lela Yuliana beserta Mas Puspo dan dede Syahla yang memberikan semangat dan doanya.
8. Kak Rizal ( Kaze) yang udah bombing dari masuk instrumentasi sampai berakhirnya perjuangan di Instrumentasi ini,“Makasih banyak , jal”.
9. Pak Parlan yang membantu mengerjakan mekanik kami,
10. Bisma Barron P sebagai rekan kerja yang selama ini sama-sama berjuang menyelesaikan tugas akhir ini,yang ada disaat susah dan senang, terima sekali atas kerjasamanya.
11. Sahabat-sahabatku seperjuangan yang tergabung dalam bersatu dalam TA 2010 yang telah memberikan bantuan, dorongan dan doa.
12. Seluruh rekan-rekan Instrumentasi Industri dan Elektronika angkatan 2007
13. Kepada sahabat-sahabatku di Kontrakan “BORJU”(tanpa mengurangi rasa hormat baik penghuni tetap (Faza”Hercules man”, Ery”dangdut man”, Achied”Edogawa”) maupun penghuni tidak tetap (angga”kompor man”,thorik”steel man”, awan”seleb man”, hasbi”thirex man”,moyo”dajal 1”, ozi”dajal 2”, Mirzan, hari, adit, aldi, meggi, agus), yang terlihat maupun yang tidak terlihat, yang terendus maupun yang tidak terendus, yang patungan maupun yang tidak), yang udah berjuang bersama selama TA ini.
14. Kakak kelas 2004 (Slamet, Vai, cungring, tanti, desti widi), 2005(Bang Samuel”thanx buat laptopnya”, sabil, bang jamal, ka monica, ka pamela, nando, indra, Basoka, harjib,uci) , dan 2006 ( boting, yuni, adinda, gusti, esa, eske, andarini, ayun,anggo, ucil) dan semuanya.
15. Cindy Zivani yang selalu memberikan support dan doa.
16. Haris Fitriadi temanku di Poltekes yang selalu sharing ilmu.
17. Olivia P A yang telah mengajarkanku membuat desain mekanik menggunakan Google Sketch p.
18. Seluruh keluarga besar FMIPA UI.
19. Motor (ScorpioZ) dan sepeda yang sudah mengantar kemanapun.

20. Semua pihak yang secara tidak langsung terlibat dalam pembuatan skripsi ini dan tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu, semoga amal baik yang telah dilakukan senantiasa dibalas oleh Allah SWT dengan berlipat ganda.

Semoga Allah SWT melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya atas kebaikan Bapak / Ibu dan Saudara/i sekalian. Semoga penulisan ilmiah ini benar-benar dapat memberikan kontribusi positif dan menimbulkan sikap kritis kepada para pembaca khususnya dan masyarakat pada umumnya untuk senantiasa terus memperoleh wawasan dan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang dimiliki penulis, sudah tentu terdapat kekurangan serta kemungkinan jauh dari sempurna, untuk itu penulis tidak menutup diri dan mengharapkan adanya saran serta kritik dari berbagai pihak yang sifatnya membangun guna menyempurnakan penyusunan tugas akhir ini.

Depok, 15 Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Indra Ramadhan  
NPM : 0706228943  
Program Studi : D3 Instrumentasi Industri  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir

demı pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Rancang Bangun Penguji Kelayakan Lampu Pijar Berbasis Microcontroler**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Juni 2010

Yang menyatakan  
  
( Indra Ramadhan )



## ABSTRAK

Nama : Indra Ramadhan  
Program Studi : Fisika Instrumentasi Industri  
Judul : Rancang Bangun Penguji Kelayakan Lampu Pijar Berbasis  
Microcontroler

Telah dibuat sebuah rancang bangun penguji kelayakan lampu pijar berbasis mikrokontroler. Alat ini dibuat dengan tujuan untuk memberikan kemudahan dan efisiensi dalam melakukan pengujian lampu pijar. Alat ini merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian terhadap suatu barang uji untuk dapat diketahui apakah barang uji tersebut layak atau tidak layak untuk digunakan. Dalam kasus ini barang uji yang digunakan adalah Lampu Pijar. Dimana lampu pijar dikatakan layak jika kawat filament yang berada didalamnya masih dalam keadaan terhubung. Dalam sistem ini digunakan alat uji yang berupa sebuah rangkaian dengan komponen analog. Alat uji tersebut akan menghasilkan output berupa digital, sehingga dapat langsung diterima oleh mikrokontroler yang selanjutnya akan memberi perintah pada actuator untuk dapat dipisahkan sesuai kelayakan. Selain itu digunakan sebuah LCD untuk display akhir.

Kata kunci : Penguji Kelayakan, Lampu Pijar, mikrokontroler

## ABSTRACT

Name : Indra Ramadhan  
Study Program : Physics in Instrumentation of Industry  
Title : Design of Microcontroler-based System for Light Bulb Testing

Have been made testing light bulb based on microcontroller. This device made in order to give an easy and efficiency in test light bulb. Advisability test is an equipment used for testing of the test items to be known whether the test items is advisability or not advisability to use. In this case the test items ware used as light bulb. Whare light bulb is advisability if the wires of filament are still in a state connected. This system used device test as one device with analog component. Device test that will result output as digital as, so gets directly be accepted by mikrokontroler is succeeding will give instruction on actuator to get disjointed appropriate advisability. Besides is utilized one LCD to final display.

Key word : Advisability test, Light Bulb, Microcontroler, Actuator, Lcd

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii

### 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Deskripsi Singkat .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metode.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4

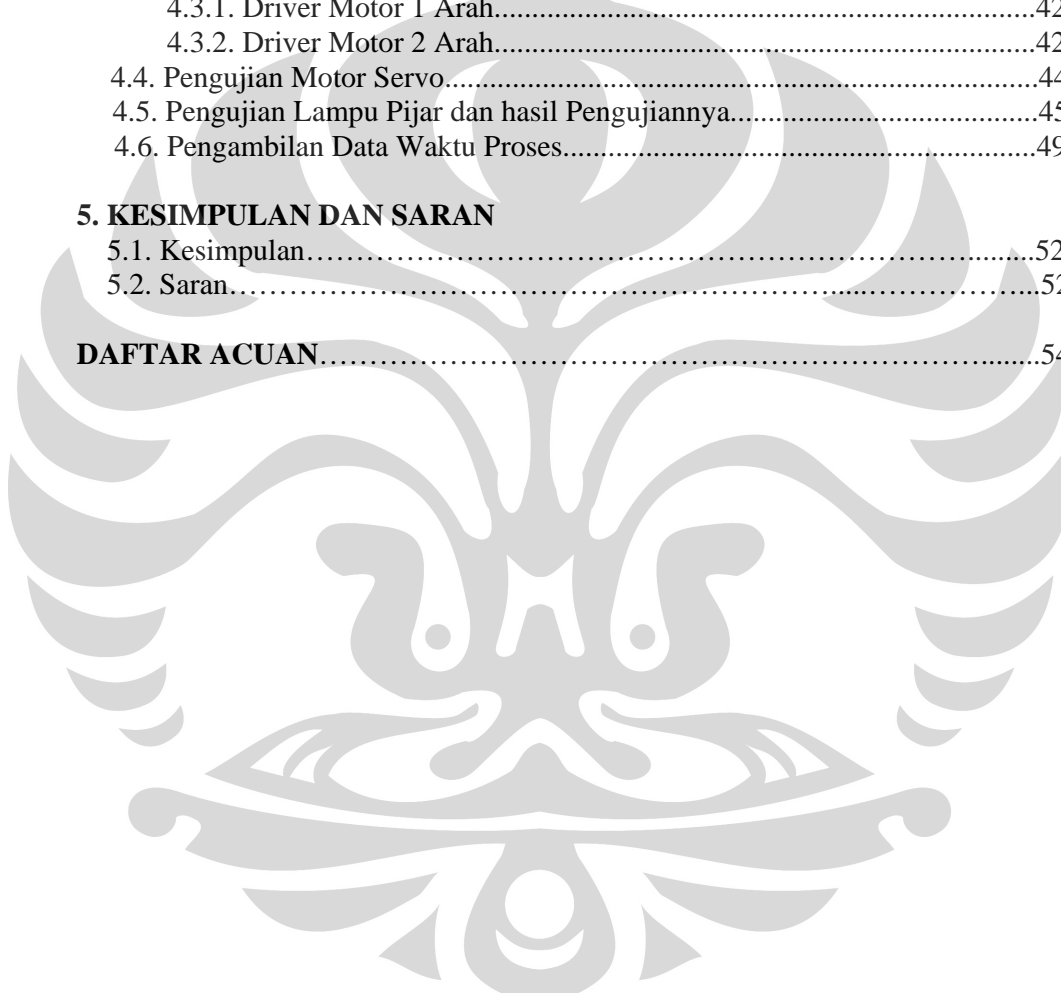
### 2. TEORI DASAR

2.1. <i>Limit Switch</i> .....	6
2.2. Motor Listrik.....	8
2.2.1. Motor DC.....	9
2.2.1.1. Prinsip Kerja Motor DC.....	9
2.2.1.2. Cara Kerja Motor DC.....	12
2.2.1.3. Torsi.....	13
2.2.1.4. Cara membalik Arah Putaran Motor DC .....	13
2.2.1.5. Cara Mempercepat Putaran Motor DC.....	14
2.2.2. Motor Servo.....	15
2.3. Penggunaan Gear Untuk Merubah Kecepatan .....	17
2.4. Transistor .....	17
2.5. LCD.....	20

### 3. PERANCANGAN DAN CARA KERJA ALAT

3.1. Perancangan Kerja Alat.....	24
3.2. Perancangan Mekanik.....	25
3.2.1. Tempat Kedudukan Seluruh Sistem .....	25
3.2.2. Rangka Bagian Bawah.....	26
3.2.3. Tempat Kedudukan Motor DC.....	27
3.2.4. Tempat Kedudukan Motor Servo.....	28
3.2.5. Tempat Kedudukan Limit Switch.....	29
3.2.6. Tempat Kedudukan Alat Uji.....	30
3.2.7. Tempat Penampungan Akhir Lampu Pijar.....	30
3.2.8. Conveyer.....	31

3.3. Perancangan Elektronik.....	32
3.3.1. Rangkaian Minimum System.....	32
3.3.2. Rangkaian Power Suplly.....	33
3.3.3. Rangkaian Driver Motor.....	35
3.3.4. Rangkaian Penguji.....	38
<b>4. PENGUJIAN ALAT DAN PENGAMBILAN DATA</b>	
4.1. Pengujian Sensor Limit Switch .....	40
4.2. Pengujian Rangkaian Alat Uji Lampu Pijar .....	41
4.3. Pengujian Putaran Driver Motor.....	41
4.3.1. Driver Motor 1 Arah.....	42
4.3.2. Driver Motor 2 Arah.....	42
4.4. Pengujian Motor Servo.....	44
4.5. Pengujian Lampu Pijar dan hasil Pengujiannya.....	45
4.6. Pengambilan Data Waktu Proses.....	49
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan.....	52
5.2. Saran.....	52
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>54</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram Proses Kerja Sistem.....	3
Gambar 2.1.	Limit Switch .....	6
Gambar 2.2.	Mekanik Limit Switch.....	7
Gambar 2.3.	Pembagian Sistemik Motor Listrik.....	9
Gambar 2.4.	Kaidah Tangan Kanan.....	11
Gambar 2.5.	Penampang Motor DC.....	11
Gambar 2.6.	Prinsip Kerja Motor DC.....	12
Gambar 2.7.	Setelah diputar 180 °.....	12
Gambar 2.8.	Prinsip Torka .....	13
Gambar 2.9.	Motor Servo Parallax .....	16
Gambar 2.10.	Nilai Pulsa Untuk Menggerakkan Motor Servo .....	16
Gambar 2.11.	Susunan Kabel Servo Motor .....	17
Gambar 2.12.	Transistor Bipolar NPN dan PNP.....	18
Gambar 2.13.	Kurva Kolektor.....	19
Gambar 2.14.	Transistor Sebagai Switch.....	19
Gambar 2.15.	LCD.....	20
Gambar 2.16.	Konektor LCD ke Microcontroller.....	21
Gambar 3.1.	Perencanaan Awal Mekanik.....	22
Gambar 3.2.	Blok Diagram Sistem .....	24
Gambar 3.3.	Keseluruhan Sistem Alat.....	26
Gambar 3.4.	Rangka Bagian Bawah .....	26
Gambar 3.5.	Posisi Karet Pondasi.....	27
Gambar 3.6a.	Gambar Kedudukan Motor ( 1 dan 2), Limit Switch ( LS 1, LS 2, LS3), dan Alat Uji.....	27
Gambar 3.6b.	Gambar Kedudukan Penampungan ( 1 dan 2 ) dan Limit Switch (LS4, LS 5, LS 6).....	28
Gambar 3.7.	Kedudukan Motor Servo .....	28
Gambar 3.8.	Jenis Limit Switch .....	29
Gambar 3.9.	Rangkaian Limit switch.....	30
Gambar 3.10.	Roller .....	31
Gambar 3.11.	Conveyor .....	31
Gambar 3.12.	Tempat Penyimpanan Lampu Pijar.....	32
Gambar 3.13.	Skematik Minimum Sistem AT89S52.....	33
Gambar 3.14.	Rangkaian Power Suplly 5 Volt .....	34
Gambar 3.15.	Rangkaian Power Suplly 9 Volt .....	34
Gambar 3.16.	Rangkaian Power Suplly 18 Volt.....	35
Gambar 3.17.	Driver Motor 1 Arah.....	36
Gambar 3.18.	Driver Motor 2 Arah.....	38
Gambar 3.19.	Rangkaian Penguji.....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daftar Pin dari LCD.....	20
Tabel 4.1.	Data Tegangan Limit switch.....	40
Tabel 4.2.	Tegangan Keluaran dari Alat Penguji.....	41
Tabel 4.3.	Tegangan yang didapat dari Rangkaian Driver Motor 1 Arah.....	42
Tabel 4.4.	Tegangan-tegangan dari Driver Motor 2 Arah .....	43
Tabel 4.5.	Besar Pulsa ke Servo dan Putarannya .....	44
Tabel 4.6.	Pengujian Lampu Pijar pada Alat Penguji Jalur I.....	45
Tabel 4.7.	Pengujian Lampu Pijar pada Alat Penguji Jalur II.....	46
Tabel 4.8.	Pengujian lampu Pijar pada Alat Penguji Jalur III.....	46
Tabel 4.9.	Pengujian Lampu Pijar pada Alat Penguji Jalur I & Jalur II secara Bersamaan .....	47
Tabel 4.10.	Pengujian Lampu Pijar pada Alat Penguji Jalur I & Jalur III secara Bersamaan .....	47
Tabel 4.11.	Pengujian Lampu Pijar pada Alat Penguji Jalur II & Jalur III secara Bersamaan.....	48
Tabel 4.12.	Pengujian Lampu Pijar pada Alat Penguji Jalur I, Jalur II & Jalur III secara Bersamaan.....	48
Tabel 4.13.	Waktu untuk Menyentuh Sensor Limit Switch Conveyor .....	49
Tabel 4.14.	Waktu untuk Menyentuh Limit Switch Bawah Alat Penguji .....	49
Tabel 4.15.	Waktu untuk Menyentuh Limit Switch Atas Alat Penguji.....	50
Tabel 4.16.	Waktu Delay untuk Melakukan Pengisian Lampu Pijar.....	50
Tabel 4.17.	Waktu untuk Menyentuh Limit Switch Pembaca Lampu.....	50
Tabel 4.18.	Waktu Keseluruhan untuk Melakukan Pengujian dan Pemisahan.....	51

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada saat ini dunia pendidikan sangat cepat berkembang dibidang penelitian hal ini ditandai dengan banyaknya teknologi baru yang mempermudah dalam pengajaran. Dalam pendidikan terdapat cara penyampaian dengan cara pemberian teori dan praktik. Pemberian teori sangatlah penting, penulis mengambil contoh di Departemen Fisika dengan Jurusan D3 Fisika Instrumentasi Elektronika dan Industri. Jurusan ini, banyak membahas permasalahan dibidang elektronika dan dibidang industri. Seperti kita tahu bahwa tidak hanya membutuhkan teori untuk mengetahui maksud dari sebuah pelajaran diperkuliahan namun juga membutuhkan praktik.

Dari hasil praktikum, mahasiswa dapat lebih mengenal permasalahan dan dapat menggunakan perhitungan teori yang telah diberikan untuk memecahkan suatu masalah dari praktik tersebut, karena teori dan praktik saling berkaitan sebab teori akan dinyatakan benar apabila dipraktikkan dan sebaliknya praktik akan dinyatakan benar apabila dilakukan perhitungan dengan menggunakan teori dan terpecahkan.

Dalam pendidikan Fisika Instrumentasi Elektronika dan Industri banyak sekali melakukan penelitian dibidang praktikum seperti praktikum elektronika dasar. Dalam penelitian dibidang praktikum ini banyak membutuhkan peralatan praktikum, dan peralatan praktikum ini memiliki harga yang relatif mahal. Departemen Fisika ini memiliki Labolatorium Elektronika yang mempunyai peralatan praktikum, namun peralatan yang ada sekarang masih menggunakan peralatan yang lama dan berusia lebih dari lima tahun. Didalam Labolatorium Elektronika peralatan yang ada sangat terbatas terlebih untuk peralatan yang mengenai percobaan analog dan percobaan digital untuk praktikum elektronika



dasar, hal ini dapat menghambat perkuliahan dalam praktikum dan pengambilan data pada tiap percobaan yang ada di dalam modul.

Oleh karena itu, penulis mencoba untuk membuat suatu alat yang dapat dipergunakan pada penelitian bidang yang mempunyai resiko tinggi agar lebih mudah dilakukan dan dijangkau melalui kendali jarak jauh. Dengan demikian maka manusia tidak perlu lagi mengambil resiko tinggi dalam hal pekerjaan yang sangat berbahaya bagi diri sendiri.

Alat yang akan dibuat dinamakan "*Rancang Bangun Mekanik Penguji Kelayakan Lampu Pijar Berbasis Mikrokontroler*". Alat ini dapat digunakan untuk membantu dunia industri dalam menyelesaikan proses pengujian kelayakan secara cepat dan tepat.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan pembuatan alat ini adalah untuk membantu dunia industri dalam mempermudah penyeleksian antara lampu pijar yang mampu berpijar dan lampu pijar yang sudah tidak dapat berpijar yang dilakukan secara otomatis.

## **1.3 Deskripsi Singkat**

Secara singkat alat ini berfungsi untuk membantu manusia dalam proses industri yang memproduksi lampu pijar, dan sebagai salah satu syarat dalam melewati serangkaian proses quality control.

Lampu pijar hasil produksi dipisahkan berdasarkan keadaan lampu pijar yang masih berpijar atau tidak berpijar. Mulanya lampu pijar berjalan diatas conveyor kemudian berhenti pada bagian pengujian, pada tahap ini ketika terdeteksi lampu pijar tersebut masih baik maka akan dipisahkan secara otomatis dengan lampu pijar yang sudah tidak dapat berpijar. Adapun flowchart dari sistem ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 1.1 Diagram Proses Kerja Sistem

#### 1.4 Batasan Masalah

1. Membuat rancang bangun mekanik penguji kelayakan lampu pijar.
2. Melakukan pengujian lampu pijar.
3. Melakukan pengelompokan (pemisahan) untuk lampu pijar layak dan tidak layak pakai (tidak sampai pengepakan lampu pijar).
4. Peletakan posisi lampu pijar sebelum diuji dilakukan secara manual.

#### 1.5 Metode

Metode yang dilakukan untuk membantu dalam pelaksanaan dan penganalisisan alat ini:

1. Study Literatur

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penulisan dan pembuatan alat yang dibuat penulis. Study literatur ini mengacu pada buku-buku acuan, *data sheet* dari berbagai macam komponen yang di gunakan, penjelasan dosen pembimbing, data yang didapat dari internet, rekan-rekan mahasiswa/i dan makalah-makalah yang membahas tentang proyek yang sedang dibuat oleh penulis.

## 2. Perancangan dan Pembuatan Alat

Berisi tentang proses perencanaan alat berupa membuat rangkaian elektronika untuk alat ini dan membuat mekanik. Setelah itu menggabungkan semua fungsi yang telah dibuat menjadi kesatuan dan selanjutnya penulis dapat merealisasikan sesuai dengan kegunaan alat.

## 3. Uji Sistem

Dari alat yang dibuat maka dilakukan pengujian terhadap masing-masing bagian fungsi alat, dengan tujuan untuk mengetahui kinerja sesuai dengan tujuan pembuatan alat dan dapat melakukan pengambilan data sesuai dengan tujuan pembuatan alat.

## 4. Metode Analisis

Metode ini merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari pengujian alat serta pengambilan data. Pengambilan data meliputi kinerja alat terhadap rangkaian serta pengkalibrasian alat yang sesuai dengan rangkaian. Setelah itu dilakukan penganalisisan kinerja terhadap alat sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari bab – bab yang memuat beberapa sub – bab. Untuk memudahkan pembacaan dan pemahaman maka laporan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu:

#### 1 **Pendahuluan**

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan dari laporan tugas akhir ini.

#### 2 **Teori Dasar**

Teori dasar berisi landasan – landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dalam perancangan dan pembuatan alat ( *hardware* ).

### **3 Perancangan dan Cara Kerja Sistem**

Pada bab ini akan dijelaskan secara keseluruhan sistem kerja dari semua perangkat yang dibuat.

### **4 Analisis Data**

Pada bab ini berisi tentang kerja alat sebagai hasil dari perancangan sistem. Pengujian akhir dilakukan dengan mengkalibrasi setiap fungsi yang terdapat pada alat untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal. Setelah sistem berfungsi dengan baik maka dilanjutkan dengan pengambilan data untuk memastikan kapabilitas dari sistem yang dibangun.

### **5 Penutup**

Penutup berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengujian sistem dan pengambilan data selama penelitian berlangsung, selain itu juga penutup memuat saran dan kritik guna pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini.

## BAB 2

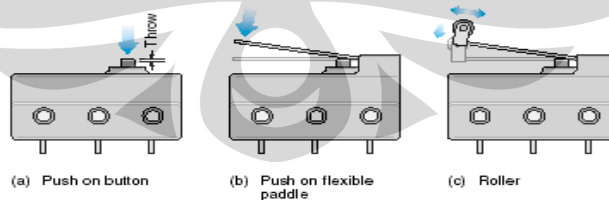
### TEORI DASAR

Dalam melakukan penelitian ini banyak hal yang harus dipelajari mengenai teori-teori yang melandasi penelitian, antara lain :

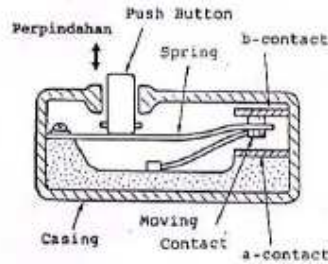
#### 2.1 *Limit Switch*

*Limit switch* merupakan sejenis komponen yang berfungsi sebagai saklar. Komponen ini berkerja sebagai penghubung dan pemutus arus listrik. *Limit switch* bekerja dengan sangat sederhana, dalam beroperasi *limit switch* tergantung dari jenisnya, namun memiliki prinsip yang sama yaitu on – off . *Limit switch* dibagi beberapa jenis yaitu, SPST ( *Single Pole Single Throw* ), SPDT ( *Single Pole Double Throw* ), DPDT ( *Double Pole Double Throw* ).

*Limit switch* merupakan saklar tekan yang akan aktif jika ada suatu objek yang berpindah. *Limit switch* memiliki bentuk yang berbeda, seperti terdapat roller atau pedal pada ujung tuas. *Limit switch* biasa digunakan untuk mengetahui posisi dari sebuah batasan yang berhubungan dengan piston silinder, rotor, pergerakan tempat mesin, dan lainnya, supaya sistem dapat bergerak secara otomatis. Bila pembatas dari sebuah mesin menekan roller atau pedal dari *limit switch*, maka *limit switch* akan ON atau OFF.



Gambar 2.1 *limit switch*



Gambar 2.2 mekanik *limit switch*

*Limit switch* memiliki dua buah keadaan pada saat posisi normal yang berbeda yaitu, *Open* (Buka) dan *Close* (Tutup). Normaly Open (NO) atau kondisi normal open (Buka), yaitu kondisi limit switch bertipe seperti ini adalah tidak menghantar pada keadaan normalnya. Sebaliknya Normaly close (NC) atau kondisi normalnya close (Tutup), berarti limit switch tidak akan menghantarkan arus listrik pada keadaan normalnya. Biasanya limit switch seperti ini bersifat otomatis, jika limit switch tidak tertekan maka limit switch akan berada pada kondisi normalnya, jika limit switch dalam keadaan tertekan maka limit switch akan berada pada kondisi berbalik dari keadaan normalnya, sebagai contoh jika limit switch tersebut adalah NO maka dia akan berpindah posisi dari keadaan normal (*Open*) tidak terhubung menjadi (*Close*) terhubung atau menghantar.

Pada limit switch type seperti ini memiliki per dalam komponennya, jika tombol tertekan maka per akan tertekan kebawah, jika beban hilang maka per otomatis akan kembali pada kondisi semula, karena adanya daya lontar pada per.

Dalam hal apapun saklar (*Limit Switch*) yang ideal harus memiliki dua karakteristik yang penting, yaitu :

1. Jika pada saat saklar tidak terhubung, saklar yang ideal adalah saklar memiliki nilai hambatan 0 ohm.
2. Jika pada saat terhubung , saklar mampu memiliki nilai hambatan yang tak terhingga.

Namun dalam kenyataanya didapatkan sedikit kelemahan dalam penggunaan *limit switch* sebagai batasan antara lain yaitu, semakin lama

digunakan per yang ada didalamnya melemeh dalam kerjanya sehingga keakuratannya akan berkurang yang akan berpengaruh pula pada jalanya alat.

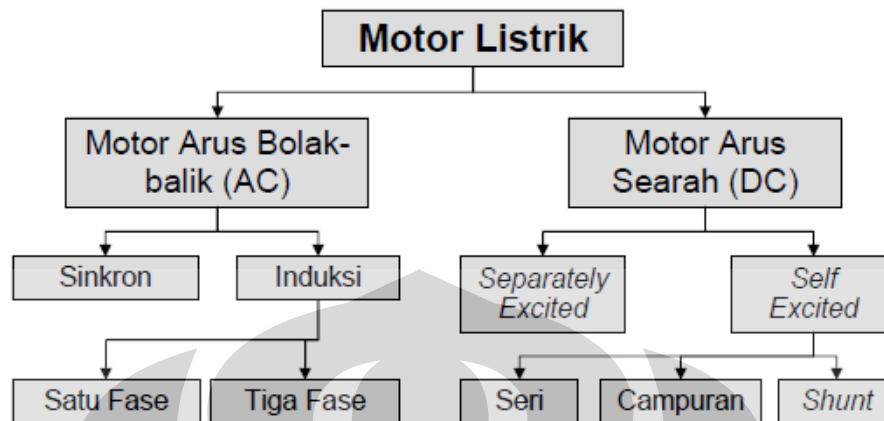
## 2.2 Motor Listrik

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama, seperti berikut ini:

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / *loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / *torque* untuk memutar kumparan.
- Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Dalam merancang suatu sistem pengendali diperlukan sebuah komponen penggerak antara lain motor, stepper, servo, dan lain-lain. Dalam perancangan penggerak dalam konveyor biasanya menggunakan penggerak seperti motor. Motor memiliki dua buah jenis type, motor ac dan motor dc. Motor dc berbeda dengan motor ac, perbedaan motor ac dan dc ada pada jenis tegangan, motor ac digerakan oleh tegangan bolak-balik. Sedangkan untuk motor dc digerakan oleh tegangan searah.



Gambar 2. 3 Pembagian Sistematis Motor Listrik

### 2.2.1 Motor DC

Motor DC adalah motor yang menggunakan arus searah (*Direct Current*) yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanis yang berupa putaran motor. Motor DC banyak digunakan di industri yang memerlukan presisi tinggi dalam gerak untuk pengaturan kecepatan pada torsi yang konstan. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Salah satu komponen yang diperlukan dalam sistem pengendalian adalah aktuator, yaitu komponen pertama untuk melakukan gerakan dengan mengubah energi elektrik menjadi gerakan mekanik adalah salah satu jenis aktuator adalah motor listrik. Motor DC yang digunakan di alat ini berfungsi sebagai penggerak conveyor dan turun naiknya alat penguji.

#### 2.2.1.1 Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja dalam motor dc dapat dijelaskan dengan prinsip elektromagnetik. Tegangan yang diinduksikan dalam sebuah konduktor harus sedemikian rupa hingga medan magnet yang dibangkitkan dari hasil arus dalam konduktor akan berlawanan terhadap gerak induksi medan magnet

Dalam Induksi Elektromagnetik, berlaku juga Hukum Faraday yaitu besarnya tegangan induksi dalam solenoida pada saat lilitan memotong garis gaya



magnet akan berbanding lurus dengan jumlah lilitan dan pada tingkat dimana garis fluks magnet dipotong oleh lilitan. Hukum Faraday dipengaruhi oleh perubahan fluks magnetik. Persamaan fluks magnetik:

$$\Phi = \overline{\mathbf{B}} \cdot \overline{\mathbf{A}} \quad (2.1)$$

$$\Phi = B A \cos \theta \quad (2.2)$$

Dimana :  $\Phi$  = fluks magnetik (Weber=Wb)

$B$  = medan magnet (T)

$A$  = luas bidang ( $m^2$ )

$\theta$  = sudut antara  $B$  dan garis normal

Prinsip kerja motor DC dapat dijelaskan dengan teori *elektromagnetik* yaitu jika sebuah penghantar kawat berarus listrik ditempatkan di daerah medan magnet maka akan mengalami gaya magnet yang besarnya sebanding dengan arus yang melewati penghantar, besar medan magnet, panjang kawat penghantar dan sudut antara medan magnet dengan arus, jika ditulis dalam sebuah persamaan adalah sebagai berikut:

$$F = B i L \sin \alpha \quad (2.3)$$

Dimana:  $F$  = gaya magnet (Newton)

$B$  = medan magnet luar ( $Wb/m^2$ )

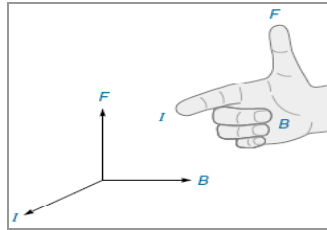
$i$  = kuat arus (Ampere)

$L$  = panjang kawat (Meter)

$\alpha$  = sudut yang dibentuk medan magnetik dengan arus

Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa  $F$  akan bernilai nol bila medan magnetik sejajar dengan arus listrik, dan akan bernilai maksimum ketika medan magnetik tegak lurus dengan arah arus listrik.

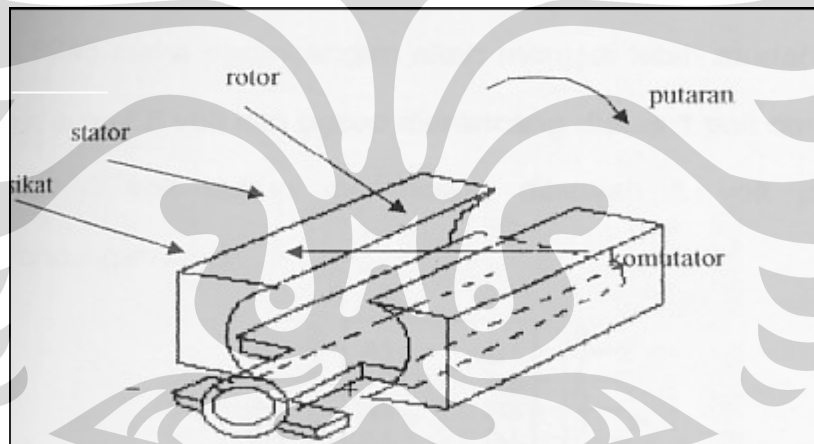
Arah gaya magnet, medan magnet, dan kuat arus dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan.



Gambar 2.4 Kaidah Tangan Kanan

Komponen Motor DC :

- **Rotor**, yaitu bagian yang berputar pada motor berupa kumparan kawat.
- **Stator**, yaitu bagian yang diam pada motor berupa magnet.
- **Komutator**, yaitu cincin belah yang berfungsi sebagai penukar arus.
- **Sikat**, yaitu sepasang batang grafit yang menempel pada komutator tetapi tidak berputar.



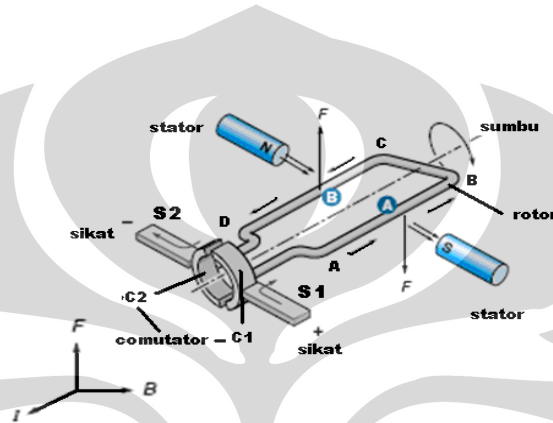
Gambar 2.5 Penampang Motor DC

Jadi Prinsip kerja motor membutuhkan :

1. Adanya garis-garis medan magnet (fluks), antara kutub yang berada di stator.
2. Penghantar yang berarus listrik yang ditempatkan dalam medan magnet tersebut.
3. Pada penghantar akan timbul gaya.

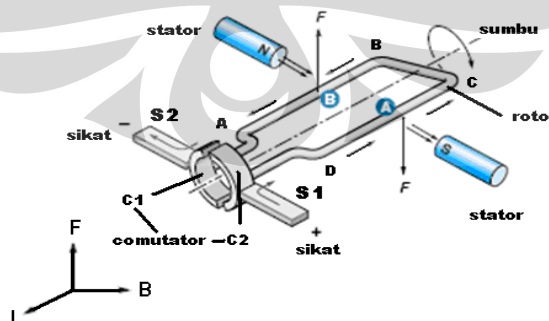
### 2.2.1.2 Cara Kerja Motor DC

Misalkan kedudukan mula-mula seperti pada gambar 2.6 arus listrik mengalir dari kutub (+) baterai melalui sikat S1 – cincin C1- rotor ABCD – cincin C2 – sikat S2 – kembali ke kutub (-) baterai. Ketika rotor CD yang dekat dengan kutub utara mengalami gaya ke atas dan sisi rotor AB yang dekat dengan kutub selatan mengalami gaya ke bawah. Akibatnya rotor ABCD berputar searah jarum jam.



Gambar 2.6 Prinsip kerja Motor DC

Setelah setengah putaran ( $180^{\circ}$ ), terjadi pertukaran posisi antara sikat dan comutator. Sekarang, C2 menyentuh sikat S1 dan C1 menyentuh sikat S2. Sehingga arus mengalir dari kutub (+) baterai menuju kutub (-) melalui sikat 1 (S1), Comutator 2 (C2), Rotor DCBA, Comutator 2 (C2), dan sikat 2 (S2). Pertukaran posisi antara sikat dan comutator mengakibatkan motor terus berputar. Perhatikan gambar 2.7.



Gambar 2.7 Setelah diputar  $180^{\circ}$

### 2.2.1.3 Torsi Motor

Torsi motor didefinisikan sebagai aksi dari suatu gaya pada motor yang dapat mempengaruhi beban untuk ikut bergerak. Ketika sumber tegangan dihubungkan pada rush (sikat) motor, maka arus yang mengalir masuk ke kutub positif brush, melalui komutator dan kumparan armatur, serta keluar melalui daerah kutub negatif dari brush.

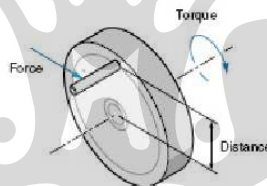
Selama motor berputar menghasilkan torka ( $\tau$  = Torque). Torka merupakan analogi gaya dari gerak translasi untuk gerak rotasi. Karena torka ini dihasilkan oleh sistem elektromagnet, maka disebut torka elektromagnet (electromagnetic torque). Torka yang dihasilkan motor ini mempunyai nilai yang besarnya ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$rF = \tau \quad (2.4)$$

Dimana:  $\tau$  = torka (Nm)

$r$  = jarak dari pusat rotasi ke titik beban (m)

$F$  = gaya yang ditimbulkan medan magnet(N)



Gambar 2.8 Prinsip Torka

Sedangkan ketika terjadi putaran persamaan torka menjadi:

$$\tau = I \alpha \quad (2.5)$$

Dimana:  $\tau$  = torka putaran

$I$  = momen inersia

$\alpha$  = kecepatan sudut (rad/s)

### 2.2.1.4 Cara Membalik Arah Motor DC

Arah gerakan motor arus searah dapat diatur dengan dua cara yaitu mengubah polarisasi arah arus searah pada belitan medan magnet (+) dan (-), atau

dengan mengubah arah arus dengan menukar (+) dan (-) pada sikat. Pada prinsipnya membalik arah motor searah memang dengan dua cara yang telah disebutkan di atas, namun dalam suatu rangkaian elektronika kita memerlukan suatu rangkaian penggerak motor yang dapat membalik arah gerak motor dengan mudah misalnya dengan menggunakan transistor. Transistor pada rangkaian pembalik putaran motor berfungsi sebagai saklar (*switching*).

### 2.2.1.5 Cara Mempercepat Putaran Motor DC

Kecepatan putaran motor dc dapat ditingkatkan dengan memperbesar tegangan yang masuk ke motor, sehingga dapat mengakibatkan arus yang masuk ke motor menjadi besar pula. Hal ini sesuai dengan hukum Ohm berikut ini:

$$V = I R \quad (2.6)$$

Dimana :  $V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Besar arus (Amper)

$R$  = Hambatan (Ohm)

Dengan hambatan yang tetap dan tegangan diperbesar akan mengakibatkan arus menjadi besar pula. Dengan arus yang diperbesar maka akan menyebabkan gaya ( $F$ ) menjadi besar pula sesuai dengan persamaan 2.6 di atas. Dan apabila  $F$  semakin besar maka kekuatan rotor akan semakin besar dan berdampak pada makin cepatnya putaran motor. Dari persamaan 2.6 dapat diambil kesimpulan bahwa semua unsur yang mempengaruhi nilai  $F$  dapat mempercepat putaran motor, yaitu dengan memperpanjang lilitan (memperbesar  $I$ ), dan memperbesar medan magnet ( $B$ ).

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

1. Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan.
2. Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan. Motor DC tersedia dalam banyak ukuran

### 2.2.2 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian control. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Dengan pulsa 1.3 ms pada periode selebar 2 ms maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa ON maka akan semakin besar gerakan sumbu kearah jarum dan semakin kecil pulsa ON maka akan semakin besar gerakan sumbu kearah berlawanan dengan jarum jam.

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan duty cycle sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya.

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya.

Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki:

1. 3 jalur kabel: power, ground, dan control
2. Sinyal control mengendalikan posisi
3. Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar +- 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatak akhir dari range sudut maksimum.
4. Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan feedback control.

Adapun jenis- jenis motor servo adalah :

1. Motor servo Standard 180  
Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan

CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90 sehingga total defleksi sudut dari kanan-tengah-kiri adalah 180.

2. Motor servo Continuous

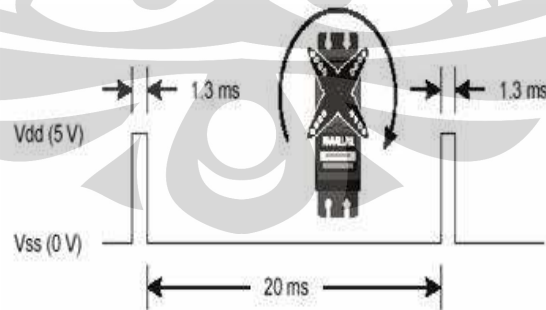
Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

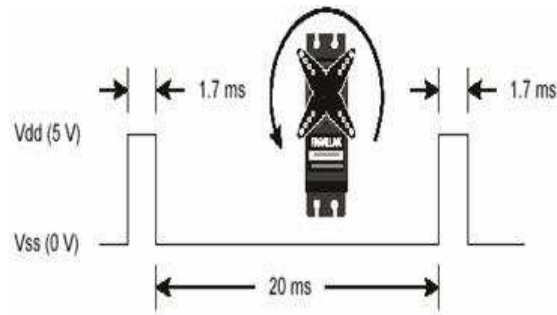
Untuk motor servo yang digunakan adalah merk parallax dengan jenis standard seperti gambar brikut,



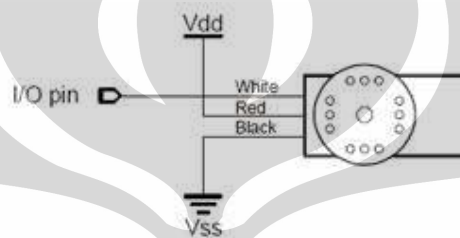
Gambar 2.9 Motor Servo Parallax

Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.3ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa = 1.7ms untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms, seperti ilustrasi berikut:





Gambar 2.10 Nilai Pulsa Untuk Menggerakkan Motor Servo



Gambar 2.11 Susunan Kabel Servo Motor

### 2.3 Penggunaan Gear untuk Merubah Kecepatan

Perbandingan dari dua gear yang digunakan ternyata dapat mengubah kecepatan dari gear yang terluar untuk berputar, contoh dua gear saling bersentuhan satu sama lain, gear pertama memiliki sayap sebanyak 40 dan yang satunya lagi memiliki sayap sebanyak 20, sehingga perbandingan gear yang ada menjadi  $40/20 = 2$ . Dari perbandingan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa :

$$N_g = N_2/N_1 = C_{ir2}/C_{ir1} = \pi D_{ia2}/\pi D_{ia1} = D_{ia2}/D_{ia1} \quad (2.7)$$

Dimana:  $N_g$  = perbandingan antara gear 1 dan gear 2

$N$  = Jumlah sayap

$D$  = Diameter gear

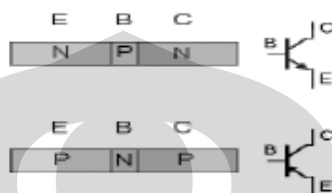
$C_{ir}$  = Keliling lingkaran

### 2.4 Transistor

Pada tahun 1951, William Schockley menemukan transistor sambungan pertama, komponen semikonduktor yang dapat menguatkan sinyal elektronik



seperti sinyal radio dan televisi. Terdapat 2 jenis transistor bipolar yaitu tipe NPN dan PNP. Bipolar artinya adalah dua polaritas atau dua kutub. Cara kerjanya adalah electron di kutub negatif mengisi kekurangan electron di kutub positif. Adapun gambar dan symbol secara umum dari transistor bipolar seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.12 Transistor Bipolar NPN dan PNP

Sebuah transistor mempunyai 3 kaki yaitu kaki basis, collector dan kaki emitter. Transistor bipolar mempunyai empat daerah operasi yang berbeda, aktif, cutoff, saturasi, dan breakdown. Dan terdapat dua jenis rangkaian transistor, yaitu penguat dan saklar. Pada rangkaian penguat, titik Q harus tetap berada pada daerah aktif apapun kondisinya. Jika tidak demikian, maka sinyal keluaran akan terdistorsi pada puncak jika terjadi titik jenuh atau cutoff. Pada rangkaian saklar, titik Q biasanya berubah-ubah antara titik jenuh dan cutoff.

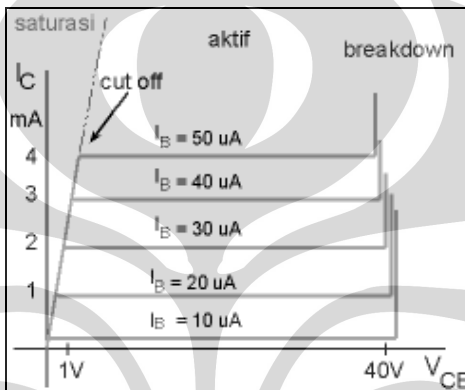
Pada umumnya transistor dianggap sebagai suatu alat yang beroperasi karena adanya arus. Kalau arus mengalir kedalam basis dan melewati sambungan basis emitter, suatu suplai positif pada kolektor akan menyebabkan arus mengalir di antara kolektor dan emitter. Dua hal yang harus diperhatikan pada arus kolektor turun sampai pada tingkatan arus kolektor, yaitu untuk arus basis nol (tidak ada tegangan atau kurang dari 0.7 vol), arus kolektor turun sampai pada tingkat arus bocor yaitu kurang dari 1 uA dalam kondisi normal (untuk transistor silicon), dan untuk arus basis tertentu, arus kolektor yang mengalir akan jauh lebih besar daripada arus basis itu. Penguatan arus yang dicapai ini disebut  $h_{FE}$ , dengan,

$$I_c \text{ (arus collector)} = I_b \text{ (arus basis)} \cdot h_{FE} \quad (2.8)$$

Dalam alat ini transistor digunakan sebagai switch, adapun sebuah transistor yang digunakan sebagai switch bekerja pada daerah saturasi ketika on dan pada daerah cut'off ketika terputus.

- **Daerah Saturasi**

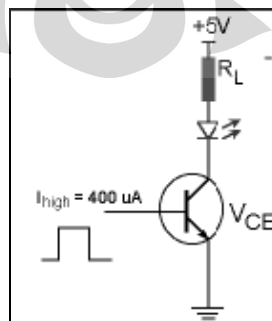
Daerah saturasi adalah mulai dari  $V_{CE} = 0$  volt sampai kira-kira 0.7 volt (transistor silikon), yaitu akibat dari efek dioda kolektor-base yang mana tegangan  $V_{CE}$  belum mencukupi untuk dapat menyebabkan aliran elektron.



Gambar 2.13 Kurva Kolektor

- **Daerah Cut-Off**

Jika kemudian tegangan  $V_{CC}$  dinaikkan perlahan-lahan, sampai tegangan  $V_{CE}$  tertentu tiba-tiba arus  $I_C$  mulai konstan. Pada saat perubahan ini, daerah kerja transistor berada pada daerah cut-off yaitu dari keadaan saturasi (OFF) lalu menjadi aktif (ON). Perubahan ini dipakai pada system digital yang hanya mengenal angka biner 1 dan 0 yang tidak lain dapat direpresentasikan oleh status transistor OFF dan ON.



Gambar 2.14 Transistor Sebagai Switch

## 2.5 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang paling banyak digunakan saat ini ialah LCD M1632 *refurbish* karena harganya cukup murah. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah. Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD.

LCD yang umum, ada yang panjangnya hingga 40 karakter (2x40 dan 4x40), dimana kita menggunakan DDRAM untuk mengatur tempat penyimpanan karakter tersebut. LCD mempunyai 8 data line, tetapi dapat dikendalikan dengan “mode ekonomis”, yaitu dengan menggunakan 4 line teratas dari data line. Hal ini dapat menghemat 4 pin I/O mikrocontroller. Data mode adalah keadaan awal pin. Ini maksudnya masing-masing pin dapat dipilih untuk pin LCD. Pilihan ini memberikan kemudahan pada pilihan konfigurasi i/o pada mikrocontroller.

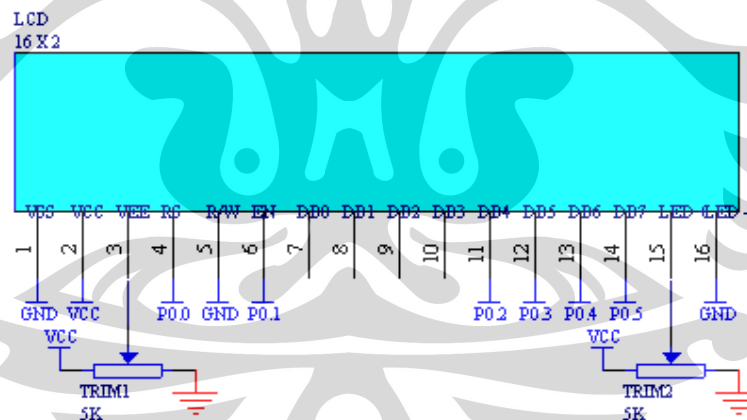
Melalui pin LCD ini dapat memberikan tampilan data yang telah ditulis dalam program bascom. Dalam pemakaian LCD hal yang sangat perlu adalah menset config LCD pada pin yang diinginkan. Penggunaan LCD lebih menyederhanakan tampilan karena tampilan yang dikeluarkan tidak perlu lagi dalam bentuk bit, dibandingkan dengan menggunakan seven segmen. Rangkaian led pada mikrocontroller hanya menyambung port pada port mikrocontroller. Dan dalam alat kami ini kami menggunakan LCD dengan tampilan 2x16 sebagai tampilan akhir.



Gambar 2.15 LCD

Tabel 2.1 Daftar Pin dari LCD

NO	Nama Pin	Deskripsi	Port
1	VCC	+ 5V	VCC
2	GND	0 V	GND
3	VEE	Tegangan Kontras LCD	
4	RS	Register Select, 0=Input Instruksi, 1=Input Data	PD7
5	R/W	1= Read ; 0 = Write	PD5
6	E	Enable Clock	PD6
7	D4	Data Bus 4	PC4
8	D5	Data Bus 5	PC5
9	D6	Data Bus 6	PC6
10	D7	Data Bus 7	PC7
11	Anode	Tegangan Positif backlight	
12	Katode	Tegangan Negatif backlight	

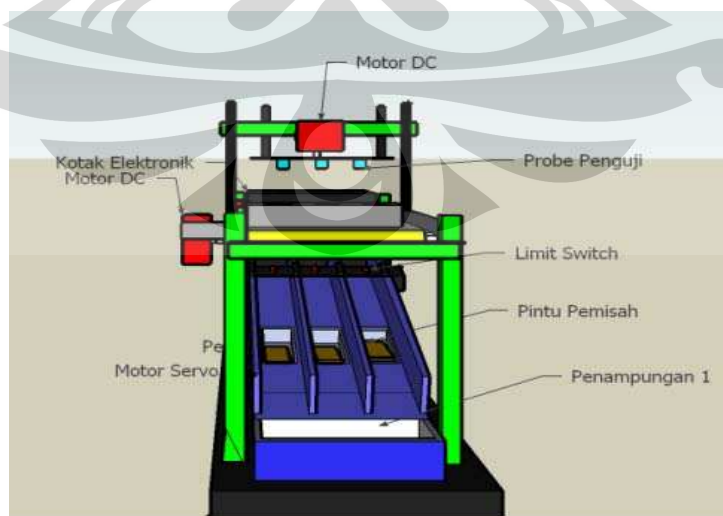
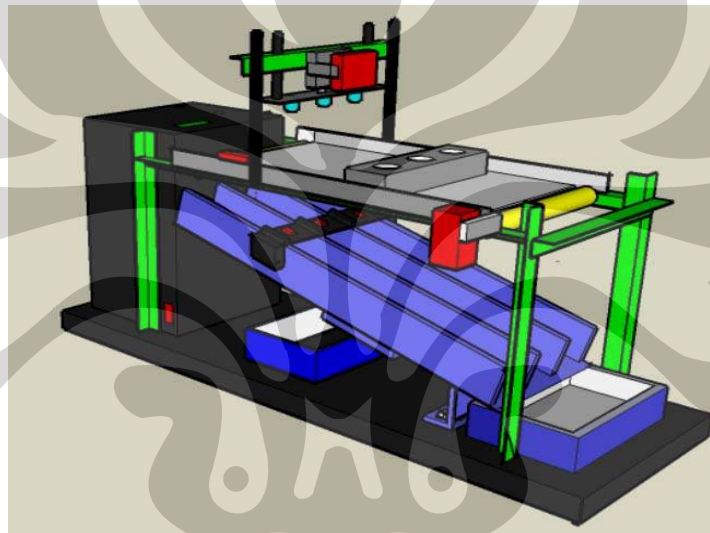


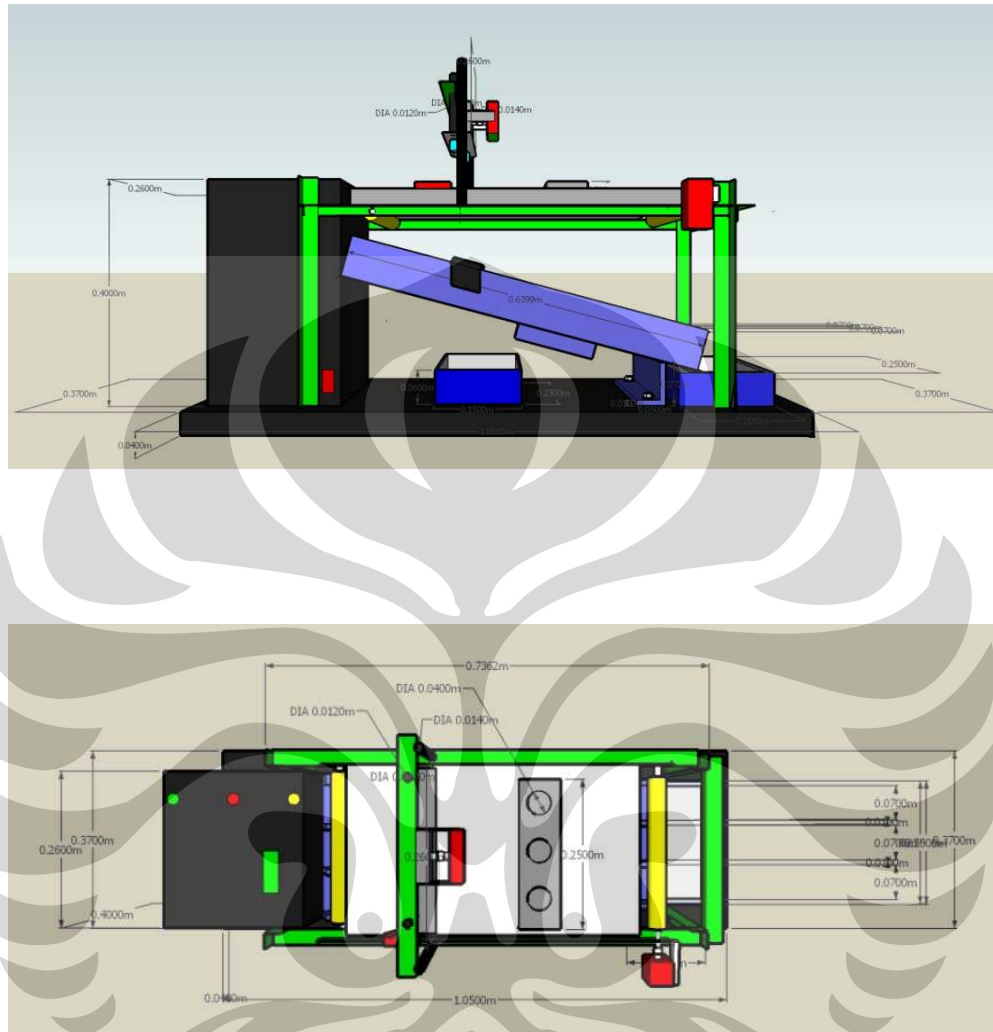
Gambar 2.16 Konektor LCD ke Mikrokontroler

### BAB 3

## PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing *hardware* yang digunakan penulis dalam penyusunan alat dengan judul alat pengujian kelayakan lampu pijar berbasis mikrokontroler.

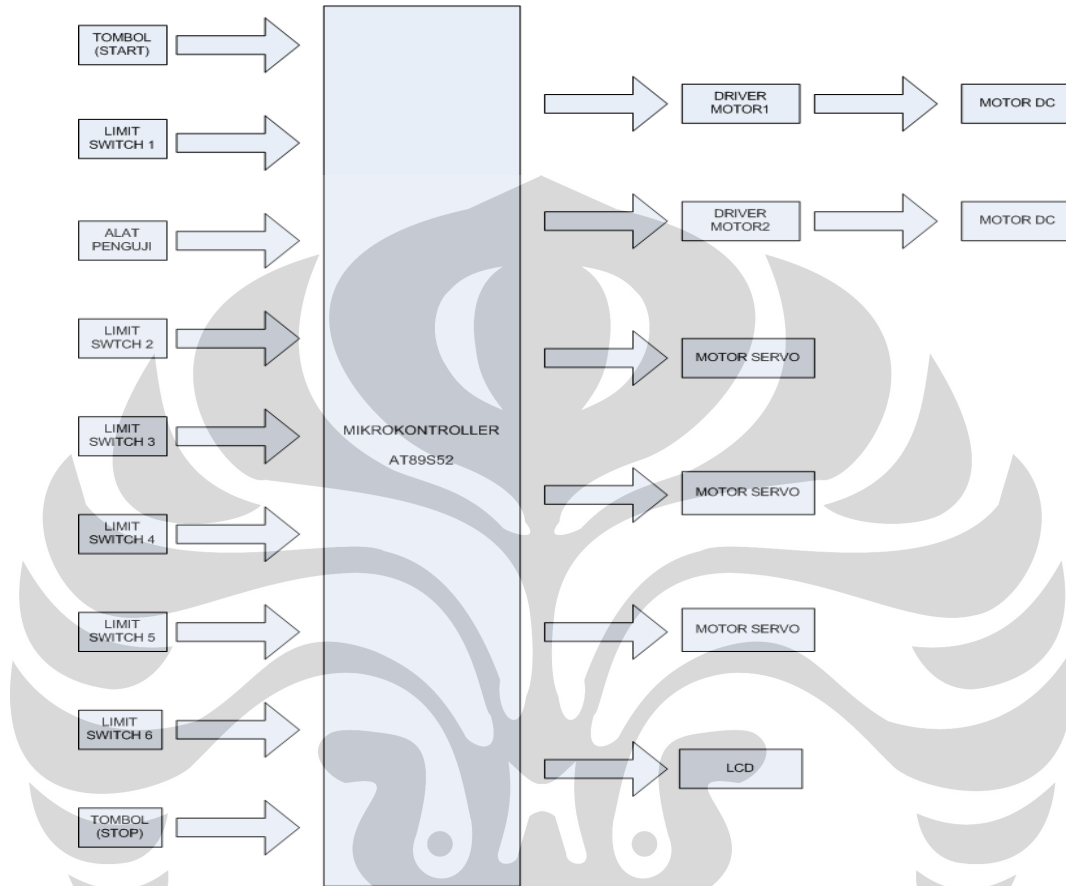




Gambar 3.1 Perencanaan Awal Mekanik

### 3.1 Perancangan Kerja Alat

Rancangan sistem penelitian ini mempunyai suatu blok diagram rangkaian sebagai berikut :



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Dari diagram blok di atas mikrokontroler mempunyai input dan output, adapun input untuk mikrokontroler tersebut adalah alat uji, beberapa limit switch dan beberapa tombol. Dan outputnya adalah driver motor yang berakhir pada motor DC, motor servo yang digunakan sebagai penggerak motor DC, dan LCD sebagai tampilan akhir.

### 3.2 Perancangan Mekanik

Pada bagian ini akan dibahas tentang bahan – bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat serta penempatan Motor DC, penempatan Motor Servo, penempatan landasan lampu pijar, penempatan penampungan lampu pijar akhir,

penempatan conveyor dan penempatan komponen – komponen lainnya (elektronik).

Dalam pembuatan Rancang Bangun Penguji Kelayakan Lampu Pijar Berbasis Mikrokontroller ini ada beberapa bagian dari keseluruhan pembuatan mekanik yaitu:

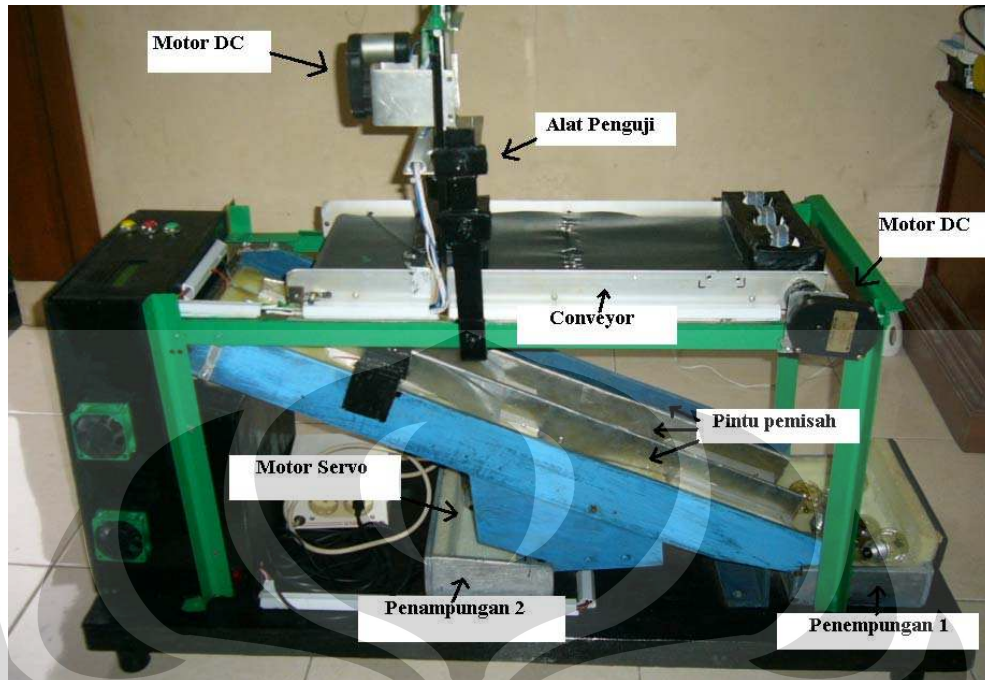
1. Tempat kedudukan seluruh sistem
2. Rangka bagian bawah
3. Tempat kedudukan Motor DC
4. Tempat kedudukan Motor servo
5. Tempat kedudukan Limit Switch
6. Tempat kedudukan Alat Uji
7. Tempat penampungan akhir lampu pijar
8. Conveyer

### **3.2.1 Tempat Kedudukan Seluruh Sistem**

Dari tampilan gambar diatas dari penempatan masing-masing sistem untuk keseluruhan terlihat bahwa rancangan yang penulis rancang telah sesuai dengan yang direncanakan. Seluruh rancangan hanya merupakan miniatur sehingga tidak sama kekuatannya dengan yang aslinya.

Dari rancangan seluruh posisi kedudukan sistem, penulis hanya bermaksud dapat meminimalisir besar dari keseluruhan alat yang pada akhirnya tidak menghabiskan banyak bahan dan tempat. Seperti yang tampak pada gambar berikut.



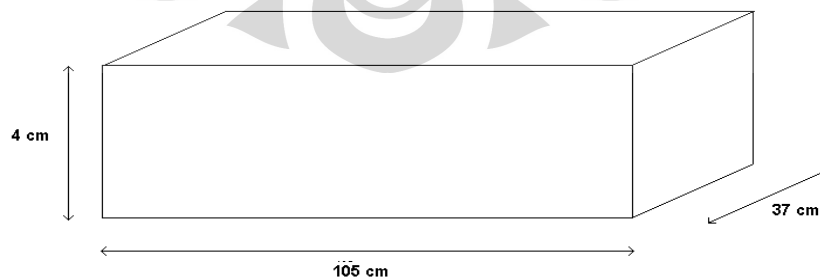


Gambar 3.3 Keseluruhan Sistem Alat

Dan seluruh penempatan sistem telah melalui perhitungan dan perkiraan-perkiraan sebelumnya.

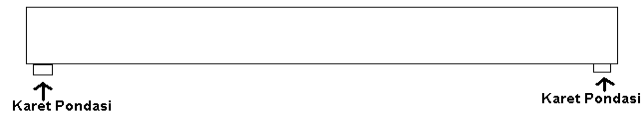
### 3.2.2 Rangka bagian bawah

Rangka untuk bagian bawah dibuat dengan bentuk balok persegi panjang dengan ukuran 105 x 37 x 4 cm. Rangka bagian bawah ini dibentuk dari persegi panjang yang dibentuk dari papan triplek dengan ukuran 105 x 37. Dan kemudian untuk dasarnya dihubungkan dengan balok kayu dengan ukuran 4 x 4 cm dengan menggunakan paku sehingga dasar ini akan kokoh.



Gambar 3.4 Rangka Bawah

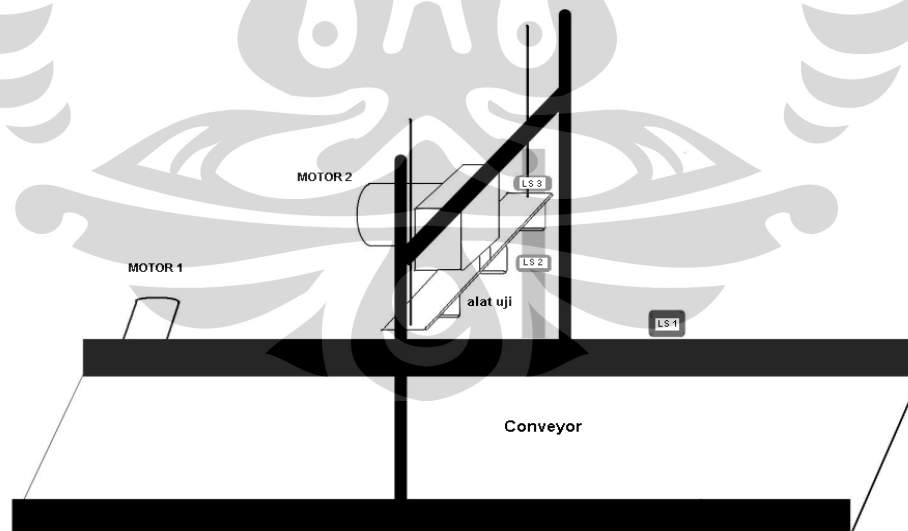
Dan dibagian bawah kami menempatkan karet yang dimaksudkan agar alat tidak mudah bergeser yang pada akhirnya mengganggu pada kerja seluruh sistem. Seperti gambar berikut,



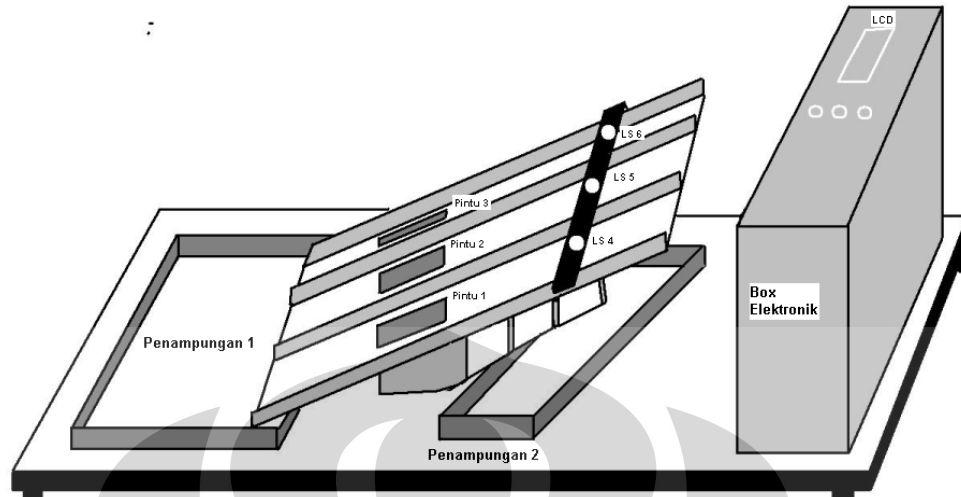
Gambar 3.5 Posisi karet pondasi

### 3.2.3 Tempat kedudukan Motor DC

Dalam alat ini kami menggunakan dua buah Motor DC, satu buah digunakan sebagai penggerak conveyor dan satu buah digunakan sebagai penggerak alat uji. Dimana Motor DC (1) yang digunakan sebagai penggerak conveyor belt ditempatkan pada salah satu ujung bagian conveyor sehingga dapat conveyor dapat berjalan. Seperti terlihat pada gambar 3.6a Yang ditunjukkan dengan nama motor 1. Kemudian Motor DC (2) yang digunakan sebagai penggerak alat uji ditempatkan tepat diatas conveyor belt yang akan membawa benda uji nantinya. Seperti terlihat pada gambar 3.6a Yang ditunjukkan dengan nama motor 2.



Gambar 3.6a Gambar Kedudukan Motor ( 1 dan 2), Limit Switch ( LS 1, LS 2, LS 3), dan Alat Uji



Gambar 3.6b Gambar Kedudukan Penampungan ( 1 dan 2 ) dan Limit switch (LS 4, LS 5, LS 6).

### 3.2.4 Tempat Kedudukan Motor Servo

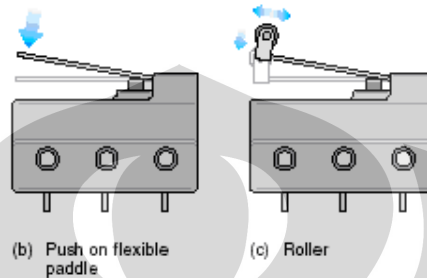
Dalam alat ini digunakan tiga buah Motor Servo yang digunakan sebagai penggerak pintu pemisah benda uji. Kedudukan motor servo itu sendiri berada dibawah jalur benda uji yang telah dilengkapi dengan pintu pemisah. Dan motor servo pun dihubungkan dengan pintu pemisah dengan bantuan lengan bantu yang terbuat dari plat seng. Sehingga pintu dapat tertutup dan terbuka, seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.7 Kedudukan Motor Servo

### 3.2.5 Tempat kedudukan *Limit Switch*

Pada alat ini menggunakan dua buah limit switch yaitu jenis push on flexible paddle dan jenis roller.

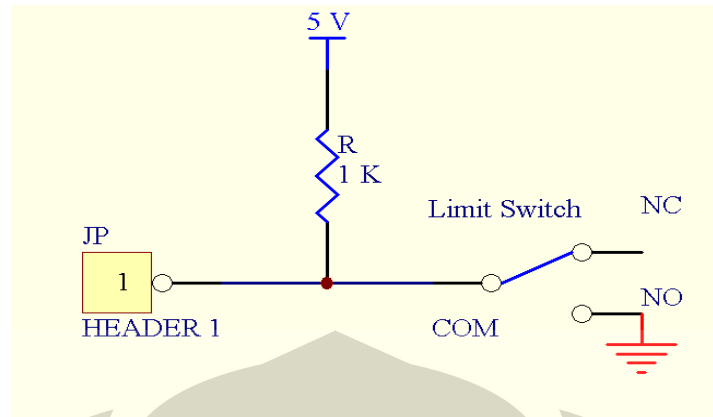


Gambar 3.8 Jenis Limit Switch

Limit switch jenis roller digunakan untuk menghentikan *conveyor* dan pengecekan keberadaan benda uji. Sedangkan limit switch jenis push on flexible paddle digunakan untuk menghentikan saat alat uji turun maupun naik. Untuk posisi seluruh limit switch dapat dilihat pada gambar 3.6a dan 3.6b.

Keterangan :

- LS 1 : limit switch yang digunakan untuk menghentikan *conveyor*
- LS 2 : limit switch yang digunakan untuk pembatas saat alat uji turun untuk kemudian kembali naik
- LS 3 : limit switch yang digunakan untuk pembatas saat alat uji naik dan menghentikan gerakan alat uji
- LS 4 : limit switch yang digunakan untuk pengecekan keberadaan benda uji pada jalur 1
- LS 5 : limit switch yang digunakan untuk pengecekan keberadaan benda uji pada jalur 2
- LS 6 : limit switch yang digunakan untuk pengecekan keberadaan benda uji pada jalur 3



Gambar 3.9 Rangkaian Limit switch

Limit Switch ini diaktifkan dengan cara aktif low, jadi ketika limit switch ditekan atau tersentuh maka akan membuat plat didalamnya berpindah menuju ground (NO) sehingga arus akan mengalir menuju header1.

### 3.2.6 Tempat Kedudukan Alat Uji

Alat uji pada alat ini ditempatkan tepat berada diatas conveyor yang akan membawa benda uji yang akan melewati pengujian. Alat uji ditempatkan setelah penempatan dari limit switch sebagai pemberhenti *conveyor* (LS), yang sehingga saat limit switch itu tersentuh maka alat uji akan turun untuk menguji benda uji dengan bantuan Motor DC. Seperti yang terlihat pada gambar 3.6a diatas.

### 3.2.7 Tempat Penampungan Akhir Lampu Pijar

Dalam alat ini menggunakan 2 buah tempat penampungan yang berfungsi untuk menampung lampu pijar yang telah dilakukan pengujian. Satu buah bak penampungan (penampungan 1) digunakan sebagai tempat menampung lampu pijar yang dinyatakan layak (terhubung) setelah melewati pengujian. Dan bak kedua digunakan sebagai tempat penampungan (penampungan 2) lampu pijar yang dinyatakan tidak layak (terputus) setelah melewati pengujian.

Tempat penampungan 1 terbentuk dari papan kayu dengan ketebalan 1cm yang disusun menjadi sebuah bak dengan ukuran 25 x 16.5 x 6 cm, kemudian tempat penampungan 2 dengan ukuran 25 x 15.5 x 6.5 cm. Dengan penampakan seperti gambar 3.6b diatas.

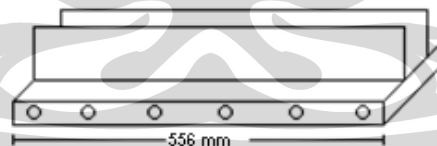
### 3.2.8 Conveyor

Dalam alat ini menggunakan 1 *conveyor* yang berfungsi untuk membawa lampu pijar. Untuk menggerakkan *conveyor* digunakan motor DC. *Conveyor* ini memiliki dasar berupa plat alumunium dan pada kedua ujungnya diberikan roller yang disusun sejajar dengan plat alumunium. Roller terbuat dari pipa besi yang diberi *bearing* pada tiap ujungnya, agar dapat berputar. Dan pada salah satunya dihubungkan dengan motor DC agar dapat berputar sehingga mengakibatkan Belt berjalan. Pada *conveyor* ini menggunakan *belt* yang berbahan semi kulit, pemilihan bahan ini dimaksudkan agar mudah dalam pemasangan dan bahan yang elastis adalah agar belt dapat dengan mudah berjalan. Namun bahan ini tidaklah standard yang digunakan dalam dunia industri sehingga dalam kerjanya pada alat kami ini pun terdapat beberapa kekurangan, seperti perputaran belt yang kurang lancar dan ditemukannya kejadian seperti slip.



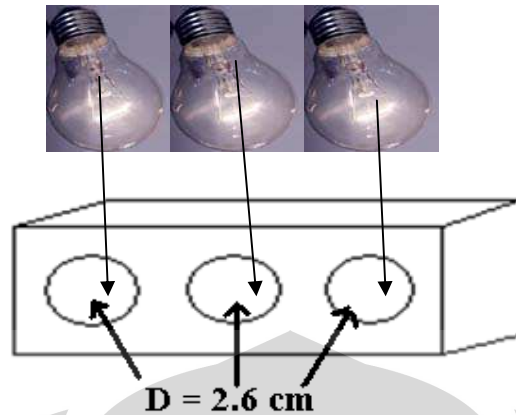
Gambar 3.10 Roller

*Conveyor* memiliki panjang keseluruhan 51 cm dan lebar 25 cm yang berfungsi untuk membawa lampu pijar.



Gambar 3.11 Conveyor

Pada *conveyor* ini diikatkan sebuah tempat penyimpanan lampu pijar yang akan diuji, untuk ikut berputar bersama belt dengan diameter lobang sebesar 2.6 cm sehingga dapat diletakkan lampu pijar tepat di atasnya .



Gambar 3.12 Tempat Penyimpanan Lampu Pijar

### 3.3 Perancangan Perangkat Elektronik

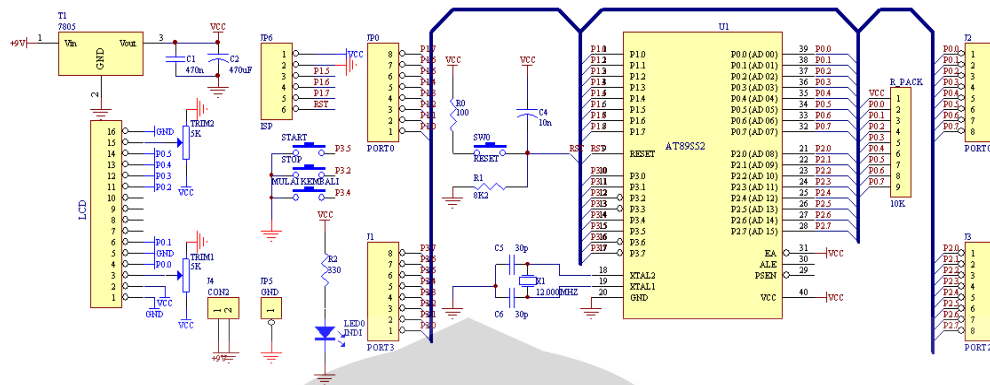
Pada bagian ini akan dibahas tentang rancangan elektronik yang berisi, rangkaian *minimum system*, rangkaian *power supply* ( 5 V, 9 V, dan 12V), rangkaian Driver Motor ( 1 arah dan 2 arah), dan rangkaian penguji.

#### 3.3.1 Rangkaian *Minimum system*

Mikrokontroler pada tugas akhir ini digunakan untuk mengendalikan penyeleksi lampu pijar dengan menggunakan input berupa limit switch, tombol dan input dari alat uji. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Adapun arsitektur yang digunakan adalah MCS-51.

Perangkat keras untuk Mikrokontroler AT89S52 yang sering digunakan berupa minimum sistem yang terdiri dari xtal sebagai jantungnya mikrokontroler, dan dipasang resistor package pada port 0 karena port 0 merupakan pull-up port open collector. Bila tidak dipasang maka arus yang mampu keluar dari port tersebut sangatlah kecil. Selain itu juga dipasang tombol reset yang berguna untuk mereset suatu rutin yang tengah bekerja ke keadaan awal bila terjadi gangguan. Kemudian dapat ditambahkan beberapa fungsi yaitu untuk In System Programming, Push Button, dan ada tambahan LCD untuk tampilan informasi atau data. Adapun tampilan skematik mikrokontroler seperti yang ada di gambar bawah ini.





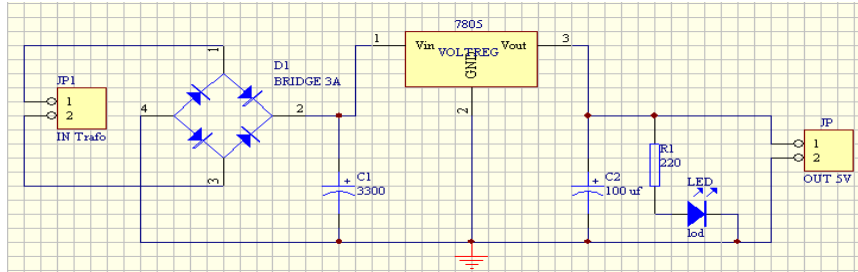
Gambar 3.13 Skematik Minimum Sistem AT89S52

### 3. 3. 2 Rangkaian Power Supply

Rangkaian *Power supply* digunakan untuk mengubah tegangan 220 Volt AC dari PLN menjadi sebesar Volt DC yang dibutuhkan. Secara prinsip dalam sebuah *Power Supply* itu terjadi proses menurunkan tegangan AC, menyearahkan menjadi tegangan DC, Filter (penghalusan), dan menstabilkan tegangan DC. Cara menurunkannya adalah dengan menggunakan sebuah transformator atau trafo, khususnya transformator stepdown. Namun hasil penurunan oleh trafo ini masih bersifat AC dan belum DC. Tugas untuk melakukan perubahan atau penyearahan AC menjadi DC ini dilakukan oleh rangkaian diode Bridge ( Bridge Rectifier). Sehingga gelombang yang dilewatkan berada dalam fasa yang sama. Setelah itu akan dilakukan filtering (penghalusan), dimana arus hasil keluaran bridge sangat perlu dilakukan pemfilteran agar pulsa-pulsa yang dihasilkan halus/rata, dimana penghalusan atau filter ini dapat dilakukan salah satunya dengan C(Capasitor) filter. Barulah untuk menstabilkan tegangan yang dibutuhkan diperlukan sebuah Voltage Regulator.

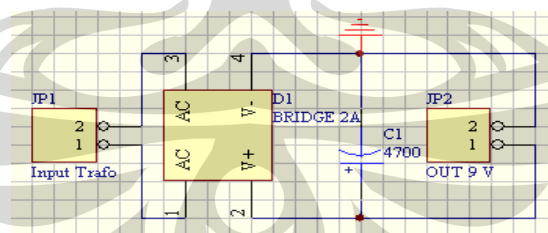
*Power Supply* yang dibutuhkan antara lain 5 Volt, 9 Volt, dan 18 Volt DC. Untuk *power supply* yang keluarannya 5 Volt menggunakan rangkaian 7805 dan trafo sebesar 2A, untuk yang keluaran 9 Volt menggunakan trafo sebesar 1A sedangkan untuk keluaran 18 Volt menggunakan rangkaian 7818 dan trafo sebesar 2A .





Gambar 3.14 Rangkaian power supply 5 Volt

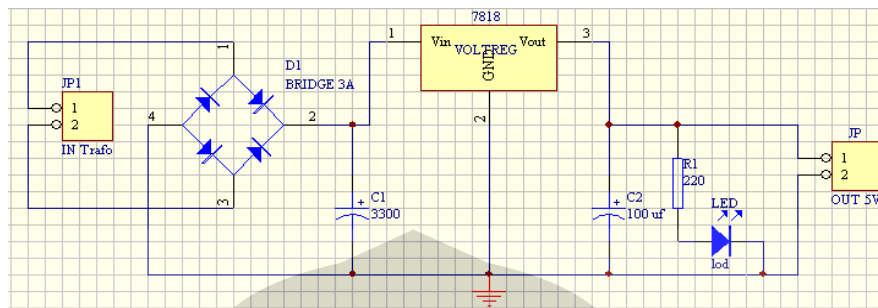
Rangkaian Power Supply diatas akan menghasilkan output sebesar 5 Volt DC yang berasal dari tegangan hasil penurunan oleh trafo dari tegangan PLN sebesar 220 Volt AC. Dimana tegangan 5 Volt DC ini didapatkan dari hasil penyearahan terlebih dahulu oleh diode bridge untuk mendapatkan V DC dari V AC yang diberikan PLN, kemudian akan difilter oleh Capacitor agar V Ripple yang ada akan berkurang dan masuk kedalam sebuah voltage regulator. Voltage regulator yang digunakan dalam rangkaian ini adalah 7805, dimana akan menghasilkan keluaran tegangan sebesar 5 V pada kaki 3 dengan inputan pada kaki 1 ( $\geq 5V$ ). Kemudian VOut tersebut difilter kembali dengan capacitor dan akhirnya didapatkan tegangan sebesar 5 Volt DC. Hasil keluaran 5 Volt DC ini digunakan sebagai inputan rangkaian pengujian, rangkaian driver 2 arah, dan inputan untuk motor servo.



Gambar 3.15 Rangkaian power supply 9 Volt

Rangkaian Power Supply diatas akan menghasilkan output sebesar 9 Volt DC yang berasal dari tegangan hasil penurunan oleh trafo dari tegangan PLN sebesar 220 Volt AC. Dimana tegangan 9 Volt DC ini didapatkan dari hasil penyearahan terlebih dahulu oleh diode bridge untuk mendapatkan V DC dari V AC yang diberikan PLN, kemudian akan difilter oleh Capacitor agar V Ripple

yang ada akan berkurang. Hasil keluaran sebesar 9 Volt DC ini digunakan sebagai inputan untuk minimum system (mikrokontroller).



Gambar 3.16 Rangkaian power supply 18 Volt

Rangkaian Power Supply diatas akan menghasilkan output sebesar 18 Volt DC yang berasal dari tegangan hasil penurunan oleh trafo dari tegangan PLN sebesar 220 Volt AC. Dimana tegangan 18 Volt DC ini didapatkan dari hasil penyearahan terlebih dahulu oleh diode bridge untuk mendapatkan V DC dari V AC yang diberikan PLN, kemudian akan difilter oleh Capacitor agar V Ripple yang ada akan berkurang dan masuk kedalam sebuah voltage regulator. Voltage regulator yang digunakan dalam rangkaian ini adalah 7818, dimana akan menghasilkan keluaran tegangan sebesar 18 V pada kaki 3 dengan inputan pada kaki 1 ( $\geq 18V$ ). Kemudian Vout tersebut difilter kembali dengan capacitor dan akhirnya didapatkan tegangan sebesar 18 Volt DC. Hasil keluaran 18 Volt DC ini digunakan sebagai penggerak motor DC melalui rangkaian driver motor baik itu 1 arah maupun 2 arah.

### 3. 3. 3 Rangkaian Driver Motor

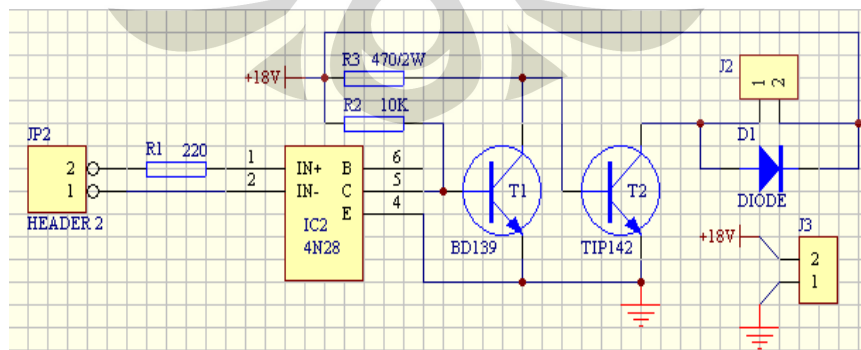
#### Driver Motor 1 Arah

Driver 1 arah ini digunakan untuk pengendalian motor DC yang digunakan untuk menjalankan atau memberhentikan (On/Off) conveyor. Dengan menggunakan Optocoupler 4N28 yang secara tidak langsung berfungsi sebagai switch. Dimana Pin 1 JP2 digunakan sebagai inputan data '1' (high) atau '0' (low) dari mikrokontroller dan pada pin 2 JP2 diberi Vcc 5 Volt DC dari power supply 5 Volt (High). Kemudian ketika rangkaian diberikan logika high pada pin 1 sehingga membuat Infrared Emitting Diode yang terdapat didalam 4N28 maka

akan aktif dan memancarkan cahaya sehingga dapat diterima oleh phototransistor. apabila pin 1 di JP2 bernilai *low* atau '0'.

Sehingga akan memicu basis phototransistor yang ada didalamnya sehingga membuat arus mengalir menuju kaki emitter dan sebagian kaki basis transistor BD 139, namun transistor ini akan *cutoff* karena tegangan yang diterimanya kurang untuk dapat beroperasi. Sehingga transistor TIP 142 akan terpicu basisnya (saturasi) dikarenakan kaki collector BD 139 berkondisi high "1" dan membuat tegangan 18 Volt DC akan mengalir melewati motor sehingga motor DC akan aktif. Sebagai pengaman dilakukan pemasangan diode yang dipasang sebagai diode *flyback* sebagai pengaman dari arus balik.

Namun ketika data yang diberikan pada pin 2 JP2 bernilai *high* atau '1' maka dipastikan tidak terjadi aliran arus karena tidak ada beda tegangan sehingga Infrared Emitting Diode 4N28 tidak akan mengeluarkan cahayanya, sehingga tidak ada cahaya yang diterima oleh phototransistor, sehingga phototransistor dalam keadaan cutoff. Kondisi ini akan membuat kaki collector phototransistor akan berkondisi high, sehingga akan membuat BD 139 mendapat suplai arus dan tegangan yang cukup untuk tersaturasikan sehingga arus akan mengalir menuju kaki emitaer dan sebagian kaki basis TIP 142. Tersaturasinya BD 139 ini akan membuat TIP 142 cutoff dikarenakan tegangan yang diterimanya kurang untuk tersaturasi, sehingga kaki collector TIP 142 dalam keadaan tinggi (high) atau sama dengan VCC. Dan arus pun tidak akan mengalir sebab terblok oleh dikarenakan tidak aktifnya TIP 142, sehingga dengan tidak adanya arus yang mengalir akibat tidak ada beda potensial maka motor tidak akan bergerak.



Gambar 3.17 Driver Motor 1 Arah

### Driver Motor 2 Arah

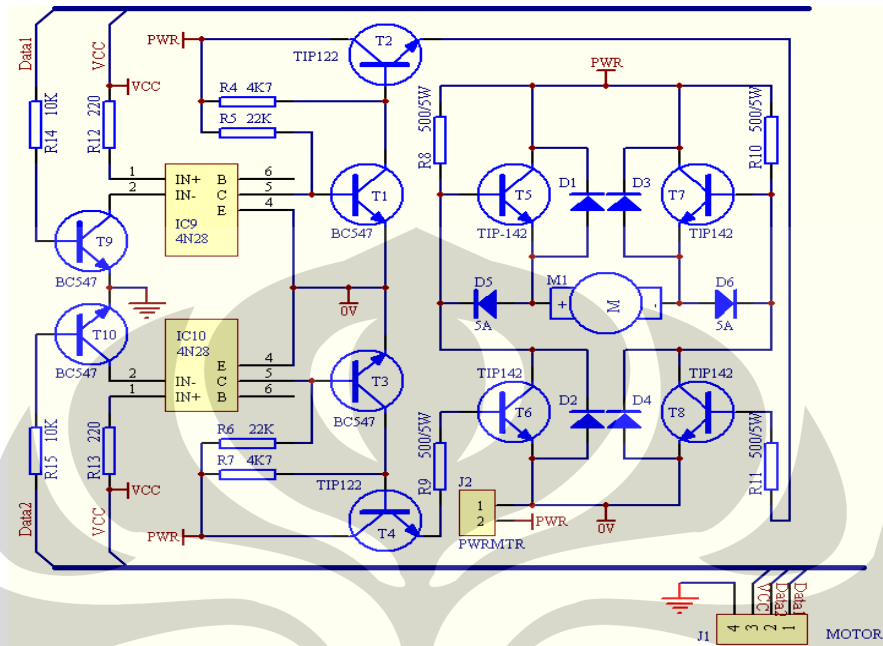
Driver 2 arah ini digunakan untuk menggerakkan Motor DC dimana akan dipergunakan untuk menggerakkan turun naiknya alat uji, dengan rangkaian H-Bridge yang terdapat didalamnya.

Adapun cara kerja dari rangkaian driver motor 2 arah ini adalah, ketika data1 pada J1 berlogika '1' (high) dan data 2 J1 berlogika '0' (low) maka akan menyebabkan transistor BC 547 (T9) akan saturasi. Sehingga akan membuat Infrared Emitting Diode dari IC9 4N28 akan memancarkan cahaya sehingga fototransistornya akan menerima cahaya dan membuat phototransistor akan tersaturasi. Tersaturasinya phototransistor ini maka akan membuat arus yang mengalir pada kaki collector yang menuju kaki basis BC 547 (T1) akan berkurang sehingga akan membuatnya cutoff dan IC10 4N28 tidak akan memancarkan cahaya infrarednya yang membuat fototransistornya tidak akan terpicu dikarenakan tidak menerima cahaya.

Fototransistor 4N28 IC9 saturasi akan menyebabkan T1 BC 547 cutoff dan T2 TIP 122 akan tersaturasi sehingga besar tegangan di kaki emitter akan sebesar VCC dan T8 TIP 3055 akan tersaturasi pula sebab basisnya terpicu dari arus yang mengalir dari kaki emitter T2. Ketika T8 saturasi maka tegangan di kaki collector akan rendah sementara transistor T7 TIP 3055 akan selalu dalam keadaan saturasi, sehingga yang terjadi pada kaki motor (-) akan bernilai low. Karena adanya perbedaan tegangan maka arus dapat mengalir dari kaki motor (+) ke kaki motor (-).

Begitu juga sebaliknya ketika data1 J1 bernilai '0' (low) dan data2 J1 bernilai '1' (high) akan menyebabkan T10 BC 547 akan tersaturasi dan infrared IC10 akan aktif pula sehingga membuat fototransistornya terpicu, sementara di kaki infrared IC9 tidak memancarkan cahaya sehingga fototransistornya tidak terpicu saat keadaan data 2 J1 bernilai high. Dan itu membuat transistor T3 BC 547 akan saturasi dan T4 akan saturasi pula. Yang pada akhirnya membuat kaki T6 TIP 3055 akan ikut tersaturasi. Terpicunya T6 ini membuat VCC-nya akan jatuh ke nilai ground sehingga pada kaki (+) motor akan bernilai rendah (ground)

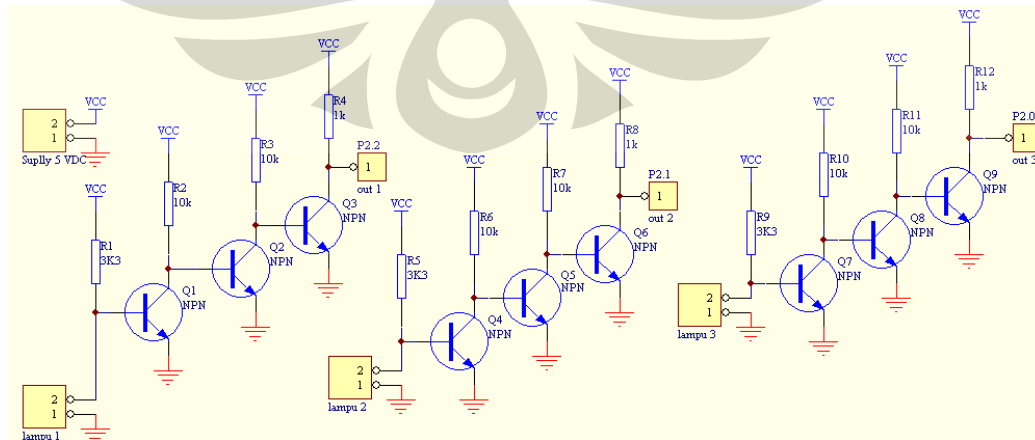
sementara kaki (-) bernilai tinggi (VCC). Perbedaan tegangan antar kaki motor ini akan membuat motor bergerak ke arah yang berlawanan dengan sebelumnya.



Gambar 3.18 Driver Motor 2 Arah

### 3. 3. 4 Rangkaian Penguji

Rangkaian penguji ini adalah rangkaian yang akan menguji kelayakan dari lampu pijar. Rangkaian di bawah ini terdiri dari 3 sub-rangkaian yang identik Dimana lampu pijar yang masih berada dalam keadaan layak pakai akan menghasilkan logika high pada masing-masing output sedangkan lampu pijar yang sudah tidak layak pakai (putus) maka akan menghasilkan logika low pada masing-masing output.



Gambar 3.19 Rangkaian Penguji

Dimana ketika lampu layak pakai dihubungkan pada JP2, JP4, dan JP6 maka akan membuat Q1(atau Q4 dan Q7) BC 547 akan aktif disebabkan kaki basis tidak menerima picu kemudian Q2 akan saturasi dengan picu dari VCC, sehingga akan membuat Q3 cutoff dikarenakan basisnya tidak terpicu, maka akhirnya tegangan pada output akan bernilai high (=VCC). Sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler sebagai keadaan high "1".

Begitu pula untuk sebaliknya ketika untuk lampu pijar tidak layak pakai dihubungkan pada JP2, JP4, dan JP6 maka akan membuat Q1 (atau Q4 dan Q7) aktif karena kaki basis terpicu sehingga Q2 cutoff, dan Q3 akan saturasi dan output akan bernilai low (ground). Sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler sebagai keadaan low "0".

Berdasarkan hukum Ohm, maka arus yang melalui kaki basis terbilang kecil oleh karena itu dikhawatirkan transistor Q1 dalam keadaan aktif, tidak dalam keadaan saturasi. Keadaan aktif ini akan membuat tegangan jatuh di kaki collector Q2 atau tegangan Q2 kurang dari VCC sehingga untuk lebih memastikan tegangannya dapat dibaca oleh mikrokontroler maka Q3 diperlukan. Q3 ini yang akan memastikan input untuk pin mikrokontroler berkondisi '0'.

## BAB 4

### PENGUJIAN ALAT DAN PENGAMBILAN DATA

Setelah keseluruhan sistem dibuat, maka perlu dilakukan ujicoba dan analisis sistem. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagus atau tidaknya sistem ini berjalan. Pada bab ini akan membahas mengenai limit switch, rangkaian alat penguji, rangkaian pengendali motor, motor servo dan lampu pijar yang diuji.

#### 4.1 Pengujian Sensor Limit Switch.

Limit switch yang terpasang pada alat ini berjumlah 6 buah, fungsi-fungsi dari limit switchnya dapat dilihat di bab 3 mengenai limit switch. Namun secara umum fungsi dari limit switch ini adalah untuk mengetahui adanya suatu barang dengan cara menyinggung limit switch – limit switch tersebut.

Tabel 4.1 Data Tegangan Limit switch

Posisi Limit Switch	Aktif (V DC)	Tidak Aktif (V DC)
Pada Conveyor	0	4.8
Pada bagian bawah alat uji	0	4.8
Pada bagian atas alat uji	0	4.8
Pada pemisah jalur 1	0	4.8
Pada pemisah jalur 2	0	4.8
Pada pemisah jalur 3	0	4.8

Limit switch ini sengaja dipasang untuk menghasilkan logika '0' ketika tersentuh. Oleh karena itu, mikrokontroler menggunakan tipe masukan dengan aktif-rendah (active-low) untuk merespon logika tersebut sebagai masukan.

## 4.2 Pengujian Rangkaian Alat Penguji Lampu Pijar

Rangkaian alat Penguji lampu pijar ini menggunakan pembagi tegangan karena filamen dari lampu pijar memiliki resistansi. Dan keluaran dari pembagi tegangan masuk ke transistor sebelum ke masukan untuk mikrokontroler. Terdapat 3 alat uji dengan fungsi yang sama dan menggunakan rangkaian yang sama.

Adapun output dari pembagi tegangan saat lampu pijar yang diuji tersambung dengan kawat penghubung atau saat lampu pijar yang diuji tidak tersambung dengan kawat penghubung seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Tegangan keluaran dari alat penguji

No	Penguji 1		Penguji 2		Penguji 3	
	Lampu Tersambung (V)	Lampu Putus (V)	Lampu Tersambung (V)	Lampu Putus (V)	Lampu Tersambung (V)	Lampu Putus (V)
1	4.6	0	4.6	0	4.6	0
2	4.6	0	4.6	0	4.6	0
3	4.6	0	4.6	0	4.6	0
4	4.6	0	4.6	0	4.6	0
5	4.6	0	4.6	0	4.6	0

Saat lampu pijar yang diuji filamennya dalam keadaan tersambung maka akan membuat tegangan menjadi sebesar 4,6 volt berasal dari cut-offnya Q3, Q6 dan Q9 (Perhatikan gambar 3.19) Output ketiganya menjadi masukan bagi mikrokontroler untuk menentukan langkah pemisahan. Sementara saat terputus filamennya, maka transistor dari Q3, Q6, dan Q9 itu dalam keadaan saturasi dan tegangannya menjadi 0 volt.

## 4.3 Pengujian Driver Motor

Driver motor yang digunakan adalah driver motor untuk 1 arah dan driver motor 2 arah. Dengan menggunakan 4N28 untuk kedua driver ini maka akan membuat mikrokontroler aman dari tegangan yang berlebih bila terjadi kerusakan komponen di rangkaian penggerak motornya.







#### 4.4 Pengujian Putaran Motor Servo

Motor servo adalah motor yang didalamnya sudah terdapat driver sendiri, dan cara menggunakannya dengan cara memberikan pulsa ke motor servo tersebut. Karena menggunakan perangkat lunak Bascom-8051, maka pemberian pulsa servo dapat mengikuti sintaks yang sudah disediakan, yaitu dengan menggunakan Config servos yang mempunyai reload sebesar 100 uS. Berikut ini adalah hasil pengujian pulsa yang diberikan dengan putaran motor servo.

Tabel 4.5 Besar pulsa ke servo dan putarannya

Pulsa On (0,1 mS)	Putaran yang dihasilkan (°)
4	0
5	11
6	2
7	33
8	45
9	56

Oleh karena pada alat pemisah menggunakan pintu yang membutuhkan putaran maksimal 56°, maka nilai pulsa On yang diberikan ke putaran motor servo adalah sebesar 9. Angka 9 ini berarti servo membuka pintu sebesar 56°. Dengan penggunaan reload 100 uS maka pulsa On yang diberikan mikrokontroler (timer0) adalah 0,9 ms kemudian pada 20 ms kemudian dikirim pulsa On 0,9 ms ke motor servo lagi.

Dan perintah untuk mengetahui perputaran dari servo adalah seperti sintaks yang di bawah ini:

```
Config Servos = 1 , Servo1 = P1.0 , Reload = 100 ,
```

```
Do
```

```
If P3.0 = 0 Then
```

```
Servo1 = 2
```

```
Else if P3.1 = 0 Then
```

```

Servo1 = 24
End If
Loop
End

```

Penjelasannya adalah sebagai berikut, menggunakan 1 buah servo, pin output dari pulsa P1.0 dengan reload sebesar 100 uS. Jika P3.0 = 0 maka Servo1 diberikan pulsa  $2 * 100 \text{ uS} = 200 \text{ uS}$  dan gerakan putarnya adalah  $0^\circ$ . Atau jika tidak maka jika P3.1 = 0 maka Servo1 diberikan pulsa  $24 * 100 \text{ uS} = 2400 \text{ uS}$  dan gerakan putarnya adalah  $180^\circ$ . Dan pulsa On berikutnya dikirim ke setelah 20 mS pulsa sebelumnya.

#### 4.5 Pengujian Lampu Pijar dan Hasil Pemisahannya

Proses inti yang dilakukan alat ini adalah melakukan pengujian dan pemisahan lampu pijar berdasarkan keadaannya. Jika filamen lampu pijar masih tersambung dengan baik maka akan dideteksi tersambung dengan simbol S dan jika filamen sudah putus maka dideteksi terputus dengan simbol P.

Variasi dari penempatan lampu dilakukan dengan 7 cara seperti yang ada pada tabel data-data hasil pengujian dan pemisahan dari lampu pijar dibawah ini.

Tabel 4.6 Pengujian lampu pijar pada alat penguji jalur I

Percobaan	Input	Jalur 1
		Hasil Uji
1	S	S
2	P	P
3	S	S
4	P	P
5	S	S
6	P	P
7	S	S
8	P	Out Of Track
9	S	S
10	P	P

\*Ket: S = Tersambung, P = Putus

Tabel 4.7 Pengujian lampu pijar pada alat penguji jalur II

Percobaan	Input	Jalur 2
		Hasil Uji
1	S	S
2	P	P
3	S	S
4	P	P
5	S	S
6	P	P
7	S	S
8	P	P
9	S	S
10	P	P

\*Ket: S = Tersambung, P = Putus

Tabel 4.8 Pengujian lampu pijar pada alat penguji jalur III

Percobaan	Input	Jalur 3
		Hasil Uji
1	S	S
2	P	P
3	S	S
4	P	Out of Track
5	S	S
6	P	P
7	S	S
8	P	P
9	S	S
10	P	Out of Track

\*Ket: S = Tersambung, P = Putus

Pada pengujian dan pemisahan lampu pijar untuk satu jalur terdapat beberapa kali terjadi *out of track* (keluar dari jalur). Hal ini terjadi karena lampu pijar terlepas dari tempatnya akibat penempatan lampu pijar pada tempatnya tidak tegak lurus, sehingga lampu pijar tersebut keluar dari jalur. Selibhnya tidak terjadi kesalahan dalam pembacaan kondisi saat pengujian dan pemisahan lampu pijar..

Tabel 4.9 Pengujian lampu pijar pada alat penguji jalur I & jalur II secara bersamaan

Percobaan	Input Jalur 1	Input Jalur 2	Input Jalur 3	Hasil Jalur 1	Hasil Jalur 2	Hasil Jalur 3
1	S	S	-	S	S	-
2	S	P	-	S	P	-
3	P	S	-	P	S	-
4	P	P	-	P	P	-
5	S	S	-	S	S	-
6	S	P	-	S	P	-
7	P	S	-	P	S	-
8	P	P	-	P	P	-

\*Ket: S = Tersambung, P = Putus, - = Tidak ada lampu

Tabel 4.10 Pengujian lampu pijar pada alat penguji jalur I & jalur III secara bersamaan

Percobaan	Input Jalur 1	Input Jalur 2	Input Jalur 3	Hasil Jalur 1	Hasil Jalur 2	Hasil Jalur 3
1	S	-	S	S	-	S
2	S	-	P	S	-	P
3	P	-	S	P	-	S
4	P	-	P	P	-	P
5	S	-	S	S	-	S
6	S	-	P	S	-	P
7	P	-	S	P	-	S
8	P	-	P	P	-	P

\*Ket: S = Tersambung, P = Putus, - = Tidak ada lampu

Tabel 4.11 Pengujian lampu pijar pada alat penguji jalur II & jalur III secara bersamaan

Percobaan	Input Jalur 1	Input Jalur 2	Input Jalur 3	Hasil Jalur 1	Hasil Jalur 2	Hasil Jalur 3
1	-	S	S	-	S	S
2	-	S	P	-	S	P
3	-	P	S	-	P	S
4	-	P	P	-	P	P
5	-	S	S	-	S	S

6	-	S	P	-	S	P
7	-	P	S	-	P	S
8	-	P	P	-	P	P

\*Ket: S = Tersambung, P = Putus, - = Tidak ada lampu

Untuk pengujian lampu pijar dengan 2 jalur diisi lampu pijar, mulai dari jalur 1 yang kosong, jalur 2 yang kosong hingga jalur 3 yang kosong. Dari data yang didapatkan untuk pengujian 2 lampu pijar sekaligus tidak terjadi kesalahan. Baik kesalahan pembacaan pada alat penguji atau pun pada saat pemisahan.

Tabel 4.12 Pengujian lampu pijar pada alat penguji jalur I, jalur II & jalur III secara bersamaan

Percobaan	Input Jalur 1	Input Jalur 2	Input Jalur 3	Hasil Jalur 1	Hasil Jalur 2	Hasil Jalur 3
1	S	S	S	S	S	S
2	S	S	P	S	S	P
3	S	P	S	S	P	S
4	S	P	P	S	P	P
5	P	S	S	S	S	S
6	P	S	P	S	S	P
7	P	P	S	S	P	S
8	P	P	P	S	P	P

\*Ket: S = Tersambung, P = Putus

Begitu juga dengan pengujian dan pemisahan lampu pijar dengan 3 jalur terisi semua oleh lampu pijar, tidak terjadi kesalahan dalam pembacaan sampai ke tempat penampungan lampu pijar yang tersambung dan ke tempat lampu pijar yang sudah putus. Kesalahan-kesalahan yang harus dihindari dalam pengujian alat ini adalah penempatan lampu pijar yang tidak tegak lurus dengan tempat atau "dudukan" lampu pijarnya. Posisi limit switch yang tidak akurat juga bisa membuat pengujian tidak berjalan dengan baik. Disamping itu program yang dibuat dengan menggunakan bahasa basic harus benar-benar disesuaikan dengan mekanik alat sehingga tidak terjadi kesalahan.

Pada tampilan LCD jumlah yang ditampilkan adalah bagus sebanyak 56 buah dan jumlah jelek sebanyak 53. 3 buah lampu pijar tidak terhitung dikarenakan keluar dari *track*.

#### 4.6 Pengambilan Data Waktu Proses.

Data waktu yang diambil untuk alat ini adalah data waktu per proses yang berurutan dan ada pula waktu satu Looping proses. Penghitung waktu yang digunakan berupa stopwatch. Lokasi pengisian lampu pijar dijadikan titik awal untuk melakukan perhitungan waktu. Tabel 4.13 adalah tabel waktu yang digunakan untuk memulai dari titik awal sampai dengan limit switch conveyor tersentuh.

Tabel 4.13 Waktu untuk menyentuh sensor limit switch conveyor

Percobaan	Waktu (s)
1	15.8
2	16.13
3	14.98
4	15.65
5	15.57

Proses selanjutnya adalah alat penguji turun, dan waktu untuk turun adalah seperti yang terlihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Waktu untuk menyentuh limit switch bawah alat penguji

Percobaan	Waktu (s)
1	3.75
2	4
3	3.77
4	3.95
5	3.99

Setelah alat penguji turun dan melakukan pembacaan maka alat penguji akan naik hingga batas atas. Waktu yang diperlukan untuk proses ini terlihat pada tabel 4.15.



Tabel 4.15 Waktu untuk menyentuh limit switch atas alat penguji

Percobaan	Waktu (s)
1	3.83
2	3.46
3	3.64
4	3.76
5	3.53

Dalam proses kali ini yaitu proses untuk melakukan pengisian lampu pijar waktu yang dibutuhkan terlihat seperti Tabel 4.16. Sementara waktu tunda yang dilakukan dalam program adalah 3 sekon. Dalam Bascom-8051, time delay dengan menggunakan `wait` kurang presisi. Namun hal itu sudah disesuaikan dengan waktu yang dibutuhkan sebenarnya untuk melakukan pengisian lampu pijar. Pengisian lampu pijar untuk tempat lampu pijar selanjutnya dilakukan ditengah proses looping (pengisian-pengujian-pemisahan) yang belum selesai. Hal ini cukup untuk mengefisiensikan waktu karena tidak perlu menunggu proses looping benar-benar selesai untuk melakukan pengisian lagi..

Tabel 4.16 Waktu Delay untuk melakukan pengisian lampu pijar

Percobaan	Waktu(s)
1	8.57
2	8.83
3	8.81
4	8.85
5	9.2

Setelah waktu pengisian lampu pijar tahap II selesai maka waktu untuk pengujian lampu pijar tahap I, masuk ke proses pendeteksian apakah ada lampu pijar di setiap jalurnya. Adapun waktu untuk proses ini adalah seperti yang ada pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Waktu untuk menyentuh limit switch pembaca lampu

Percobaan	Waktu(s)
1	13.62
2	13.47

3	13.08
4	13.13
5	12.46

Waktu keseluruhan untuk melakukan satu proses pengujian sampai lampu pijar sampai pada tempat penampungan Tabel 4.18. Jumlah waktu di atas ditambah dengan waktu untuk proses dilepasnya lampu pijar dari tempatnya menuju ke tempat penampungan.

Tabel 4.18 Waktu keseluruhan untuk melakukan pengujian dan pemisahan

Percobaan	Waktu(s)
1	47.36
2	48.2
3	46.9
4	48.38
5	47.97

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah menyelesaikan perancangan sistem serta melakukan pengujian terhadap sistem tersebut, maka penulis dapat menarik suatu kesimpulan bahwa:

- a. Tingkat keberhasilan dari data pengujian alat penguji lampu pijar ini adalah sebesar 100%
- b. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk 1 kali proses pengujian adalah 47.76 detik sampai benda uji ke tempat penampungan.
- c. Pengujian dan pemisahan lampu pijar dapat berhasil dengan baik jika penempatan lampu pijar dilakukan tegak lurus terhadap tempatnya dan probe penguji.
- d. Keselarasan mekanik alat, program, dan elektronik sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan proses pengujian dan pemisahan lampu pijar ini.

#### **5.2 Saran**

Beberapa gagasan maupun saran yang dapat penulis berikan setelah melakukan penelitian tugas akhir ini, agar hasil penelitian dapat dilakukan sebagai penelitian lanjutan dengan hasil yang lebih sempurna. Berikut beberapa saran dari penulis:

- a. Pemilihan bahan belt pada conveyor sebaiknya menggunakan belt yang berkualitas baik dan memang diperuntukkan untuk conveyor, agar tidak ada loss perputaran conveyor.
- b. Pemilihan bahan tempat penyimpanan lampu pijar pada conveyor sebaiknya menggunakan bahan yang dapat mencengkram lampu pijar, agar tidak ada kemungkinan lampu pijar bergeser posisinya saat sebelum diuji.

- c. Untuk perbaikan sistem dalam pemisahan lampu disarankan ditambahkan lagi dua buah conveyor masing- masing yang terhubung dengan penampungan akhir. Satu conveyor digunakan untuk membawa lampu yang tersambung filamenya (layak), dan satu conveyor lagi digunakan untuk membawa lampu yang terputus filamenya (tidak layak) ke penampungan akhir.
- d. Alat Penguji dapat dikembangkan untuk menyeleksi lampu pijar berdasarkan watt-nya.



## DAFTAR ACUAN

Malvino, Albert Paul. (1981). *Prinsip-Prinsip Elektronik* (Edisi kedua). Jakarta : Erlangga.

Sarojo, Ganijanti Aby. *Seri Fisika Dasar Mekanika / Ganijanti Aby Sarojo Edisi Pertama* - Jakarta : Salemba Teknika, 2002.

Giancoli, Douglas C., 2001, *Fisika Jilid I* (terjemahan), Jakarta : Penerbit Erlangga

Halliday dan Resnick, 1991, *Fisika Jilid I*, Terjemahan, Jakarta : Penerbit Erlangga

Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia – [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)

Dekker, Marcel. *Design of Automatic Machinery/Feeders and Conveyors*,2005.

Dekker, Marcel. *Design of Automatic Machinery/Actuators*,2005.

[www.atmel.com](http://www.atmel.com).

[www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)

[www.parallax.com](http://www.parallax.com)



## Features

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

## 1. Description

The AT89S52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 8K 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 AT89S52 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S52 provides the following standard features: 8K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S52 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.



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

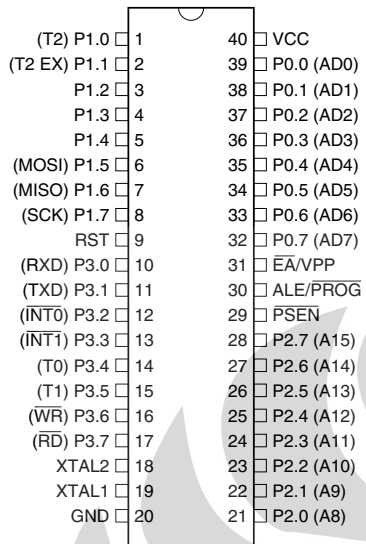
## AT89S52

1919C-MICRO-3/05

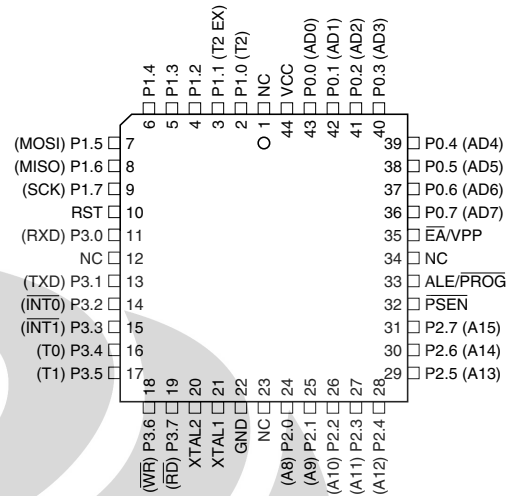


## 2. Pin Configurations

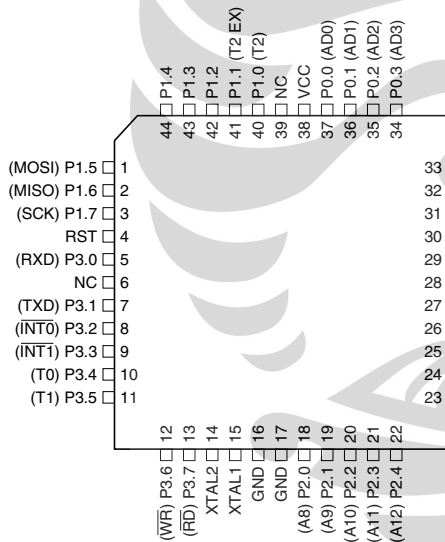
### 2.1 40-lead PDIP



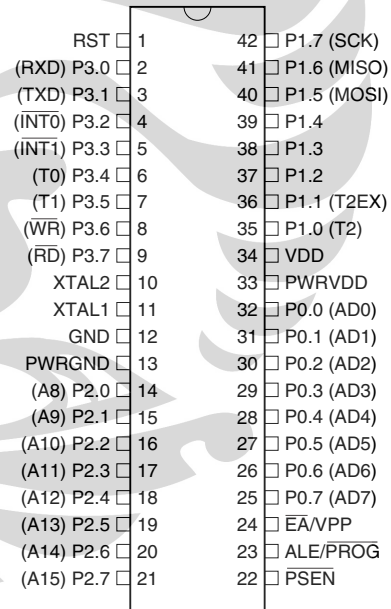
### 2.3 44-lead PLCC



### 2.2 44-lead TQFP

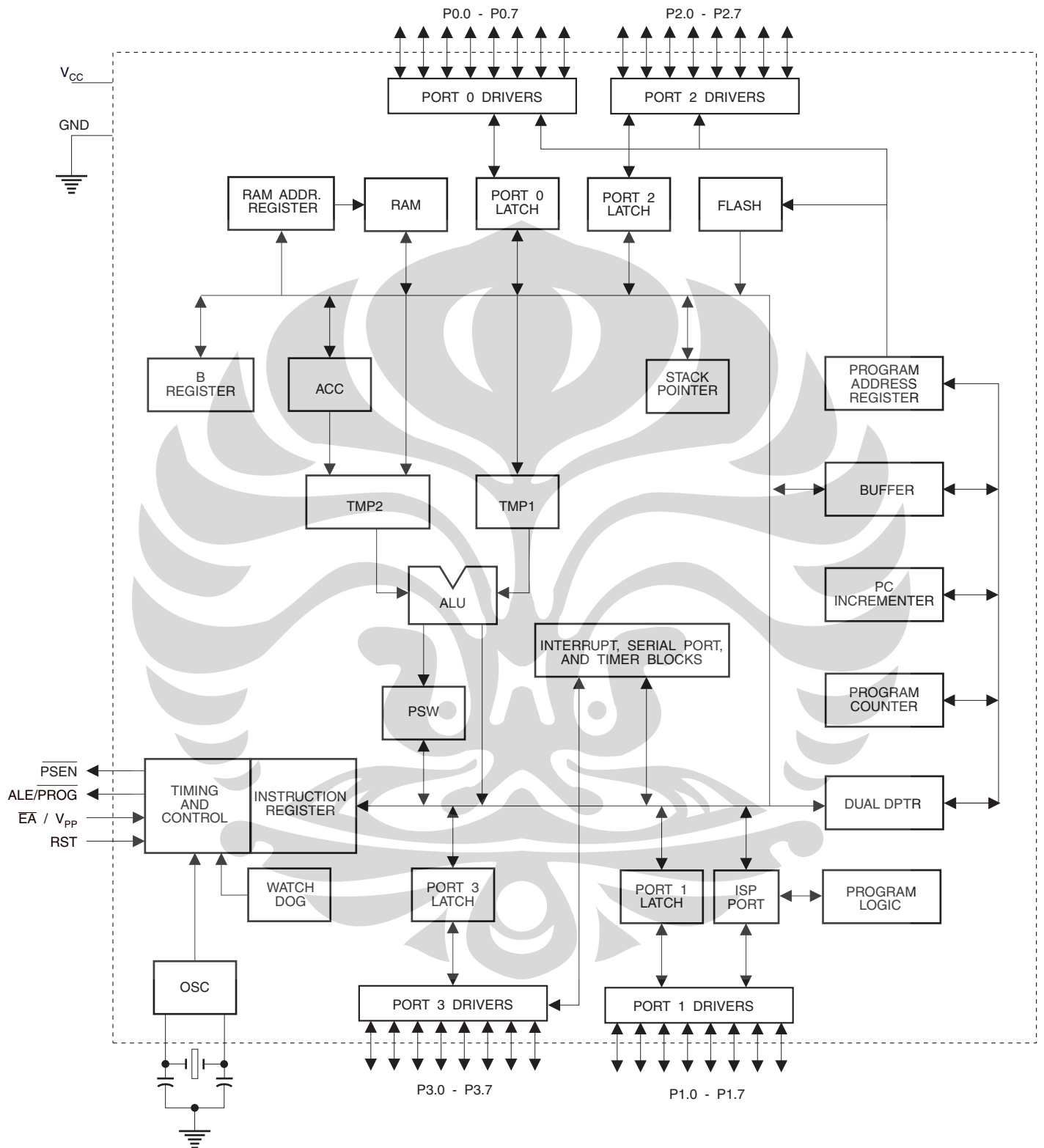


### 2.4 42-lead PDIP





### 3. Block Diagram



## 4. Pin Description

### 4.1 VCC

Supply voltage.

### 4.2 GND

Ground.

### 4.3 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.**

### 4.4 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.

In addition, P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively, as shown in the following table.

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

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

### 4.5 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.

**4.6 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 AT89S52, as shown in the following table.

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

**4.7 RST**

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

**4.8 ALE/ $\overline{PROG}$**

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

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

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

#### 4.9 $\overline{\text{PSEN}}$

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

When the AT89S52 is executing code from external program memory,  $\overline{\text{PSEN}}$  is activated twice each machine cycle, except that two  $\overline{\text{PSEN}}$  activations are skipped during each access to external data memory.

#### 4.10 $\overline{\text{EA/VPP}}$

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

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

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

#### 4.11 XTAL1

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

#### 4.12 XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

### 5. Special Function Registers

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

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

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.

**Timer 2 Registers:** Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in [Table 5-2](#)) and T2MOD (shown in [Table 10-2](#)) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16-bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

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

Table 5-1. AT89S52 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

**Table 5-2.** T2CON – Timer/Counter 2 Control Register

T2CON Address = 0C8H		Reset Value = 0000 0000B						
Bit Addressable								
Bit	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	$C/\overline{T2}$	$CP/\overline{RL2}$
	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflow to be used for the receive clock.
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
$C/\overline{T2}$	Timer or counter select for Timer 2. $C/\overline{T2}$ = 0 for timer function. $C/\overline{T2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).
$CP/\overline{RL2}$	Capture/Reload select. $CP/\overline{RL2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. $CP/\overline{RL2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

**Table 5-3.** AUXR: Auxiliary Register

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

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

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

**Table 5-4.** AUXR1: Auxiliary Register 1

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

## 6. 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.

### 6.1 Program Memory

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

On the AT89S52, if  $\overline{EA}$  is connected to  $V_{CC}$ , program fetches to addresses 0000H through 1FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 2000H through FFFFH are to external memory.

### 6.2 Data Memory

The AT89S52 implements 256 bytes of on-chip RAM. The upper 128 bytes occupy a parallel address space to the Special Function Registers. This means that the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions which use direct addressing access the SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

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

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

### 7.1 Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When



WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is  $98 \times TOSC$ , where  $TOSC = 1/FOSC$ . To make the best use of the WDT, it should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

## 7.2 WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S52 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 AT89S52 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

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

## 8. UART

The UART in the AT89S52 operates the same way as the UART in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the UART operation, please click on the document link below:

[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/DOC4316.PDF](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC4316.PDF)

## 9. Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S52 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the timers' operation, please click on the document link below:

[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/DOC4316.PDF](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC4316.PDF)

## 10. Timer 2

Timer 2 is a 16-bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit  $C/\overline{T}2$  in the SFR T2CON (shown in [Table 5-2](#)). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in [Table 10-1](#). Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is 1/12 of the oscillator frequency.

**Table 10-1.** Timer 2 Operating Modes

RCLK +TCLK	CP/RL2	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

In the Counter function, the register is incremented in response to a 1-to-0 transition at its corresponding external input pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the register during S3P1 of the cycle following the one in which the transition was detected. Since two machine cycles (24 oscillator periods) are required to recognize a 1-to-0 transition, the maximum count rate is 1/24 of the oscillator frequency. To ensure that a given level is sampled at least once before it changes, the level should be held for at least one full machine cycle.

### 10.1 Capture Mode

In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16-bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON. This bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in [Figure 10-1](#).

### 10.2 Auto-reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16-bit auto-reload mode. This feature is invoked by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the SFR T2MOD (see [Table 10-2](#)). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

Figure 10-1. Timer in Capture Mode

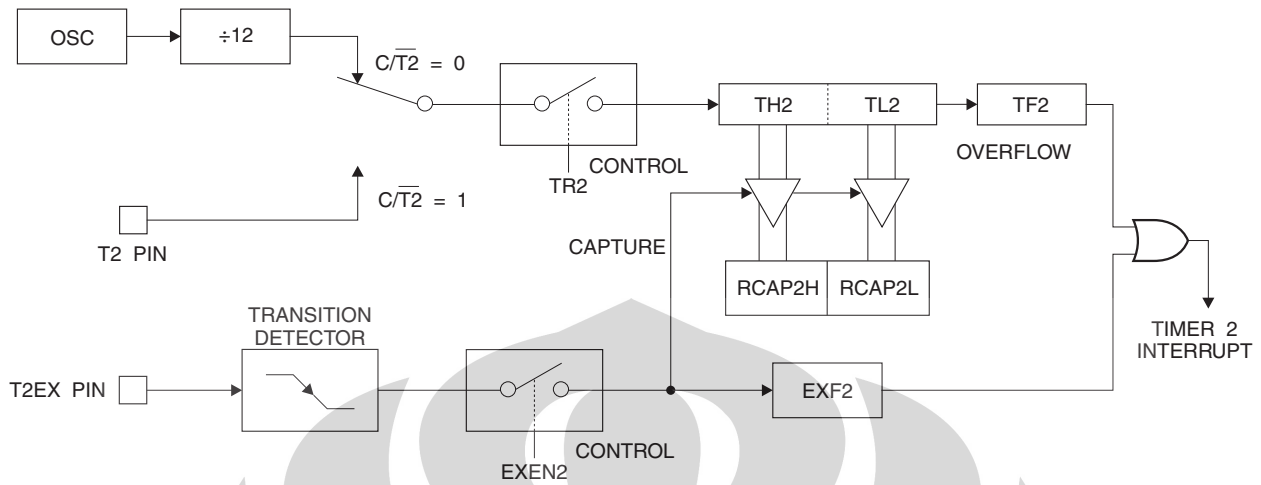


Table 10-2. T2MOD – Timer 2 Mode Control Register

T2MOD Address = 0C9H						Reset Value = XXXX XX00B		
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	–	–	–	–	–	–	T2OE	DCEN
Symbol	Function							
–	Not implemented, reserved for future							
T2OE	Timer 2 Output Enable bit							
DCEN	When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter							

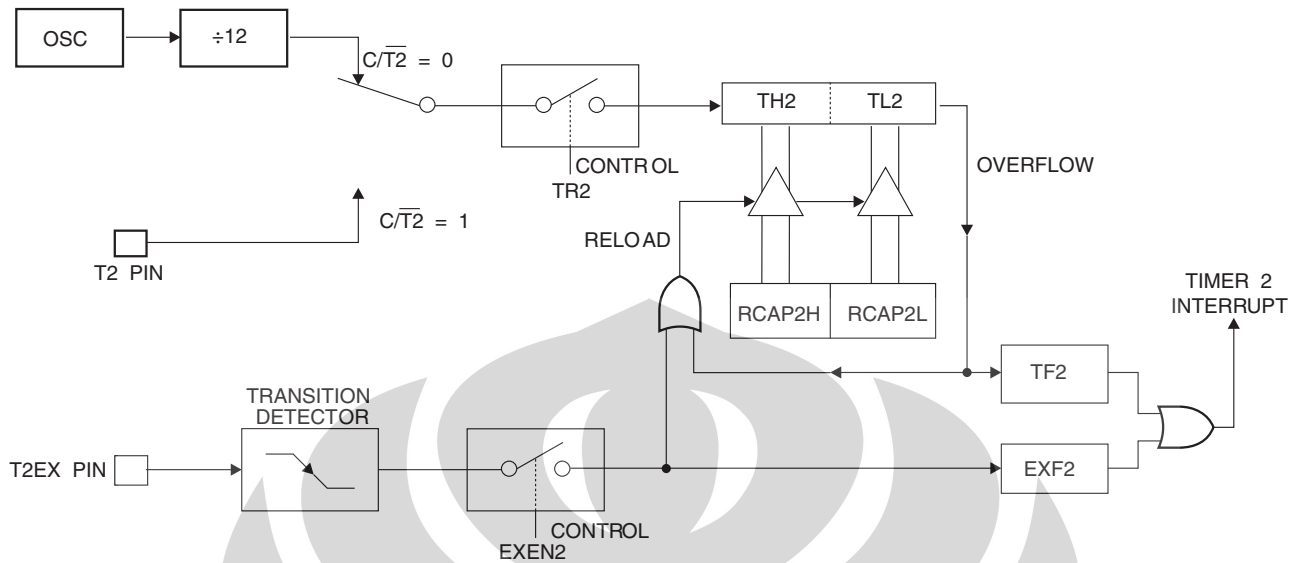
Figure 10-2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to 0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in Timer in Capture Mode RCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16-bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 10-2. In this mode, the T2EX pin controls the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

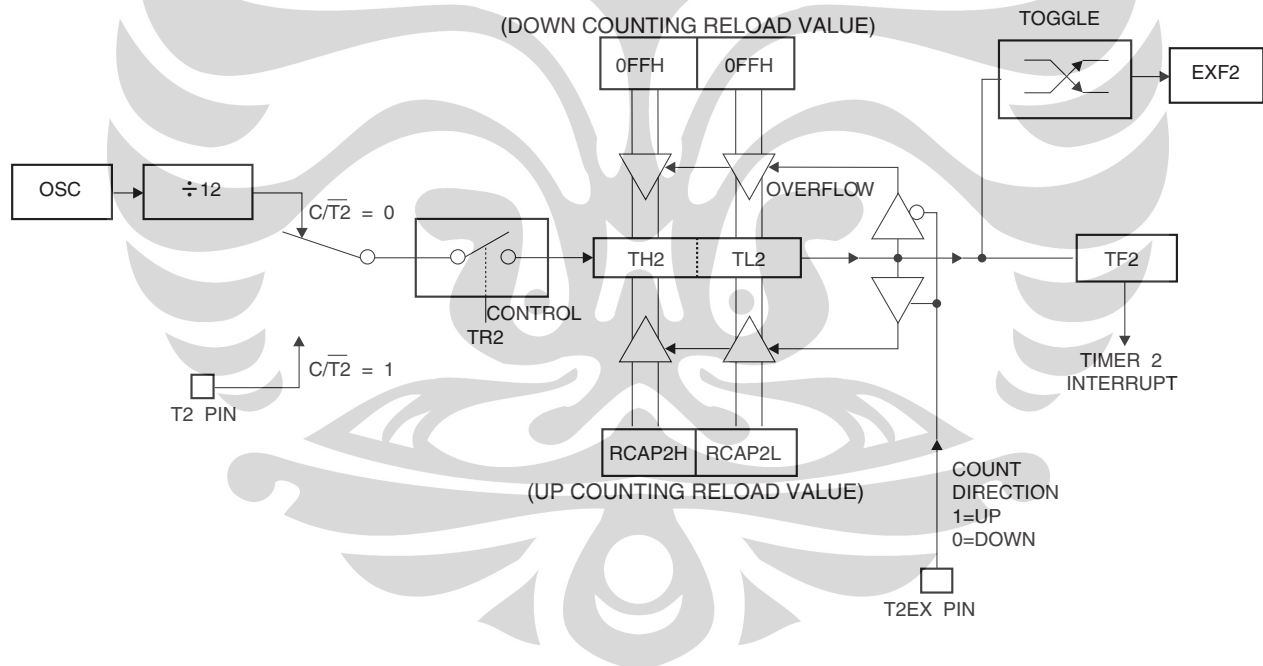
A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

**Figure 10-2.** Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 0)



**Figure 10-3.** Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)



## 11. Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 5-2). Note that the baud rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for the other function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 11-1.

The baud rate generator mode is similar to the auto-reload mode, in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16-bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

The baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2's overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

The Timer can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation ( $CP/\overline{T2} = 0$ ). The timer operation is different for Timer 2 when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

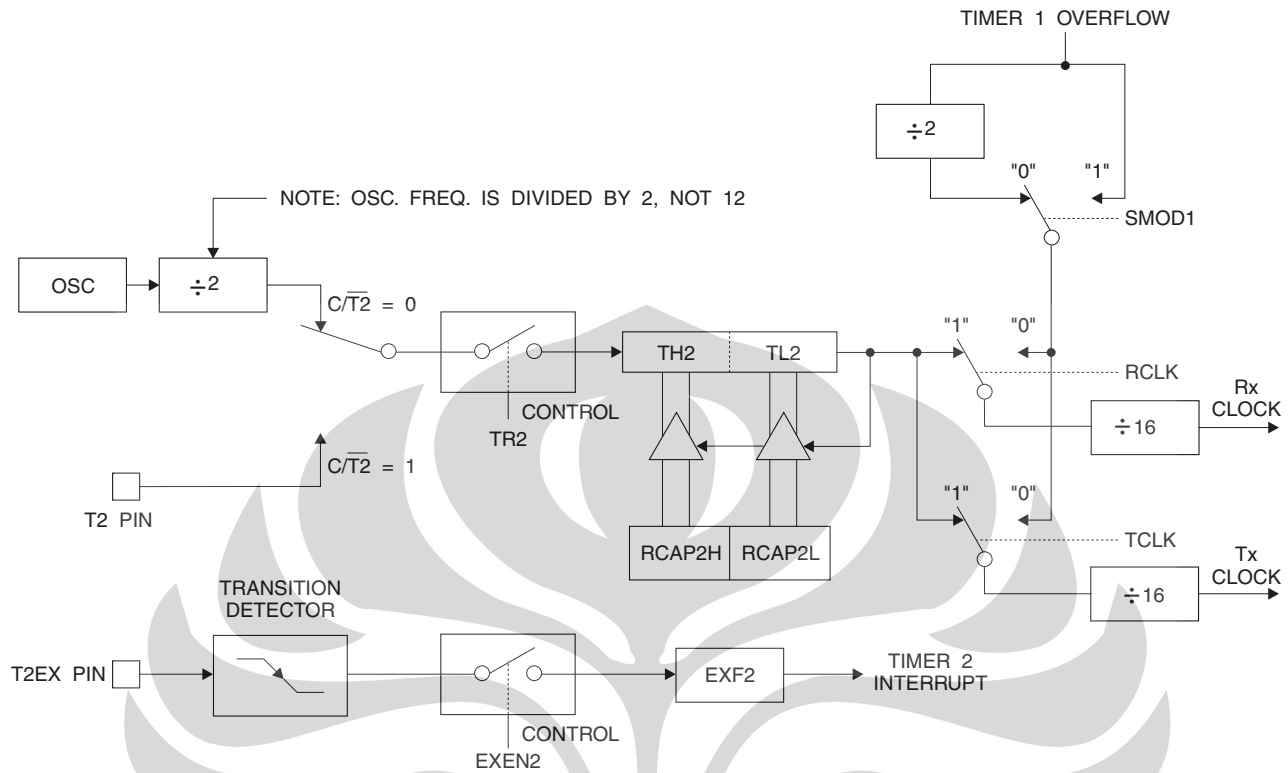
$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - \text{RCAP2H}, \text{RCAP2L}]}$$

where (RCAP2H, RCAP2L) is the content of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16-bit unsigned integer.

Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 11-1. This figure is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload from (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus, when Timer 2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running ( $TR2 = 1$ ) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

**Figure 11-1.** Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



## 12. Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in [Figure 12-1](#). This pin, besides being a regular I/O pin, has two alternate functions. It can be programmed to input the external clock for Timer/Counter 2 or to output a 50% duty cycle clock ranging from 61 Hz to 4 MHz (for a 16-MHz operating frequency).

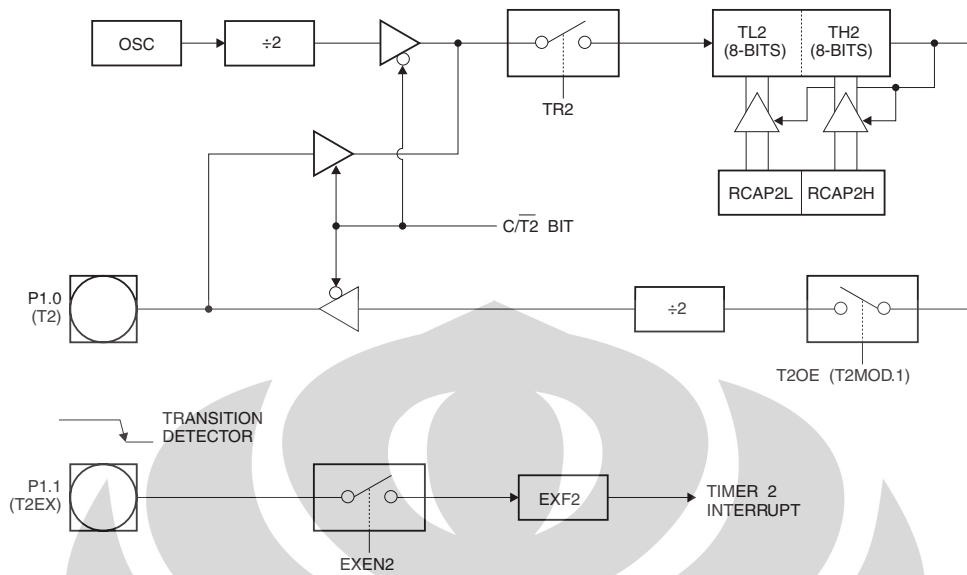
To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit  $C/\overline{T}2$  (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

The clock-out frequency depends on the oscillator frequency and the reload value of Timer 2 capture registers (RCAP2H, RCAP2L), as shown in the following equation.

$$\text{Clock-Out Frequency} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{4 \times [65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L})]}$$

In the clock-out mode, Timer 2 roll-overs will not generate an interrupt. This behavior is similar to when Timer 2 is used as a baud-rate generator. It is possible to use Timer 2 as a baud-rate generator and a clock generator simultaneously. Note, however, that the baud-rate and clock-out frequencies cannot be determined independently from one another since they both use RCAP2H and RCAP2L.

Figure 12-1. Timer 2 in Clock-Out Mode



### 13. Interrupts

The AT89S52 has a total of six interrupt vectors: two external interrupts ( $\overline{INT0}$  and  $\overline{INT1}$ ), three timer interrupts (Timers 0, 1, and 2), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in [Figure 13-1](#).

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 13-1](#) shows that bit position IE.6 is unimplemented. User software should not write a 1 to this bit position, since it may be used in future AT89 products.

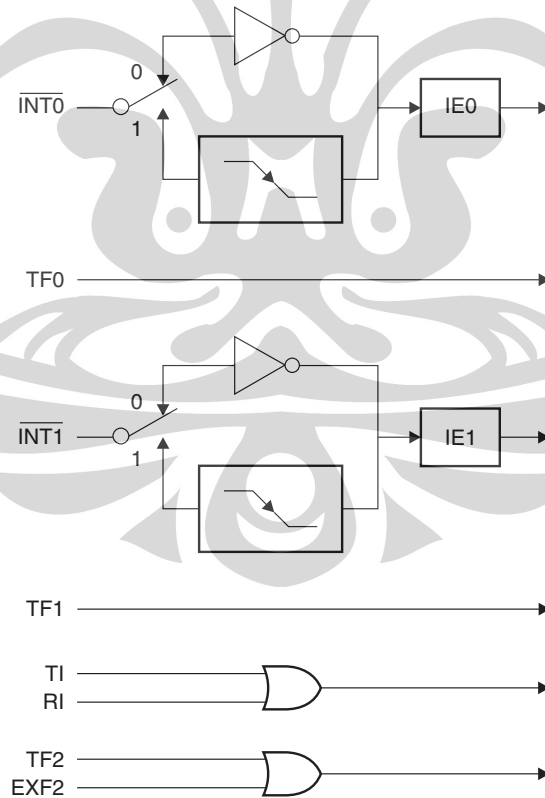
Timer 2 interrupt is generated by the logical OR of bits TF2 and EXF2 in register T2CON. Neither of these flags is cleared by hardware when the service routine is vectored to. In fact, the service routine may have to determine whether it was TF2 or EXF2 that generated the interrupt, and that bit will have to be cleared in software.

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. However, the Timer 2 flag, TF2, is set at S2P2 and is polled in the same cycle in which the timer overflows.

**Table 13-1.** Interrupt Enable (IE) Register

(MSB)		(LSB)					
EA	–	ET2	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.					
ET2	IE.5	Timer 2 interrupt enable bit.					
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 13-1.** Interrupt Sources





## 14. 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 16-1](#). Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in [Figure 16-2](#). There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

## 15. Idle Mode

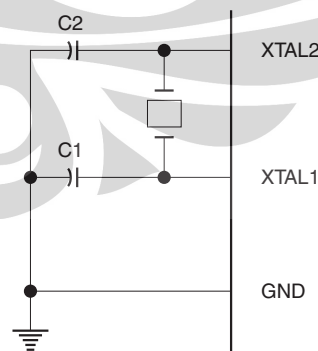
In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware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

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.

## 16. Power-down Mode

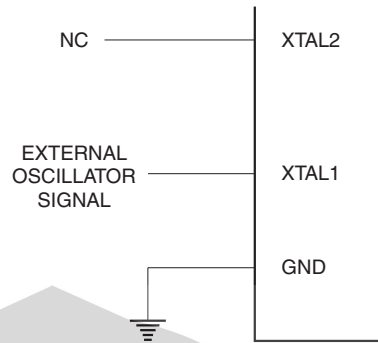
In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by an enabled external interrupt. 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.

**Figure 16-1.** Oscillator Connections



Note: 1. C1, C2 = 30 pF  $\pm$  10 pF for Crystals  
= 40 pF  $\pm$  10 pF for Ceramic Resonators

**Figure 16-2.** External Clock Drive Configuration



**Table 16-1.** 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

## 17. Program Memory Lock Bits

The AT89S52 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in [Table 17-1](#).

**Table 17-1.** Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	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.

## 18. Programming the Flash – Parallel Mode

The AT89S52 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 AT89S52 code memory array is programmed byte-by-byte.

**Programming Algorithm:** Before programming the AT89S52, the address, data, and control signals should be set up according to the “Flash Programming Modes” (Table 22-1) and Figure 22-1 and Figure 22-2. To program the AT89S52, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise  $\overline{EA}/V_{PP}$  to 12V.
5. Pulse  $\overline{ALE}/\overline{PROG}$  once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50  $\mu$ 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 AT89S52 features  $\overline{Data}$  Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin.  $\overline{Data}$  Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

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

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

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

- (000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (100H) = 52H indicates AT89S52
- (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  $\overline{ALE}/\overline{PROG}$  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.

## 19. 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.

## 20. Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S52 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

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

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

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

1. Set XTAL1 to “L” (if a crystal is not used).
2. Set RST to “L”.
3. Turn  $V_{CC}$  power off.

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

## 21. Serial Programming Instruction Set

The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in [Table 24-1](#).

## 22. Programming Interface – Parallel Mode

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

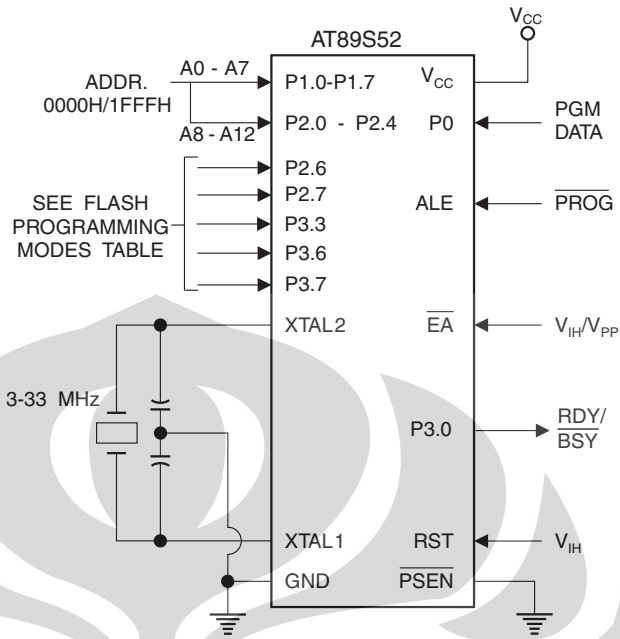
Most major worldwide programming vendors offer support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

**Table 22-1.** Flash Programming Modes

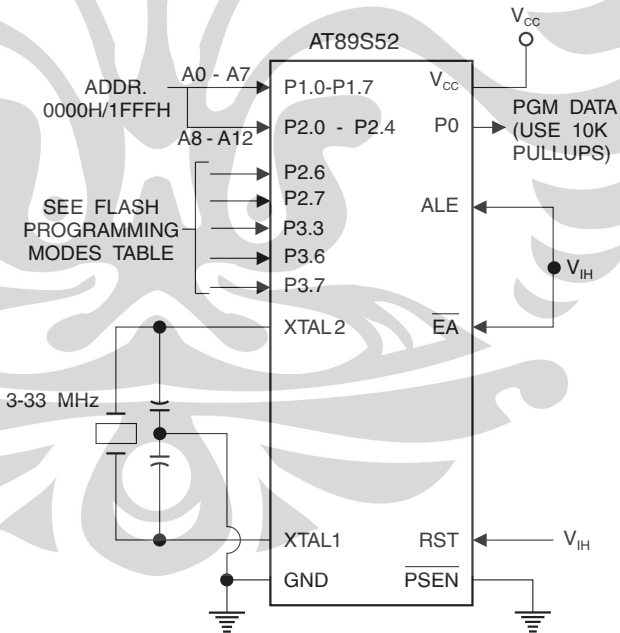
Mode	V <sub>CC</sub>	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V <sub>PP</sub>	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.4-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L		12V	L	H	H	H	H	D <sub>IN</sub>	A12-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D <sub>OUT</sub>	A12-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L		12V	H	H	H	H	H	X	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	X 0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	52H	X 0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	X 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 22-1.** Programming the Flash Memory (Parallel Mode)



**Figure 22-2.** Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)

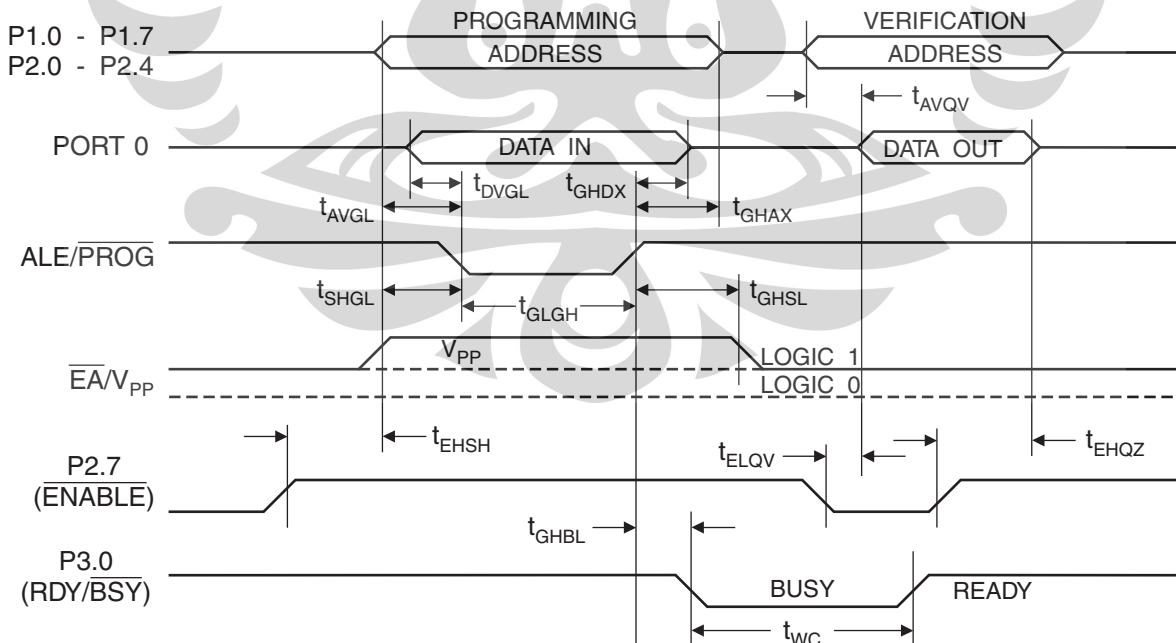


### 23. Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

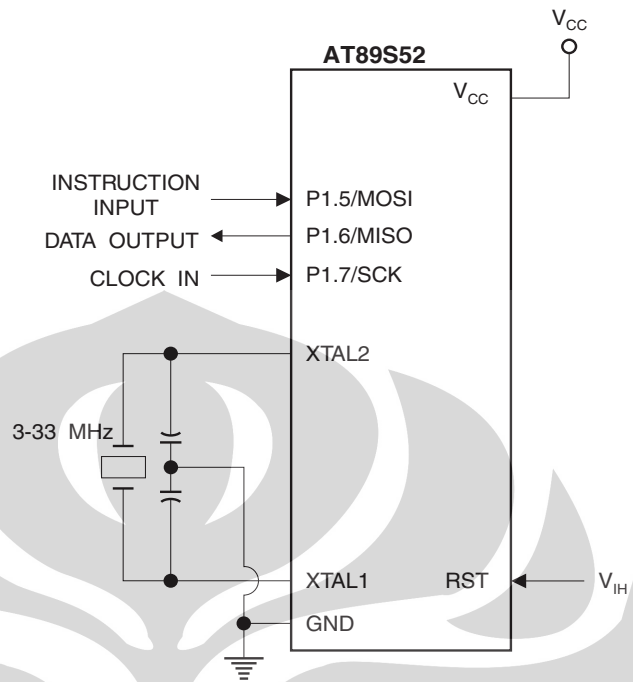
$T_A = 20^\circ\text{C}$  to  $30^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.5$  to  $5.5\text{V}$

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

Figure 23-1. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode



**Figure 23-2.** Flash Memory Serial Downloading



## 24. Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

**Figure 24-1.** Serial Programming Waveforms

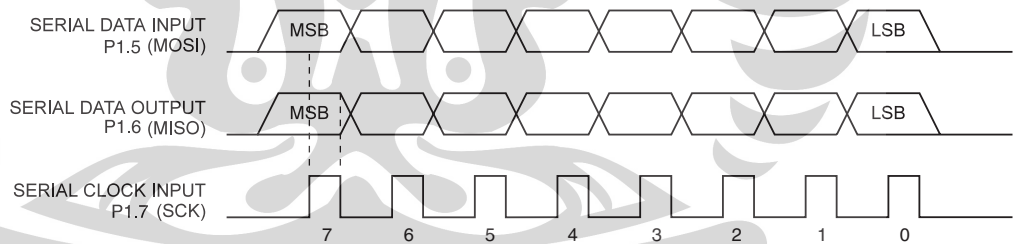




Table 24-1. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits <sup>(1)</sup>	1010 1100	1110 00B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx LB3 LB2 LB1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes	0010 1000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7xxx xxx0	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

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

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

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

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

## 25. Serial Programming Characteristics

Figure 25-1. Serial Programming Timing

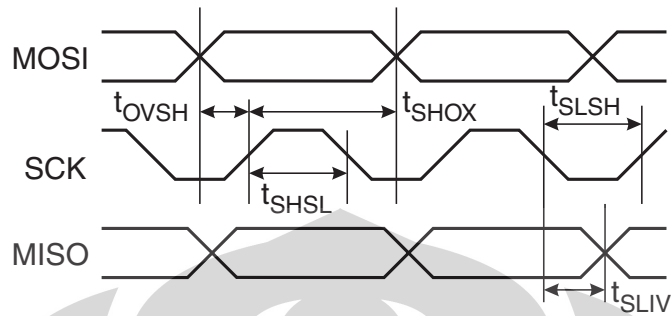


Table 25-1. Serial Programming Characteristics,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$  (Unless Otherwise Noted)

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

## 26. Absolute Maximum Ratings\*

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

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

## 27. DC Characteristics

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

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

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

Maximum  $I_{OL}$  per port pin: 10 mA

Maximum  $I_{OL}$  per 8-bit port:

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

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

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

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

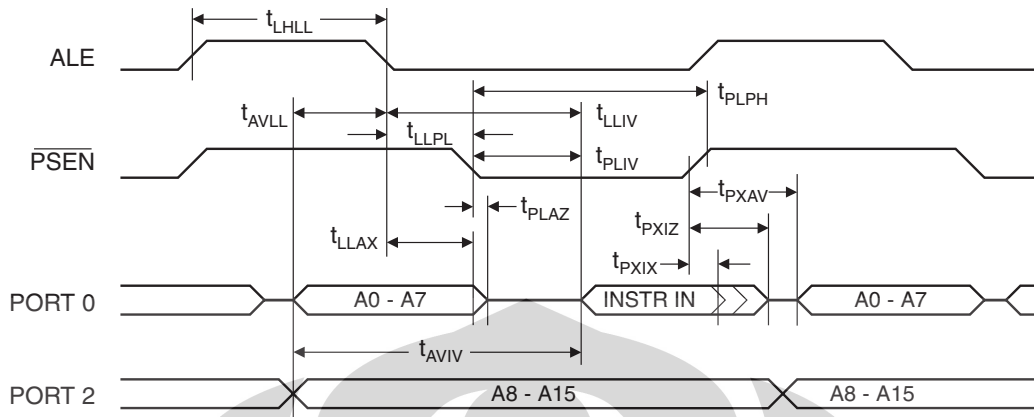
## 28. AC Characteristics

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

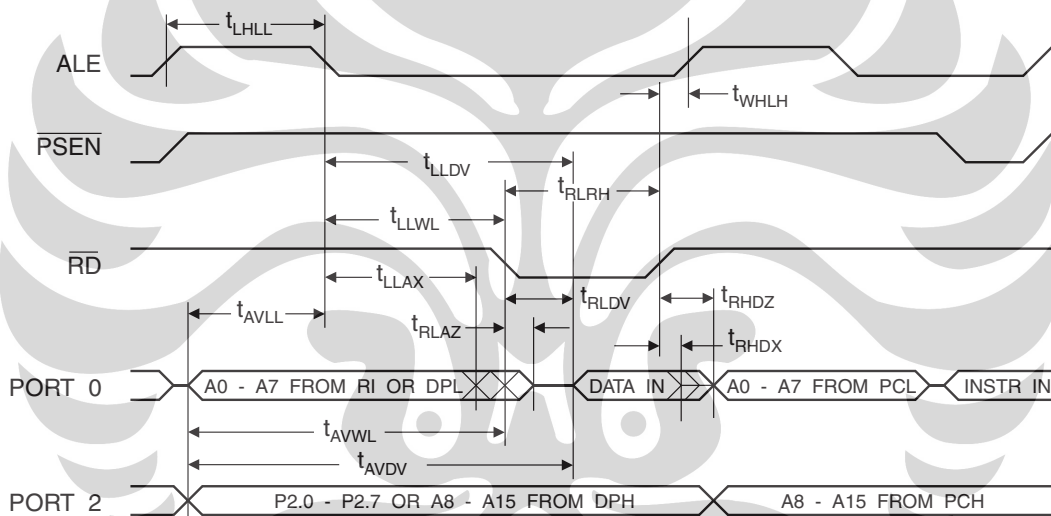
### 28.1 External Program and Data Memory Characteristics

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

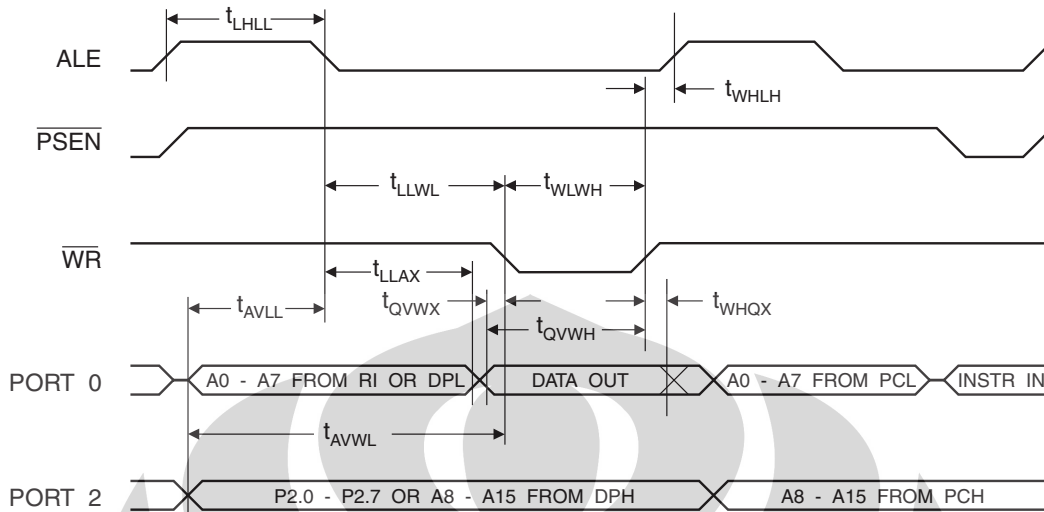
### 29. External Program Memory Read Cycle



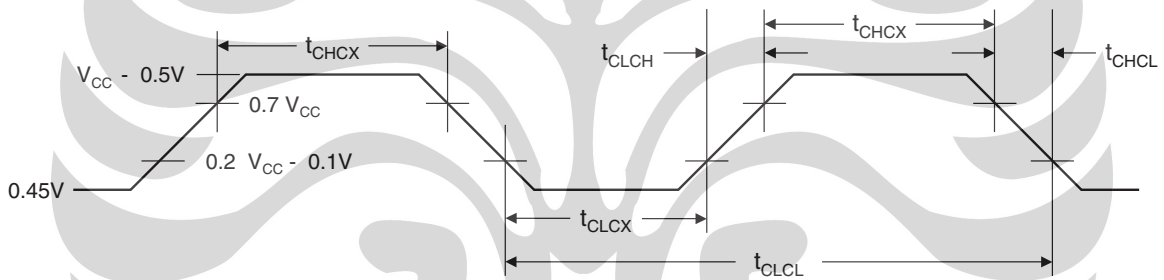
### 30. External Data Memory Read Cycle



### 31. External Data Memory Write Cycle



### 32. External Clock Drive Waveforms



### 33. External Clock Drive

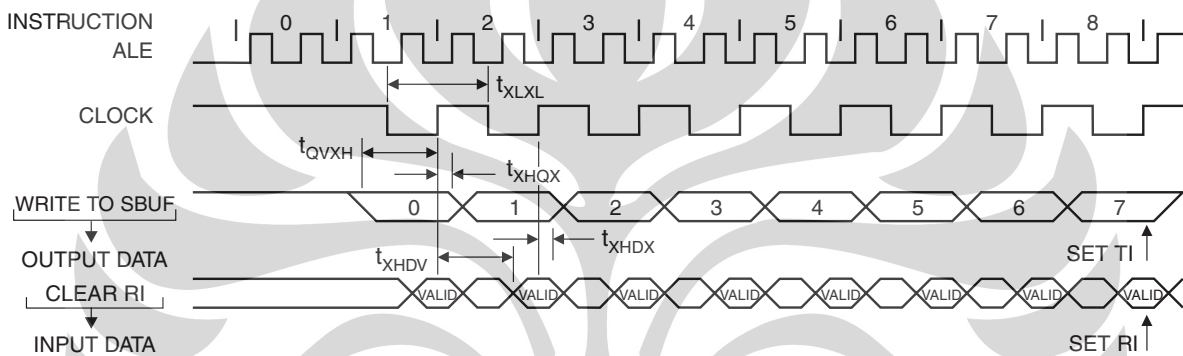
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
$t_{CLCL}$	Clock Period	30		ns
$t_{CHCX}$	High Time	12		ns
$t_{CLCX}$	Low Time	12		ns
$t_{CLCH}$	Rise Time		5	ns
$t_{CHCL}$	Fall Time		5	ns

### 34. Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

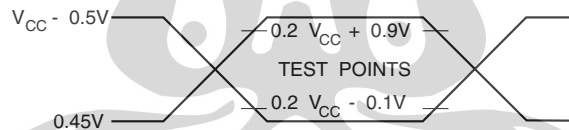
The values in this table are valid for  $V_{CC} = 4.0V$  to  $5.5V$  and Load Capacitance =  $80\text{ pF}$ .

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

### 35. Shift Register Mode Timing Waveforms

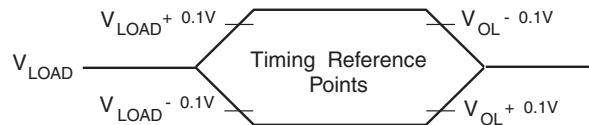


### 36. AC Testing Input/Output Waveforms<sup>(1)</sup>



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

### 37. Float Waveforms<sup>(1)</sup>



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

## 38. Ordering Information

### 38.1 Standard Package

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range		
24	4.0V to 5.5V	AT89S52-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89S52-24JC	44J			
		AT89S52-24PC	40P6			
		AT89S52-24SC	42PS6			
				AT89S52-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT89S52-24JI	44J	
				AT89S52-24PI	40P6	
				AT89S52-24SI	42PS6	
33	4.5V to 5.5V	AT89S52-33AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89S52-33JC	44J			
		AT89S52-33PC	40P6			
		AT89S52-33SC	42PS6			

### 38.2 Green Package Option (Pb/Halide-free)

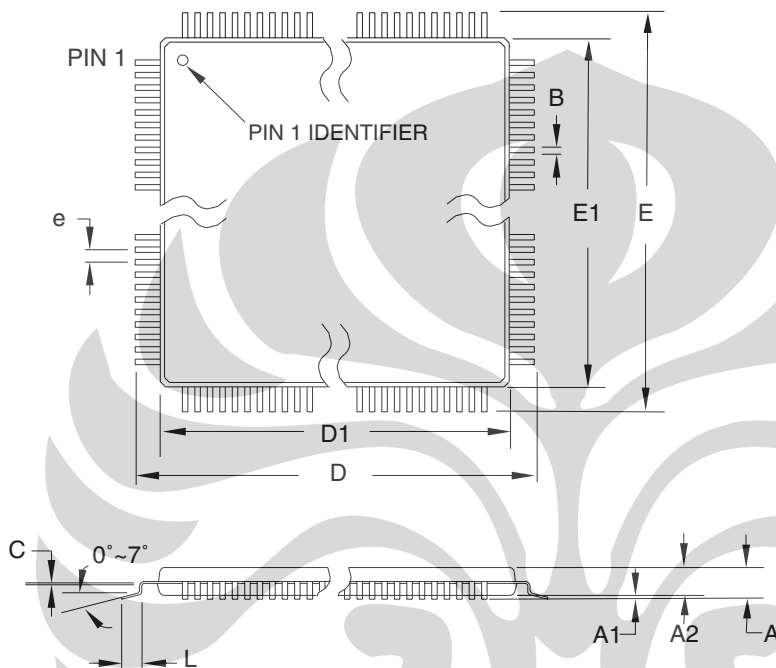
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S52-24AU	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89S52-24JU	44J	
		AT89S52-24PU	40P6	

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



39. Packaging Information

39.1 44A – TQFP




COMMON DIMENSIONS  
(Unit of Measure = mm)

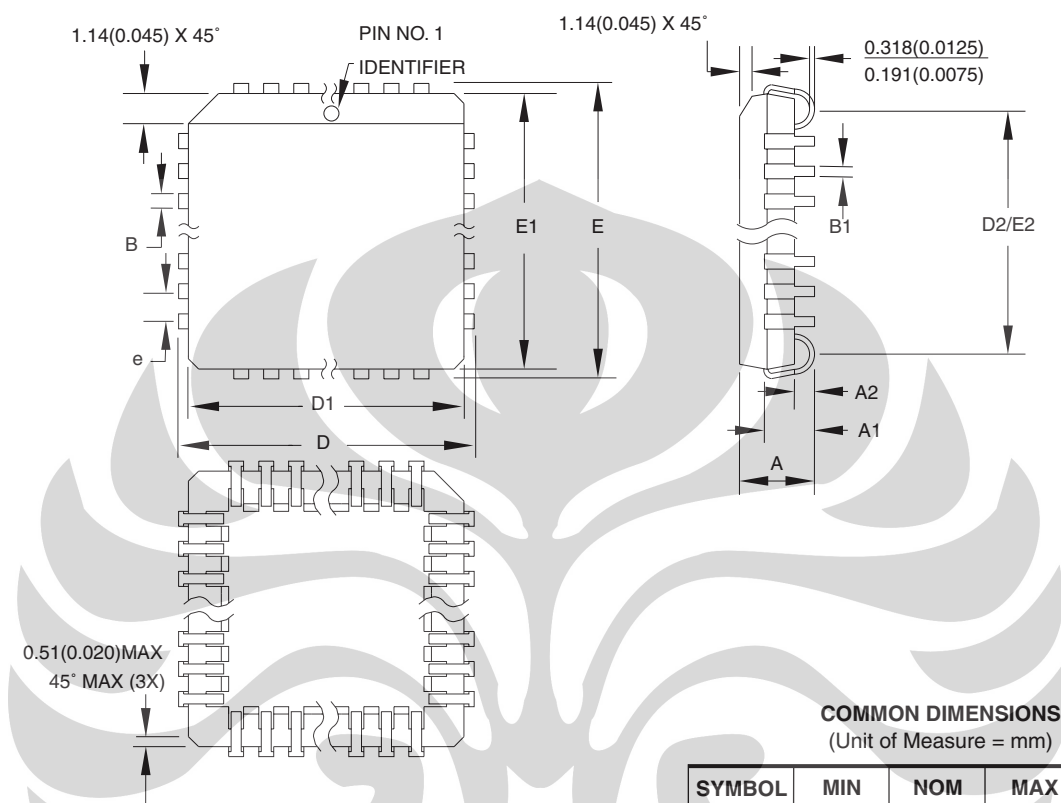
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	1.20	
A1	0.05	-	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	-	0.45	
C	0.09	-	0.20	
L	0.45	-	0.75	
e	0.80 TYP			

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

10/5/2001

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

### 39.2 44J – PLCC



**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

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

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

10/04/01



2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131

**TITLE**

**44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)**

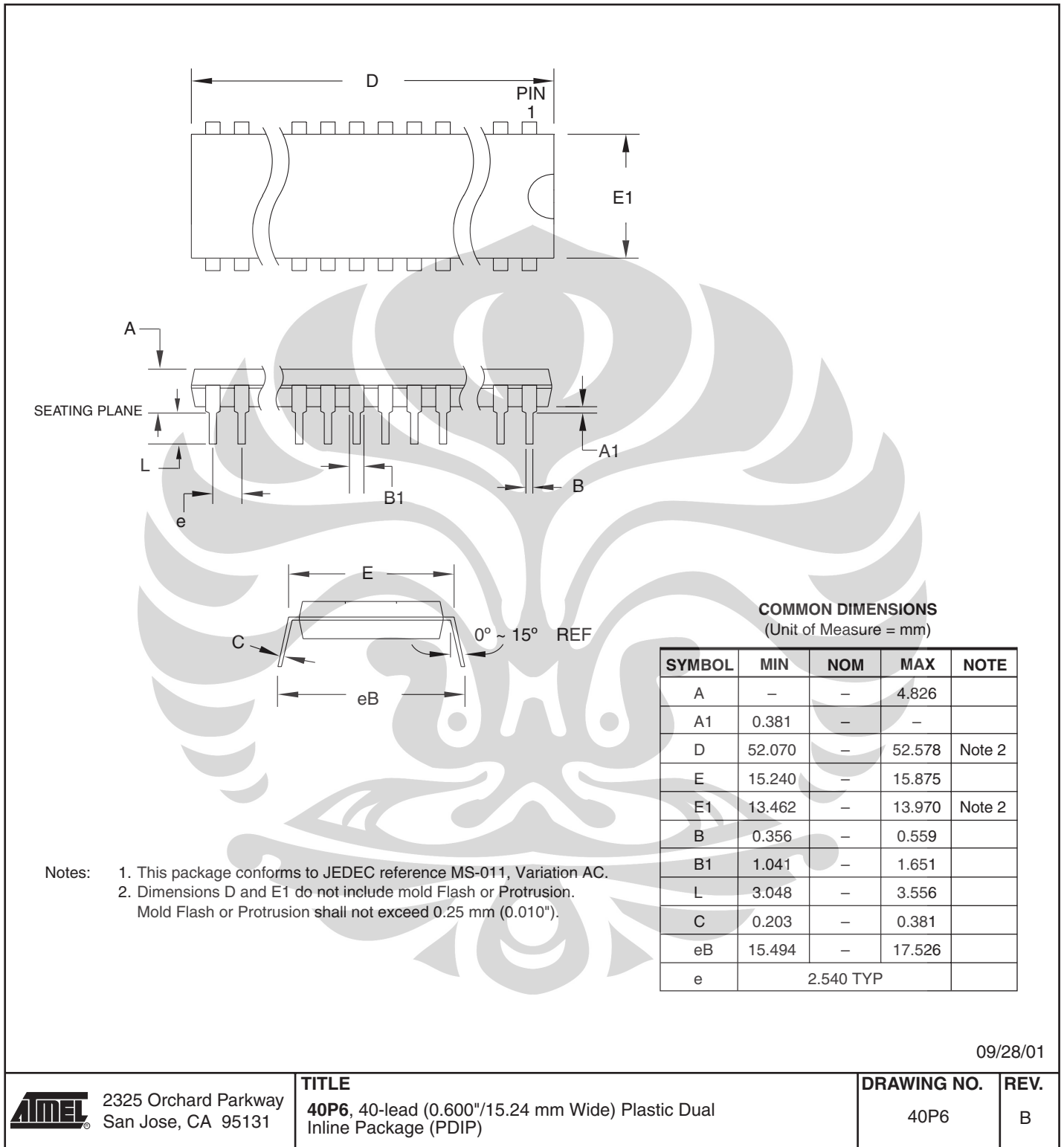
**DRAWING NO.**

44J

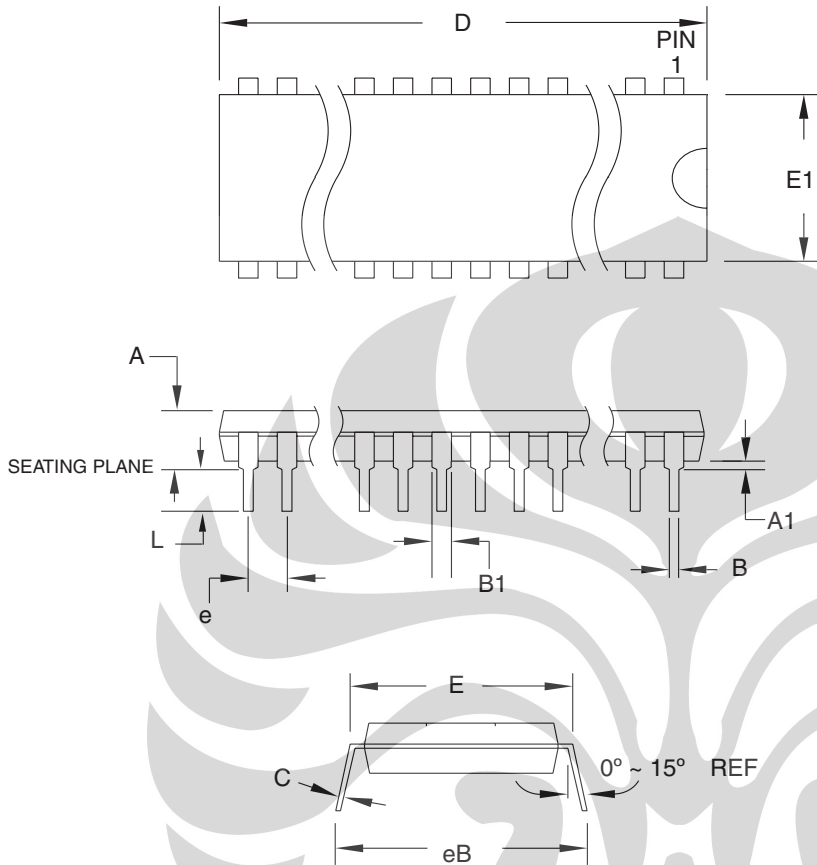
**REV.**

B

39.3 40P6 – PDIP



### 39.4 42PS6 – PDIP



**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

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

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

11/6/03



2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131

**TITLE**

**42PS6**, 42-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual  
Inline Package (PDIP)

**DRAWING NO.**

42PS6

**REV.**

A



## Atmel Corporation

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

## Regional Headquarters

### Europe

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

### Asia

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

### Japan

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

## Atmel Operations

### Memory

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

### Microcontrollers

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

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

### ASIC/ASSP/Smart Cards

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

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

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

### RF/Automotive

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

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

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

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

---

### Literature Requests

[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature)

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

© Atmel Corporation 2005. All rights reserved. Atmel®, logo and combinations thereof, and others, are registered trademarks, and Everywhere You Are<sup>SM</sup> and others are the trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Other terms and product names may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

1919C-MICRO-3/05

xM

## PLASTIC MEDIUM-POWER COMPLEMENTARY SILICON TRANSISTORS

...designed for general-purpose amplifier and low speed switching applications

### FEATURES:

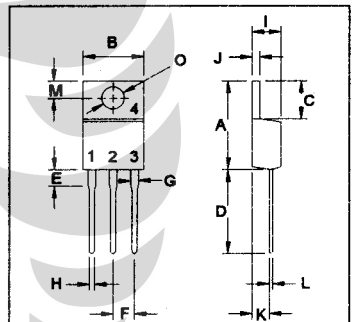
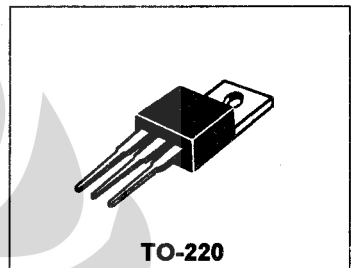
- \* Collector-Emitter Sustaining Voltage-  
 $V_{CE(SUS)} = 60 \text{ V (Min) - TIP120, TIP125}$   
 $= 80 \text{ V (Min) - TIP121, TIP126}$   
 $= 100 \text{ V (Min) - TIP122, TIP127}$
- \* Collector-Emitter Saturation Voltage  
 $V_{CE(sat)} = 2.0 \text{ V (Max.) @ } I_C = 3.0 \text{ A}$
- \* Monolithic Construction with Built-in Base-Emitter Shunt Resistor

<b>NPN</b>	<b>PNP</b>
<b>TIP120</b>	<b>TIP125</b>
<b>TIP121</b>	<b>TIP126</b>
<b>TIP122</b>	<b>TIP127</b>

**5.0 AMPERE  
DARLINGTON  
COMPLEMENTARY SILICON  
POWER TRANSISTORS  
60-100 VOLTS  
65 WATTS**

### MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	TIP120 TIP125	TIP121 TIP126	TIP122 TIP127	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	60	80	100	V
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	60	80	100	V
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	5.0			V
Collector Current-Continuous	$I_C$	5.0			A
-Peak	$I_{CM}$	8.0			
Base Current	$I_B$	120			mA
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	65 0.52			W W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{STG}$	- 65 to +150			$^\circ\text{C}$

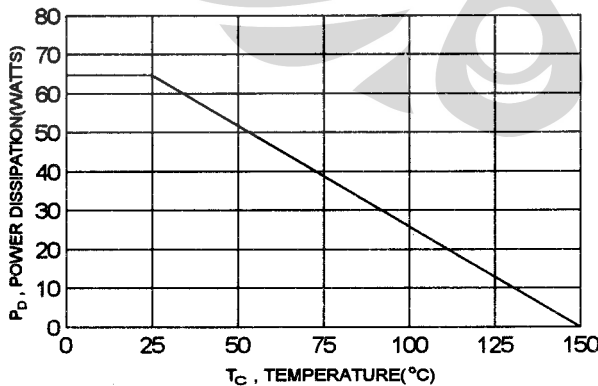


### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta jc}$	1.92	$^\circ\text{C/W}$

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	14.68	15.31
B	9.78	10.42
C	5.01	6.52
D	13.06	14.62
E	3.57	4.07
F	2.42	3.66
G	1.12	1.36
H	0.72	0.96
I	4.22	4.98
J	1.14	1.38
K	2.20	2.97
L	0.33	0.55
M	2.48	2.98
O	3.70	3.90

FIGURE -1 POWER DERATING



TIP120, TIP121, TIP122 NPN / TIP125, TIP126, TIP127 PNP

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (  $T_c = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted )

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>				
Collector - Emitter Sustaining Voltage (1) ( $I_C = 30\text{ mA}$ , $I_B = 0$ )	$V_{CEO(sus)}$	60 80 100		V
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 30\text{ V}$ , $I_B = 0$ ) ( $V_{CE} = 40\text{ V}$ , $I_B = 0$ ) ( $V_{CE} = 50\text{ V}$ , $I_B = 0$ )	$I_{CEO}$		0.5 0.5 0.5	mA
Collector Cutoff Current ( $V_{CB} = 60\text{ V}$ , $I_E = 0$ ) ( $V_{CB} = 80\text{ V}$ , $I_E = 0$ ) ( $V_{CB} = 100\text{ V}$ , $I_E = 0$ )	$I_{CBO}$		0.2 0.2 0.2	mA
Emitter Cutoff Current ( $V_{EB} = 5.0\text{ V}$ , $I_C = 0$ )	$I_{EBO}$		2.0	mA

**ON CHARACTERISTICS (1)**

DC Current Gain ( $I_C = 0.5\text{ A}$ , $V_{CE} = 3.0\text{ V}$ ) ( $I_C = 3.0\text{ A}$ , $V_{CE} = 3.0\text{ V}$ )	hFE	1000 1000		
Collector-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 3.0\text{ A}$ , $I_B = 12\text{ mA}$ ) ( $I_C = 5.0\text{ A}$ , $I_B = 20\text{ mA}$ )	$V_{CE(sat)}$		2.0 4.0	V
Base-Emitter On Voltage ( $I_C = 3.0\text{ A}$ , $V_{CE} = 3.0\text{ V}$ )	$V_{BE(on)}$		2.5	V

**DYNAMIC CHARACTERISTICS**

Small-Signal Current Gain ( $I_C = 3.0\text{ A}$ , $V_{CE} = 4.0\text{ V}$ , $f = 1.0\text{ MHz}$ )	$h_{fe}$	4.0		
Output Capacitance ( $V_{CB} = 10\text{ V}$ , $I_E = 0$ , $f = 0.1\text{ MHz}$ )	$C_{ob}$		300 250	pF

(1) Pulse Test: Pulse width = 300 us , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$

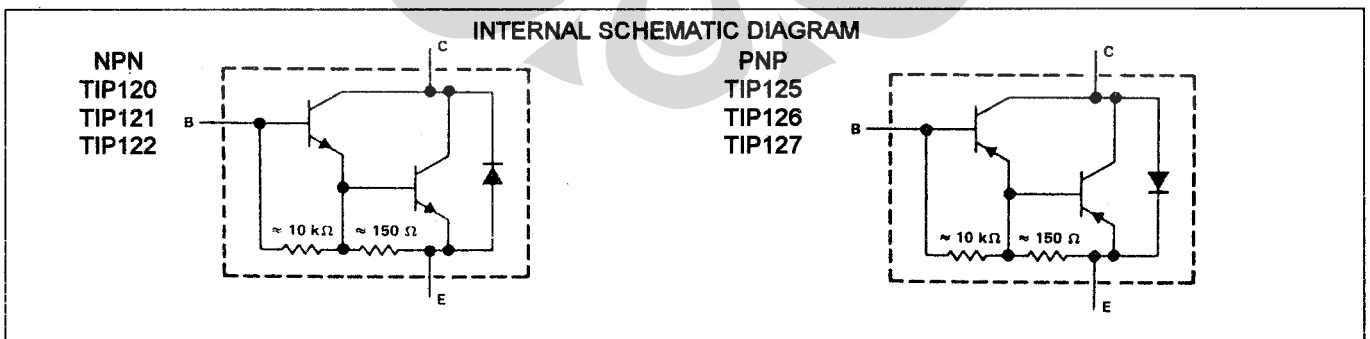


FIG-2 SWITCHING TIME

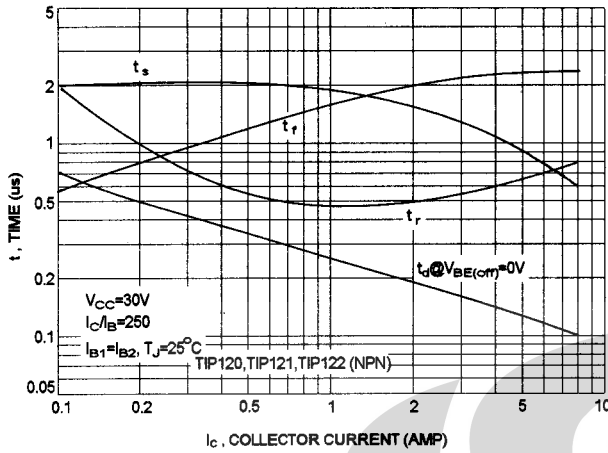


FIG-3 SWITCHING TIME

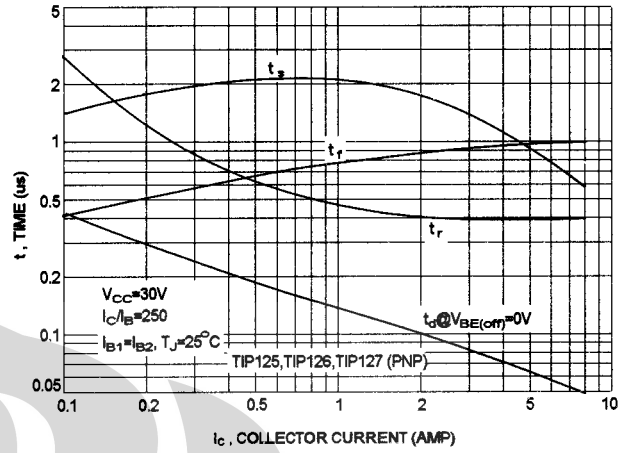


FIG-4 SMALL-SIGNAL CURRENT GAIN

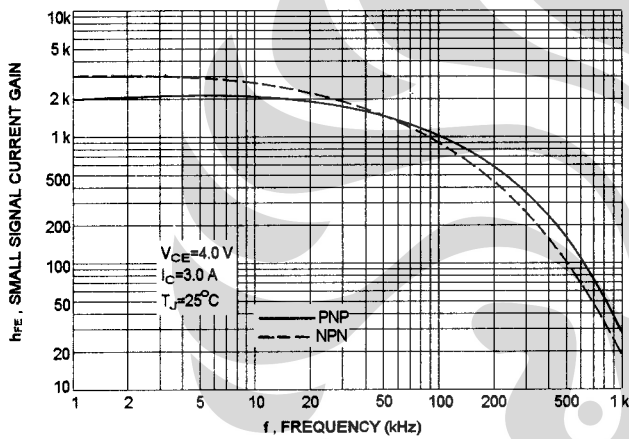


FIG-5 CAPACITANCES

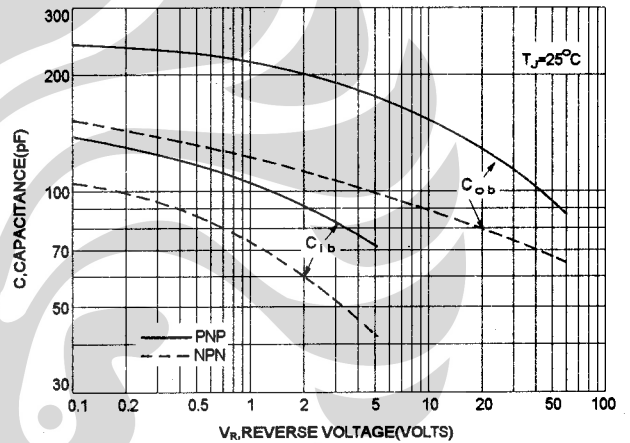
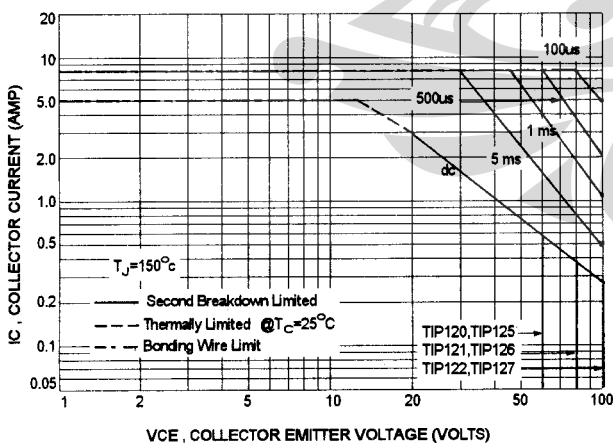


FIG-6 ACTIVE REGION SAFE OPERATING AREA



There are two limitation on the power handling ability of a transistor: average junction temperature and second breakdown safe operating area curves indicate  $I_C$ - $V_{CE}$  limits of the transistor that must be observed for reliable operation i.e., the transistor must not be subjected to greater dissipation than curves indicate.

The data of FIG-6 is base on  $T_{J(PK)} = 150^\circ C$ ;  $T_C$  is variable depending on power level. second breakdown pulse limits are valid for duty cycles to 10% provided  $T_{J(PK)} \leq 150^\circ C$ . At high case temperatures, thermal limitation will reduce the power that can be handled to values less than the limitations imposed by second breakdown.



TIP120, TIP121, TIP122 NPN / TIP125, TIP126 TIP127 PNP

NPN TIP120,TIP121,TIP122

PNP TIP125,TIP126,TIP127

FIG-7 DC CURRENT GAIN

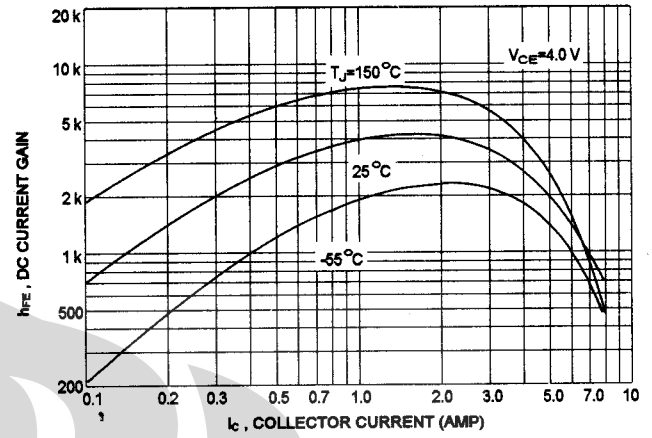
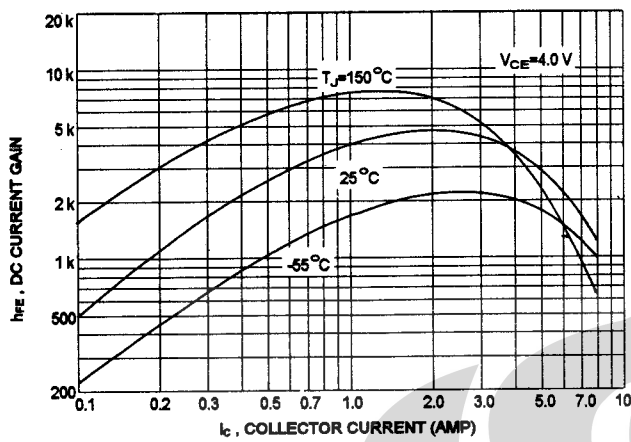


FIG-8 COLLECTOR SATURATION REGION

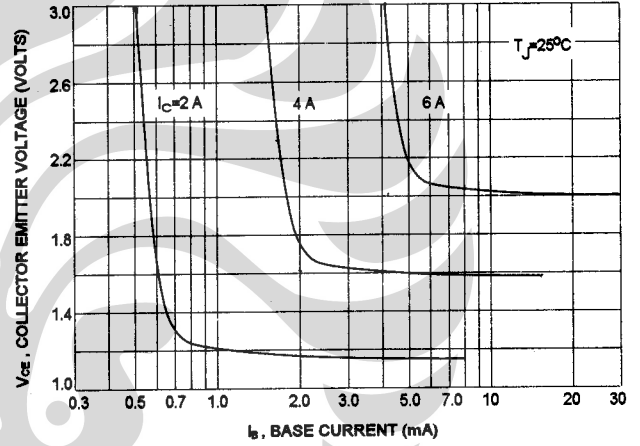
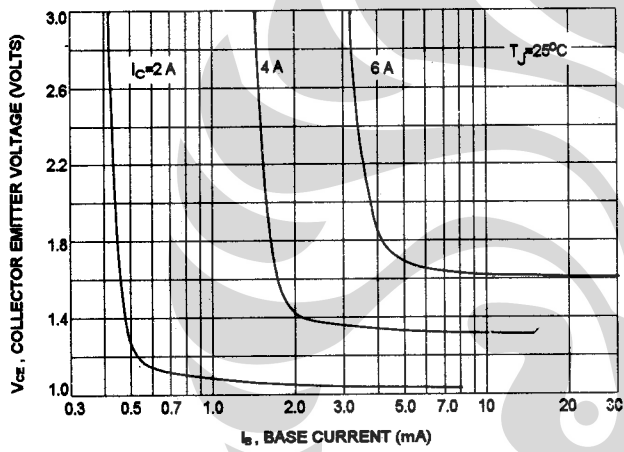
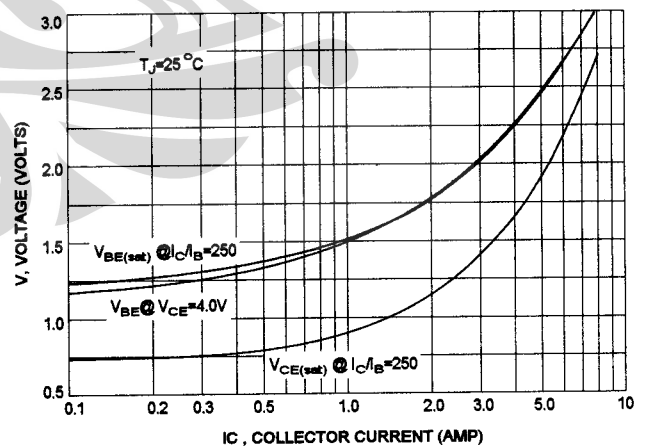
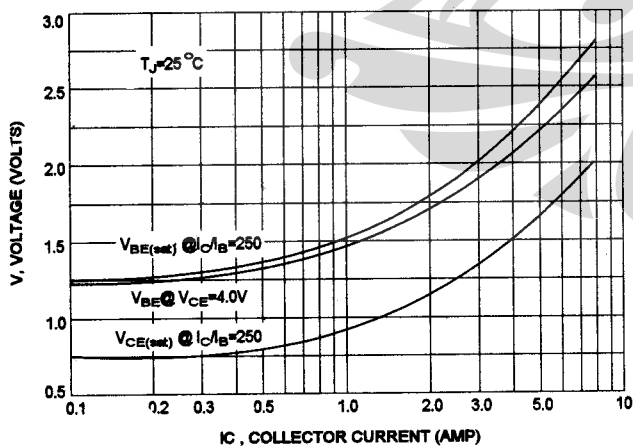


FIG-9 "ON" VOLTAGES



## Standard Servo (#900-00005)

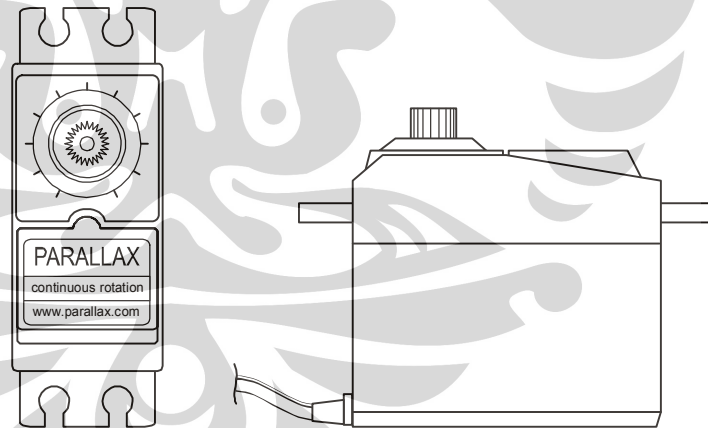
### General Information

The Parallax standard servo is ideal for robotics and basic movement projects. These servos will allow a movement range of 0 to 180 degrees. The Parallax servo output gear shaft is a standard Futaba configuration. The servo is manufactured by Futaba specifically for Parallax.



### Technical Specifications

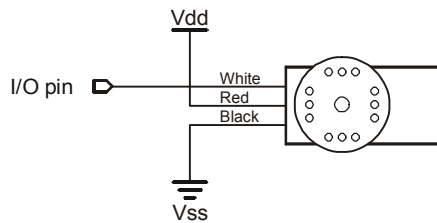
- > Power 6vdc max
- > Speed 0 deg to 180 deg in 1.5 seconds on average
- > Weight 45.0 grams/1.59oz
- > Torque 3.40 kg-cm/47oz-in
- > Size mm (L x W x H)  
40.5x20.0x38.0
- > Size in (L x W x H)  
1.60x.79x1.50



### Motor Control from a BASIC Stamp

Parallax ([www.parallax.com](http://www.parallax.com)) publishes many circuits and examples to control servos. Most of these examples are available for download from our web site. On [www.parallaxinc.com](http://www.parallaxinc.com) type in "servo" and you'll find example codes below.

## Wiring setup



The servo is controlled by pulsing of it's signal line. If you are using an Basic Stamp this is done with the pulsout command. Below is stamp code that will help you with basic control of a servo. The codes below may not move the servos from on extreme to another but is will give you a general demonstration on function.

```
'Stamp1
symbol temp = w0
start:
  for temp = 70 to 250
  pulsout 0,temp
  pause 50
  next
  for temp = 250 to 70
  pulsout 0,temp
  pause 50
  next
goto start
```

```
'Stamp 2 ,2e,2pe
temp var word
start:
  for temp = 200 to 1200
  pulsout 0,temp
  pause 50
  next
  for temp = 1200 to 200
  pulsout 0,temp
  pause 50
  next
goto start
```

```
'Stamp 2sx,2p24/40
temp var word
start:
  for temp = 500 to 3000
  pulsout 0,temp
  pause 50
  next
  for temp = 3000 to 500
  pulsout 0,temp
  pause 50
  next
goto start
```

