

SKRIPSI

MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR

**Disusun sebagai syarat untuk mengikuti ujian akhir strata 1
Institut Teknologi Nasional Malang**



**Disusun Oleh :
M. SYAHRIL ALIIF**

NIM : 04.12.214

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2010**

SKRIPSI

MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR

**Disusun sebagai syarat untuk mengikuti ujian akhir strata 1
Institut Teknologi Nasional Malang**



**Disusun Oleh :
M. SYAHRIL ALIIF
NIM : 04.12.214**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2010**

LEMBAR PERSETUJUAN

MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

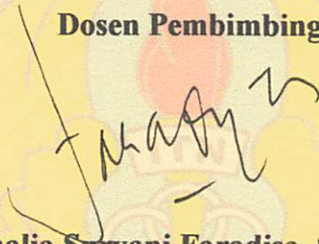
Disusun oleh :

M. SYAHRIL ALIIF

NIM : 04.12.214

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

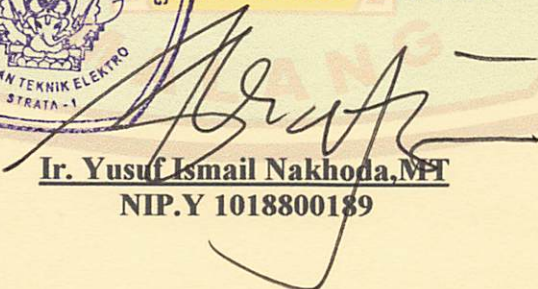


Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
NIP. 1030000365



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y 1018800189

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2010**

ABSTRAKSI

MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR

M. Syahril Aliif (04.12.214)

Dosen Pembimbing : Irmalia Suryani Faradisa ,ST,MT.

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Jln. Raya Karanglo Km 2 Malang

Email : fiila_23@yahoo.com

Kata kunci : Sensor MPX5700, Mikrokontroler AT89S51, Manometer Digital

Dari sinilah penyusun merasa bahwa factor keamanan dalam berkendara sangatlah mutlak diperlukan, karena telah menyangkut keselamatan jiwa dari pengendara. Selama ini telah banyak diketahui akan terjadinya kecelakaan dalam berkendara yang telah banyak memakan korban, dikarenakan keteledoran pengendara maupun kesalahan teknis, seperti pada ban kendaraan bermotor.

Tekanan udara pada ban kendaraan bermotor merupakan salah satu yang harus diperhatikan oleh para pengendara terutama sebelum melakukan perjalanan jauh. Karena tekanan udara pada ban kendaraan bermotor sangat mempengaruhi kenyamanan dan keamanan bagi pengendara pada saat kendaraan berjalan. Kurangnya tekanan udara pada ban juga bisa mengakibatkan bahan bakar kendaraan menjadi boros dan umur pakai ban menjadi pendek. Oleh karena itu, mengisi tekanan udara sampai batas maksimum yang tertera di bagian sisi ban akan menambah umur pakai ban serta dapat menghemat konsumsi bahan bakar kendaraan. Tepat tidaknya tekanan udara dalam ban kendaraan bermotor tidak bisa dilihat hanya dengan mata saja, apalagi untuk jenis ban radial. Untuk itu, tekanan udara ban kendaraan bermotor harus diperiksa dengan manometer yang baik dan dilakukan secara berkala.

Berdasarkan uraian diatas, maka timbul gagasan untuk merancang dan membuat suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur tekanan udara ban kendaraan bermotor secara digital (manometer digital) namun memiliki keakuratan seperti halnya pengukur konvensional.

Dalam perancangan ini sensor yang digunakan adalah MPX 5700. Dan mikrokontroler yang dipilih adalah mikrokontroler dengan tipe AT89S51 buatan ATMEL. Sedangkan untuk tampilan, digunakan LCD M1632.

Dari hasil pengujian diketahui pada saat tanpa beban 00 psi. Sedangkan pada saat ada beban memiliki rata – rata presentase error yang didapatkan 4,58%. Saat pengujian ADC0804 memiliki rata- rata error presentase sebesar 3,39%

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Manometer Digital Untuk Ban Kendaraan Bermotor” dengan lancar. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan studi di jurusan Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar sarjana teknik.

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

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Ibu Irmalia Suryani Faradisa ,ST,MT. selaku Dosen Pembimbing.
5. Orangtua serta saudara-saudara kami yang telah memberikan doa restu, motivasi, semangat dan biaya.
6. Teman-teman instruktur Laboratorium Perancangan Elektronika yang telah membantu.
7. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin dan menyadari sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Harapan penyusun semoga laporan ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan bagi pembaca.

Malang, September 2010

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Ban	5
2.1.1 Manfaat Keselamatan.....	6
2.1.1.1 Pencegahan Terhadap Pecahnya Ban Secara Tiba-Tiba	6
2.1.1.2 Kestabilan Pengemudi Terutama Pada Kecepatan Tinggi Tikungan.....	7
2.1.2 Mnafaat Keekonomisan.....	9
2.1.2.1 Umur Pakai Ban Ynag Lebih Lama	9

2.1.2.2	Daya Tahan Terhadap Kerusakan Yang Lebih Lama.....	9
2.1.3	Manfaat Kenyamanan.....	9
2.2	Mikrokontroler AT89S51.....	9
2.2.1	Perangkat keras mikrokontroler AT89S51	10
2.2.2.	Konfigurasi Pena-Pena Mikrokontroler AT89S51.....	11
2.2.3	Struktur Memory	17
2.2.3.1	Pemisahan Memory Program dan Data	17
2.2.3.2	Pewaktuan CPU	18
2.2.3.4	<i>Interrupt Enable</i>	20
2.2.3.5	<i>Interrupt Priority</i>	21
2.2.3.6	<i>Special Function Register</i>	22
2.2.3.7	Reset	25
2.3	Dasar Teori Pengukuran Tekanan.....	27
2.4	Metode Pengukuran Tekanan.....	29
2.5	<i>SENSOR PRESURRE MPX5700</i>	31
2.5.1	<i>Cara Kerja MPX 5700</i>	32
2.6	Analog To Digital Converter (ADC) 0804	33
2.7	Liquid Crystal Display (LCD) M1632	35

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT38

3.1	Pendahuluan	38
3.1.1	Prinsip Kerja Alat.....	40
3.1.2	Perancangan Perangkat Keras	40

3.3	Perancangan Rangkaian Sensor tekanan	41
3.3	ADC (<i>Analog to Digital Converter</i>)	41
3.4	Perancangan Rangkaian Mikrokontroler AT89S51	44
3.4.1	Perancangan Rangkaian Reset	46
3.4.2	Perancangan Rangkaian Clock.....	48
3.5	Perancangan Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD) M1632	48
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	50
BAB IV PENGUJIAN ALAT		52
4.1	Pengujian Sensor MPX 5700	52
4.1.1	Tujuan.....	52
4.1.2	Alat-Alat Yang Digunakan.....	52
4.1.3	Prosedur Pengujian.....	53
4.2	Pengujian ADC (<i>Analog Digital to Converter</i>).....	54
4.3	Pengujian <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	56
4.3.1	Tujuan.....	56
4.3.2	Prosedur Pengujian.....	56
4.3.3	Hasil Pengujian	57
4.3.4	Hasil dan Analisa Pengujian	57
4.4	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	58
4.5	Hasil Dan Analisa Pengujian.....	58
4.6	Spesifikasi Alat	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		60

5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran-saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Block Diagram Mikrokontroler AT89S51	11
Gambar 2-2 Konfigurasi Pena-pena AT89S51	11
Gambar 2-3 Alamat RAM.	16
Gambar 2-4 Struktur Memori AT89S51.....	17
Gambar 2-5 Rangkaian Osilator Internal.....	18
Gambar 2-6 (a) Rangkaian <i>Power On Reset</i>	26
Gambar 2-6 (b) Rangkaian ekivalen <i>Power On Reset</i>	26
Gambar 2-7 Piranti Tabung Bourdon.....	29
Gambar 2-8 Sensor Tekanan <i>MPX5700</i>	32
Gambar 2-9 Konfigurasi Kaki ADC 0804.....	34
Gambar 2-10 LCD Tipe M1632.....	36
Gambar 3-1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem.....	39
Gambar 3-2 Rangkaian MPX sensor pressure	41
Gambar 3-3 Rangkaian ADC 0804	42
Gambar 3-4 Rangkaian Mikrokontroler AT89S51	45
Gambar 3-5 Rangkaian Reset	47
Gambar 3-6 Rangkaian Clock.....	48
Gambar 3-7 Rangkaian LCD	49
Gambar 3-8 <i>Diagram Alir Program</i>	51
Gambar 4-1 Diagram Blok Pengujian Sensor Tekanan MPX5700.....	53
Gambar 4-2 Rangkaian ADC 0804	54
Gambar 4-3 Diagram Blok Pengujian LCD.....	56
Gambar 4-4 Rangkaian LCD	56
Gambar 4-5 Hasil Pengujian Tekanan Angin 10 psi	57
Gambar 4-6 Tampilan Inisialisasi LCD.....	57

Gambar 4-7 Blok Diagram Pengujian Keseluruhan Sistem.....

58

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 <i>Standart Pengisian Tekanan Udara Pada Ban Sepeda Motor</i>	7
Tabel 2-2 <i>Standart Pengisian Tekanan Udara Pada Roda 4</i>	7
Tabel 2-3 Fungsi Khusus Pada Port 1	12
Tabel 2-4 Fungsi Khusus Pada Port 3	14
Tabel 2-5 Alamat layanan rutin interupsi	19
Tabel 2-6 Bit-bit IE didefinisikan	20
Tabel 2-7 <i>Interrupt Enable</i>	21
Tabel 2-8 <i>Interrupt Priority</i>	22
Tabel 2-9 <i>Special Function Register</i>	24
Tabel 2-10 Fungsi Pin – Pin LCD.....	37
Tabel 3-1 Teori Hasil Perhitungan Output ADC 0804.....	44
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Sensor pada Alat Dengan Alat Standar dalam <i>psi</i>	53
Tabel 4-2 Hasil pengujian dan Pengukuran ADC.....	55
Tabel 4-3 Spesifikasi Alat.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tekanan udara pada ban kendaraan bermotor merupakan salah satu yang harus diperhatikan oleh para pengendara terutama sebelum melakukan perjalanan jauh. Karena tekanan udara pada ban kendaraan bermotor sangat mempengaruhi kenyamanan dan keamanan bagi pengendara pada saat kendaraan berjalan.

Berdasarkan data yang dipublikasikan harian ternama “The New York Times” Departemen Keselamatan Lalu Lintas Jalan Raya AS, mencatat terdapat 660 kasus kecelakaan lalu lintas karena ban kurang tekanan udara. Hal serupa juga ditemukan dalam penelitian yang disponsori Rubber Manufacturers Association (RMA) terhadap 1000 orang pengemudi di seluruh negara bagian AS. Dari penelitian tersebut, ditemukan fakta 63% pengendara menyebutkan bahwa tekanan udara pada ban sangat mempengaruhi jarak tempuh kendaraan. (www.AstraWorld.com, 20-102006).

Kurangnya tekanan udara pada ban juga bisa mengakibatkan bahan bakar kendaraan menjadi boros dan umur pakai ban menjadi pendek. Oleh karena itu, mengisi tekanan udara sampai batas maksimum yang tertera di bagian sisi ban akan menambah umur pakai ban serta dapat menghemat konsumsi bahan bakar kendaraan. Tepat tidaknya tekanan udara dalam ban kendaraan bermotor tidak bisa dilihat hanya dengan mata saja, apalagi untuk jenis ban radial. Untuk itu, tekanan udara ban kendaraan bermotor harus diperiksa dengan manometer yang baik dan dilakukan secara berkala.

Karena tekanan udara pada ban haruslah pas dalam artian, tekanan udara dalam ban harus sesuai dengan *standart* tekanan udara yang tertera pada ban kendaraan bermotor. Setiap pabrik ban akan mengikut sertakan ukuran tekanan udara pada setiap masing-masing jenis ban. Kelebihan atau terlalu tingginya tekanan udara pada ban akan mengakibatkan ban mudah pecah secara tiba-tiba ketika sedang berkendara atau sedang dalam perjalanan.

Alat *standart* yang digunakan oleh tempat-tempat pemompaan ban yang di pinggir jalan tidak memiliki tingkat keakuratan yang cukup tinggi, oleh karena itu haruslah mempunyai alat ukur tekanan udara atau manometer pada ban yang telah dikalibrasi dan memiliki tingkat keakuratan yang sangat baik.

Kemajuan terbaru dalam bidang teknologi semikonduktor telah memunculkan berbagai macam aplikasi sensor murah dan solusi bagi segala macam permasalahan yang dihadapi manusia. Salah satu aplikasi yang menarik adalah kombinasi antara sensor tekanan dengan mikrokontroler dalam merancang sebuah manometer digital untuk ban kendaraan bermotor yang murah dan sederhana, namun tetap memiliki keakuratan yang tinggi.

Berdasarkan uraian diatas, maka timbul gagasan untuk merancang dan membuat suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur tekanan udara ban kendaraan bermotor secara digital namun memiliki keakuratan seperti halnya pengukur konvensional. Dalam perancangan ini sensor yang digunakan adalah *MPX 5700ap*. Dan mikrokontroler yang dipilih adalah mikrokontroler dengan tipe AT89S51 buatan ATMEL. Sedangkan untuk tampilan, digunakan LCD M1632.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada:

- 1) Bagaimana merancang manometer digital pada ban kendaraan bermotor dengan komponen penyusun yang murah dan akurat.
- 2) Bagaimana merancang mikrokontroler AT89S51.
- 3) Bagaimana menampilkan hasil pengukuran manometer digital pada LCD.

1.3 Batasan Masalah

Dalam ruang lingkup pembahasan ini, permasalahan yang akan dibahas meliputi:

- 1) Parameter keberhasilan alat adalah pada kemampuan untuk melakukan pengaturan tekanan udara pada ban kendaraan bermotor secara digital.
- 2) Pembahasan rangkaian sensor tekanan.
- 3) Pembahasan rangkaian mikrokontroler AT89S51.
- 4) Manometer digital ini mampu melakukan pengukuran pada *range* tekanan udara antara 0-100 psi.

1.4 Tujuan

Tujuan perancangan dan pembuatan alat adalah untuk membuat manometer digital untuk ban kendaraan bermotor yang murah namun tetap memiliki keakuratan yang tinggi ketika melakukan sebuah pengukuran.

1.5 Metodologi Penelitian

Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler tipe AT89S51 merupakan mikrokontroler keluarga MCS-51 dengan konfigurasi yang sama persis dengan AT89C51 yang cukup terkenal, hanya saja AT89S51 mempunyai fitur ISP (In-System Programmable Flash Memory). Fitur ini memungkinkan mikrokontroler dapat diprogram langsung dalam suatu sistem elektronik tanpa melalui *Programmer Board* atau *Downloader Board*. Mikrokontroler dapat diprogram langsung melalui kabel ISP yang dihubungkan dengan paralel port pada suatu *Personal Computer*.

Adapun fitur yang di miliki Mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :

1. Sebuah CPU (Central Processing Unit) 8 bit yang termasuk keluarga MCS51.
2. Osilator internal dan rangkaian pewaktu, RAM internal 128 byte (on chip).
3. Empat buah Programmable port I/O, masing-masing terdiri atas 8 jalur I/O
4. Dua buah Timer Counter 16 bit.
5. Lima buah jalur interupsi (2 interupsi external dan 3 interupsi internal)
6. Sebuah port serial dengan kontrol serial full duplex UART.
7. Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian dan operasi Boolean (bit)
8. Kecepatan pelaksanaan instruksi per siklus 1 microdetik pada frekuensi clock 12 MHz
4 Kbytes Flash ROM yang dapat diisi dan dihapus sampai 1000 kali
9. In-System Programmable Flash Memory

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Membahas teori-teori dasar penunjang perancangan dan pembuatan alat.

BAB III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas prinsip kerja, perancangan dan pembuatan alat.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Memuat hasil pengujian dan analisis alat yang dibuat.

BAB V : PENUTUP

Memuat kesimpulan dari perencanaan dan pembuatan manometer digital untuk ban kendaraan bermotor serta saran untuk kesempurnaan pembuatan alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Ban

Ban merupakan benda berbentuk lingkaran yang dibuat dengan bahan dasar karet. Fungsi ban cukup penting karena merupakan bagian kendaraan yang langsung bersentuhan dengan permukaan jalan. Ban menjadi peranti terakhir yang mengontrol gerak, percepatan, perlambatan, dan pengereman kendaraan. Selain itu, ban juga menopang seluruh berat kendaraan termasuk penumpang yang ada di dalamnya. Fungsi lainnya, ban berperan pula dalam memperlembut kejutan dari permukaan jalan dan menambah kenyamanan dalam berkendara. Dengan semua fungsi tersebut, ban memang layak mendapat perhatian dari pengemudi.

Ban yang dipakai kendaraan tidaklah sama, bergantung pada kegunaan kendaraan tersebut. Jenis sedan, misalnya, memiliki spesifikasi yang berbeda untuk mobil kategori angkutan umum. Pabrikan ban telah merancang ban sesuai peruntukan yang dibedakan berdasarkan kode spesifikasi. Angka spesifikasi ban umumnya tertera pada dinding samping yang menunjukkan lebar ban, aspek rasio, diameter dalam, batas muatan, batas tekanan udara dan batas kecepatan. (www.Bridgestone.com, 05-01-2007).

Standar kode spesifikasi yang banyak diadopsi pabrikan ban adalah berdasarkan sistem *ISO (International Standardization Organization)*, misal kode pada ban “*MAX LOAD 160 kg (353 lbs). AT 225 kPa (33 psi) COLD*” berarti batas muatan maksimum yang diperbolehkan adalah 160 kg pada tekanan udara 225 kPa (33 psi) yang diukur pada waktu keadaan ban dingin. Tulisan lainnya yang tertera di dinding samping ban sama artinya seperti yang sudah dijelaskan. (www.GoodyearIndonesia.com, 05-01-2007).

Tabel 2.1. Standart Pengisian Tekanan Udara Pada Ban Sepeda Motor

Jenis Kendaraan	Roda	Sendirian	Berboncengan
Suzuki Smash	Depan	175 kPa (25psi)	175 kPa (25psi)
	Belakang	225 kPa (33psi)	225 kPa (33psi)
Supra Fit	Depan	200 kPa (29psi)	200 kPa (29psi)
	Belakang	225 kPa (33psi)	225 kPa (33 psi)
Supra X 125	Depan	200 kPa (29psi)	200 kPa (29 psi)
	Belakang	225 kPa (33psi)	225 kPa (33 psi)

Sumber: buku manual masing-masing kendaraan

Tabel 2.2 Standart Pengisian Tekanan Udara Ban Kendaraan Roda 4

Jenis Kendaraan	Roda	Tanpa Muatan	Dengan Muatan
Sedan < 1300 cc	Depan	165 kPa (24 psi)	186 kPa (27 psi)
	Belakang	180 kPa (26 psi)	205 kPa (30 psi)
Sedan > 1300 cc	Depan	180 kPa (26 psi)	205 kPa (30 psi)
	Belakang	200 kPa (29 psi)	225 kPa (33 psi)
Pick Up <1300 cc	Depan	165 kPa (24 psi)	200 kPa (29 psi)
	Belakang	180 kPa (26 psi)	225 kPa (33 psi)
Pick Up >1300 cc	Depan	200 kPa (29 psi)	225 kPa (33 psi)
	Belakang	200 kPa (29 psi)	275 kPa (40 psi)
MiniBus 9 orang	Depan	180 kPa (26 psi)	250 kPa (36 psi)
	Belakang	200 kPa (29 psi)	275 kPa (40 psi)

Sumber: Bahan Pelatihan National Otomotif Perbaikan kendaraan Ringan

2.1.1 Manfaat Keselamatan

2.1.1.1 Pencegahan Terhadap Pecahnya Ban Secara Tiba-Tiba

Kondisi ban dengan tekanan udara yang kurang menyebabkan defleksi dengan cepat, sehinggamenyebabkan pembangkitan panas pada ban dipercepat yang akan mengakibatkan pemisahan pada lapisan ban, sehingga ban bisa pecah secara tiba-tiba.

2.1.1.2 Kesetabilan Pengemudi Terutama Pada Kecepatan Tinggi Atau Tikungan

Tekanan udara yang sesuai dengan beban akan membuat dinding samping pada ban akan kuat menahan gaya pada saat kendaraan menikung atau berpindah lajur. Tekanan udara yang kurang akan menyebabkan dinding samping pada ban menjadi lemah, sehingga pada saat menikung atau berpindah lajur, ban lebih cepat rusak.

2.1.2 Mnafaat Keekonomisan

2.1.2.1 Umur Pakai Ban Ynag Lebih Lama

Tekanan udara yang kurang mengakibatkan keausan telapak ban terjadi lebih cepat pada bagian ujung telapak ban, sehingga umur ban menjadi lebih pendek dari yang seharusnya. Tekanan udara yang lebih akan menyebabkan gesekan telapak ban dan permukaan jalan hanya terjadi pada permukaan tengah telapak ban, sehingga umur ban menjadi lebih pendek dari yang seharusnya.

Tekanan Udara yang sesuai dengan beban akan menyebabkan telapak ban yang bergesek dengan permukaan jalan menjadi lebih merata pada semua bagian, sehingga memaksimalkan umur pemakaian ban.

2.1.2.2 Daya Tahan Terhadap Kerusakan Yang Lebih Lama

Tekanan udara yang tidak sesuai dengan beban akan menyebabkan kerusakan pada ban, antara lain:

- 1) Retak pada alur telapak ban
- 2) Retak pada dinding samping ban
- 3) Lepas lapisan karena panas
- 4) Telapak ban aus tidak merata

2.1.3 Manfaat Kenyamanan

Tekanan udara yang sesuai, akan menyebabkan keausan tidak merata pada telapak ban, sehingga akan menyebabkan:

- 1) Suara mendengung pada telapak ban jika ban kekurangan tekanan udara.
- 2) Getaran kendaraan yang berlebihan jika ban kelebihan tekanan udara.

2.2 Mikrokontroller AT89S51

Perbedaan mendasar antara mikrokontroller dan mikroprosesor adalah mikrokontroller selain memiliki CPU juga dilengkapi dengan memori I/O yang merupakan kelengkapan sebagai suatu sistem minimum mikrokomputer sehingga mikrokontroller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keeping tunggal (*single chip mikrokomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Mikrokontroller AT89S51 adalah mikrokontroller ATMEL kompetibel penuh dengan keluarga MCS-51, dengan supply daya rendah, memiliki performance yang tinggi, dan merupakan mikrokontroller 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EPROM (*Enable and Programmable*

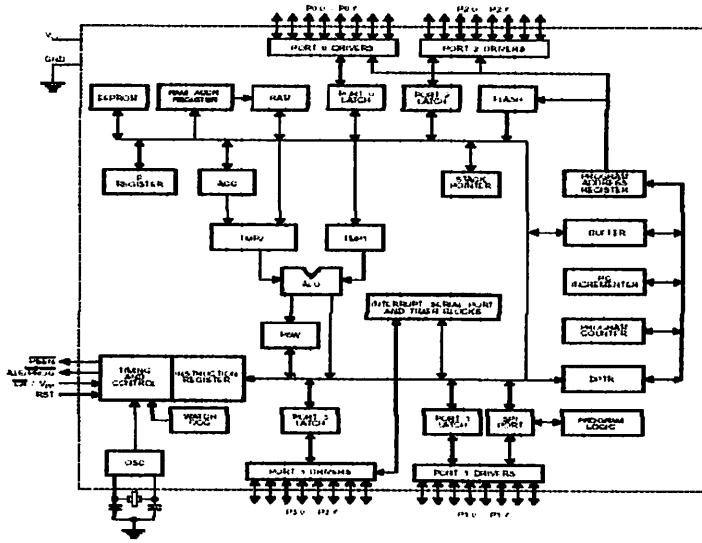
Read Only Memory) dan 128 Byte RAM internal. Program memori dapat diprogram ulang dalam sistem atau dengan menggunakan *Programmer Nonvolatily Memory Convensional*.

Dalam sistem mikrokontroller terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat keras dan perangkat lunak yang keduanya saling terkait dan mendukung.

2.2.1. Perangkat keras mikrokontroller AT89S51

Secara umum Mikrokontroller AT89S51 memiliki :

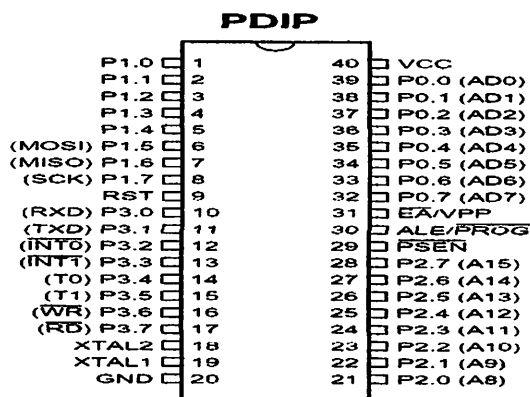
- @ Cpu 8 bit termasuk keluarga MCS – 51
- @ 16 bit *program counter* (PC) dan *data pointer* (DPTR)
- @ 8 bit *program status word* (PSW)
- @ 8 bit *stack pointer* (SP)
- @ 4 Bank register
- @ 128 byte Internal RAM
- @ 4 buah Port I/O, masing-masing terdiri atas 8 jalur I/O
- @ 2 Timer / counter 16 bit
- @ 1 *Serial Port Full Duplex*
- @ Control register, yaitu : TCON< TMOD< CSON< PCON< IP< dan IE
- @ 5 buah sumber interrupt (2 buah sumber interrupt external dan 3 buah sumber interrupt internal)
- @ Osilator dan Clock Internal



Gambar 2.1 Block Diagram Mikrokontroler AT89S51

2.2.2. Konfigurasi Pena-Pena Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 2.2 Konfigurasi Pena-pena AT89S51

Fungsi tiap-tiap pin-nya adalah sebagai berikut :

@ VCC (Supply tegangan), pin 40

@ GND (Ground), pin 20

@ Port 0, pina 32 – 39

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

@ Port 1, pin 1 – 8

Merupakan port I/O dengan dua arah dan dengan internal Pull-Up. Ketika diberikan logika 1 pin ini akan di Pull Up secara internal sehingga dapat digunakan sebagai input. Sebagai inputan pin – pin ini di hubungkan ke ground maka masing-masing pin ini dapat menghantarkan arus karena di Pull High secara internal. Port 1 juga menerima Low Order adder bytes selama melakukan verifikasi program.

Pada port I di AT89S51 pin ini mempunyai alternatif seperti pada tabel berikut ini ;

Tabel 2.3 Fungsi Khusus pada Port 1

Port pin	Alternate Funtions
P1.5	MOSI (Master Output Slave input)
P1.6	MISO (Master Input Slave Output)
P1.7	SCK (Serial Clock)

@ Port 2, pin 21 – 28

Merupakan port I/O Bi-directional yang dilengkapi dengan internal Pull-Up. Mengeluarkan alamat tinggi selama pengambilan program memory external. Ini menggunakan perintah dengan alamat 16 bit (misalnya MOVX @ DPTR).

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

@ Port 3, pin 10 – 17

Merupakan port I/O Bi-directional yang dilengkapi dengan Pull – Up. Jika diberikan logika “1” pada pin-pin port 3 maka masing-masing Pull Hig oleh Pull Up interternal sehingga dapat digunakan sebagai inputan, jika pin-pin port 3 dihubungkan ke gound, maka masing-masing pin akan memberikan arus karena di Pull High secara internal

Dan port 3 juga memiliki fungsi khusus dan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Fungsi Khusus pada Port 3

Nama Penyemat	Fungsi khusus
Port 3.0	RxD (Port masukan serial)
Port 3.1	TxD (Port keluaran serial)
Port 3.2	/INT0 (Masukan Interupsi Eksternal 0)
Port 3.3	/INT1 (Masukan Interupsi Eksternal 1)
Port 3.4	T0 (masukan pewaktu eksternal 0)
Port 3.5	T1 (masukan pewaktu eksternal 1)
Port 3.6	/WR (sinyal tulis memori data eksternal)
Port 3.7	/RD (sinyal baca memori data eksternal)

@ RST Reset, pin 9

Input Reset merupakan reset master untuk AT89S5. Inputan reset akan memberikan logika high "1" pada pin ini dengan jangka waktu yang ditentukan oleh lamanya pengosongan data muatan kapasitor. Jangka waktu minimal adalah 2 (dua) siklus mesin (24 priode frekuensi clock).

@ ALE / Prog (Address Lacth Enable), pin 30

Pulsa output ALE digunakan untuk proses-proses *'latching' byte address* rendah selama pengaksesan ke memori eksternal. Digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.

@ PSEN (Program Strobe Enable), pin 29

Merupakan sinyal baca ke program memory eksternal

@ EA / VPP (External Access Enable), pin 31

Dapat diberikan logika rendah (Ground) atau logika tinggi (+5V). Jika diberikan logika tinggi maka mikrokontroller akan mengakses program dari ROM internal (EEPROM/Flash Memory), dan jika diberikan logika rendah maka mikrokontroller akan mengakses program dari memory eksternal.

@ X – TAL 1 dan X – TAL 2, pin 19, 18

Pin ini dihubungkan dengan kristal / sumber osilator dari luar, dan bila menggunakan penguatan osilator internal. X–TAL 1 merupakan masukan ke penguatan osilator internal berpenguatan tinggi. Sedangkan X–TAL 2 adalah keluaran dari rangkaian penguatan osilator internal. Untuk keperluan ini diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30pF. Dan nilai dari X- TAL tersebut antara 4 – 24 Mhz.

Metode pengamatan

Byte Address	Alamat BIT	Bit Address						
7F	GENERAL PURPOSE RAM (RAM UNTUK SEGALA KEPERLUAN)							
30								
2F	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78
2E	77	76	75	74	73	72	71	70
2D	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68
2C	67	66	65	64	63	62	61	60
2B	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58
2A	57	56	55	54	53	52	51	50
29	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48
28	47	46	45	44	43	42	41	40
27	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38
26	37	36	35	34	33	32	31	30
25	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28
24	27	26	25	24	23	22	21	20
23	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18
22	17	16	15	14	13	12	11	10
21	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08
20	07	06	05	04	03	02	01	00
1F	REGISTER BANK 3							
18	REGISTER BANK 2							
17	REGISTER BANK 2							
10	REGISTER BANK 1							
0F	REGISTER BANK 1							
08	Default Register bank							
07	untuk R0-R7							
00	RAM							

Byte Address	Alamat BIT	Bit Address							
FF									
F0	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	B
E0	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	ACC
D0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	-	D0	PSW
B8	-	-	-	BC	BB	BA	B9	B8	IP
B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	P3
A8	AF	-	-	AC	AB	AA	A9	A8	IE
A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	P2
99	not bit addressable								SBUF
98	9F	9E	9D	9C	9B	9A	99	98	SCON
90	97	96	95	94	93	92	91	90	P1
8D	not bit addressable								TH1
8C	not bit addressable								TH0
8B	not bit addressable								TL1
8A	not bit addressable								TL0
89	not bit addressable								TMOD
88	8F	8E	8D	8C	8B	8A	89	88	TCON
87	not bit addressable								PCON
83	not bit addressable								DPH
82	not bit addressable								DPL
81	not bit addressable								SP
80	87	86	85	84	83	82	81	80	P0

Spesial Function Register

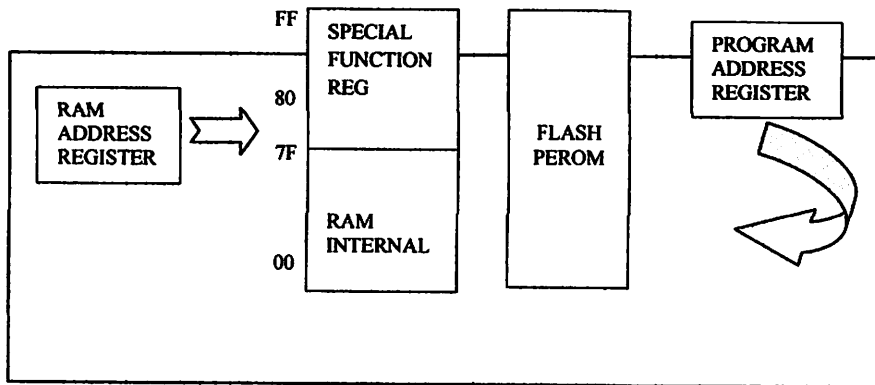
Gambar 2.3 Alamat RAM

2.2.3 Struktur Memory

2.2.3.1 Pemisahan Memory Program dan Data

AT89S51 mempunyai stuktur memori yang terdiri atas :

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



Gambar 2-4. Struktur Memori AT89S51

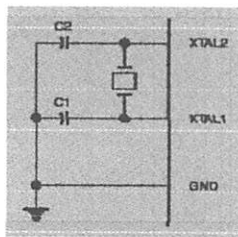
Sumber : www.atmel.com , AT89S51 Data Sheet

AT89S51 mempunyai struktur memori yang terpisah antara RAM Internal dan Flash PEROM nya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.7. RAM *Internal* dialamati oleh *RAM Address Register* (*Register Alamat RAM*) sedangkan *Flash PEROM* yang menyimpan perintah-perintah MCS-51 dialamti oleh *Program Adderss Register* (*Register Alamat Program*). Dengan adanya struktur memori yang terpisah tersebut, walaupun RAM Internal dan Flash PEROM

mempunyai alamat yang sama, yaitu alamat 00, namun secara fisiknya kedua memori tidak saling berhubungan.

2.2.3.2 Pewaktuan CPU

Mikrokontroler AT89S51 memiliki osilator internal (*on chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber *clock* bagi CPU. Untuk menggunakan osilator internal diperlukan sebuah kristal antara pena XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor ke *ground* seperti terlihat pada Gambar 2.8. Untuk kristalnya dapat digunakan frekuensi dari 6 sampai 12MHz, sedangkan untuk kapasitor dapat bernilai antara 27pF sampai 33pF.



Gambar 2-5. Rangkaian Osilator Internal.

Sumber : www.atmel.com , AT89S51 Data Sheet

2.2.3.3 Interupsi

Apabila CPU (*Central Processing Unit*) dalam mikrokontroler AT89S51 sedang melaksanakan suatu program, pelaksanaan program tersebut dapat dihentikan sementara dengan adanya permintaan layanan interupsi. Apabila CPU (*Central Processing Unit*) mendapat permintaan layanan interupsi, *program counter* (PC) akan diisi alamat vektor interupsi. CPU (*Central Processing Unit*) kemudian melaksanakan rutin pelayanan interupsi mulai alamat

tersebut. Bila rutin pelayanan interupsi selesai dilaksanakan, CPU(*Central Processing Unit*) AT89S51 kembali ke pelaksanaan program utama yang ditinggalkan.

Dalam mikrokontroler AT89S51 terdapat beberapa saluran interupsi. Interupsi AT89S51 dibedakan dalam 2 jenis, yaitu:

1. Interupsi yang tak dapat dihalangi oleh perangkat lunak (*non maskable interrupt*), misalnya *reset*.
2. Interupsi yang dapat dihalangi oleh perangkat lunak (*maskable interrupt*). Contoh interupsi jenis ini adalah $\overline{INT_0}$ dan $\overline{INT_1}$ (eksternal) serta *Timer/counter 0*, *Timer/counter 1*, dan interupsi *port serial* (internal).

Instruksi RETI (*return from interrupt routine*) harus digunakan untuk kembali dari layanan rutin interupsi. Instruksi ini dipakai agar saluran interupsi kembali dapat dipakai. Alamat awal layanan rutin interupsi setiap sumber interupsi diperlihatkan dalam Tabel 2-1.

Tabel 2-5. Alamat layanan rutin interupsi

Nama	Lokasi	Alat interupsi
Reset	00H	<i>Power on reset</i>
$\overline{INT_0}$	03H	$\overline{INT_0}$
<i>Timer 0</i>	0BH	<i>Timer 0</i>
$\overline{INT_1}$	13H	$\overline{INT_1}$
<i>Timer 1</i>	1BH	<i>Timer 1</i>
Sint	23H	Port I/O serial

Mikrokontroler AT89S51 menyediakan 5 sumber interupsi: 2 interupsi eksternal, 2 interupsi *timer*, dan satu interupsi *port* serial. Interupsi eksternal \overline{INT}_0 dan \overline{INT}_1 masing-masing dapat diaktifkan berdasarkan level atau transisi, tergantung bit IT0 dan IT1 dalam TCON. Flag yang menghasilkan interupsi ini adalah bit dalam IE0 dan IE1 dalam TCON.

Interupsi *Timer 0* dan *Timer 1* dihasilkan oleh TF0 dan TF1. Interupsi *port* serial dihasilkan oleh logika OR dari R1 dan T1.

Ada dua buah register yang mengontrol interupsi, yaitu IE (*interrupt enable*) dan IP (*interrupt priority*). Mikrokontroler AT89S51 tidak akan menanggapi permintaan interupsi jika suatu instruksi belum dilaksanakan secara lengkap.

2.2.3.4 Interrupt Enable

Setiap sumber interupsi dapat diaktifkan maupun dilumpuhkan secara individual dengan mengatur satu bit di SFR yang bernama IE (*interrupt enable*). Masing-masing simbol, posisi, fungsi IE dijelaskan dalam Tabel 2-6 Bit-bit IE didefinisikan sebagai berikut:

MSB								LSB	
EA	—	—	ES	ET1	EX1	ET0	EX0		

Tabel 2-7. Interrupt Enable

Simbol	Posisi	Fungsi
EA	IE.7	Melumpuhkan semua interupsi. Jika EA=0 tidak ada interupsi yang akan dilayani. Jika EA=1 setiap sumber interupsi dapat dijalankan atau dilumpuhkan secara individual.
—	IE.6	Kosong
—	IE.5	Kosong
ES	IE.4	Bit pembuat <i>enable port serial</i>
ET1	IE.3	Bit pembuat <i>enable timer 1</i>
EX1	IE.2	Bit pembuat <i>enable /INT 1</i>
ET0	IE.1	Bit pembuat <i>enable timer 0</i>
EX0	IE.0	Bit pembuat <i>enable /INT 0</i>

Misalnya jika akan mengaktifkan interupsi 0 ($\overline{INT_0}$), logika 1 diberikan pada EA dan

EX0, sehingga keduanya menjadi aktif dan mengaktifkan $\overline{INT_0}$.

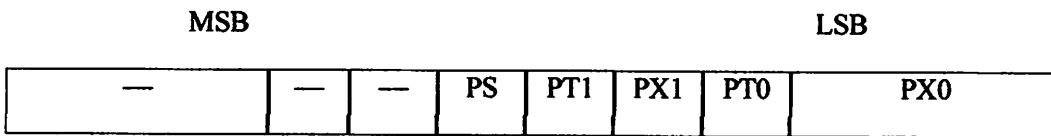
2.2.3.5 Interrupt Priority

Setiap sumber interupsi dapat diprogram secara individual (sendiri-sendiri) menjadi satu atau dua tingkat prioritas dengan mengatur bit pada SFR (*Special Function Register*) yang bernama IP (*interrupt priority*). Interupsi dengan prioritas rendah (*low priority*) dapat diinterupsi oleh interupsi yang memiliki prioritas lebih tinggi (*high priority*), tetapi tidak dapat diinterupsi oleh interupsi yang memiliki prioritas lebih rendah. Interupsi yang memiliki prioritas tertinggi tidak dapat diinterupsi oleh sumber interupsi yang lainnya.

Jika dua permintaan interupsi dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan, permintaan interupsi dengan prioritas tertinggi yang akan dilayani. Jika permintaan

interupsi dengan prioritas yang sama diterima secara bersamaan, akan dilakukan *polling* untuk menentukan mana yang akan dilayani.

Masing-masing simbol, posisi, fungsi IP dijelaskan dalam Tabel 2-8. Bit-bit pada IP adalah sebagai berikut:



Tabel 2-8. Interrupt Priority

Simbol	Posisi	Fungsi
—	IP.7	Kosong
—	IP.6	Kosong
—	IP.5	Kosong
PS	IP.4	Bit prioritas interupsi port serial
PT1	IP.3	Bit prioritas interupsi <i>timer</i> 1
PX1	IP.2	Bit prioritas interupsi /INT 1
PT0	IP.1	Bit prioritas interupsi <i>timer</i> 0
PX0	IP.0	Bit prioritas interupsi /INT 0

2.2.3.6 Special Function Register

SFR (*Special Function Register*) berisi register-register dengan fungsi tertentu. Beberapa fungsi SFR yang penting yaitu:

- *Accumulator* (ACC) merupakan register yang penting dalam operasi penambahan dan pengurangan,

- Register B merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan operasi pembagian.
- *Program Status Word* (PSW) berisi beberapa bit status yang menggambarkan keadaan CPU pada saat itu. PSW terdiri atas bit *carry*, *auxiliary carry*, dua bit pemilih bank, bendera *overflow*, bit paritas dan dua bendera yang dapat didefinisikan sendiri oleh pemakai.

Stack Pointer (SP) merupakan register 8 bit. Register SP digunakan dalam proses simpan dan ambil dari atau ke *stack*, dan dapat diletakkan pada alamat manapun pada RAM internal. Isi register ini ditambah sebelum data disimpan, menggunakan instruksi *PUSH* dan *CALL*. Walaupun *stack* bisa menempati lokasi dimana saja dalam RAM (*Random Acces Memory*), namun setelah adanya *reset*, register SP akan selalu diinisialisasikan pada alamat 07h, sehingga *stack* akan dimulai pada lokasi 08h. Sedangkan untuk pengurangan isi register SP menggunakan instruksi *POP*, yaitu untuk mentransfer data dari areal *stack* yang ditunjukkan oleh *Stack Pointer* ke operand tujuan sehingga menyebabkan *Stack Pointer* berkurang. Selanjutnya instruksi *RET* akan mengembalikan proses pelaksanaan program ke program utama dengan cara mengambil isi *stack* yang disimpan pada saat instruksi *CALL*, dan selanjutnya dimasukkan ke dalam PC (*Program Counter*). Masing-masing register ditunjukkan dalam Tabel 2.9 yang meliputi simbol, nama, dan alamat, serta keadaannya dalam nilai biner pada saat terjadi *power-on reset*.

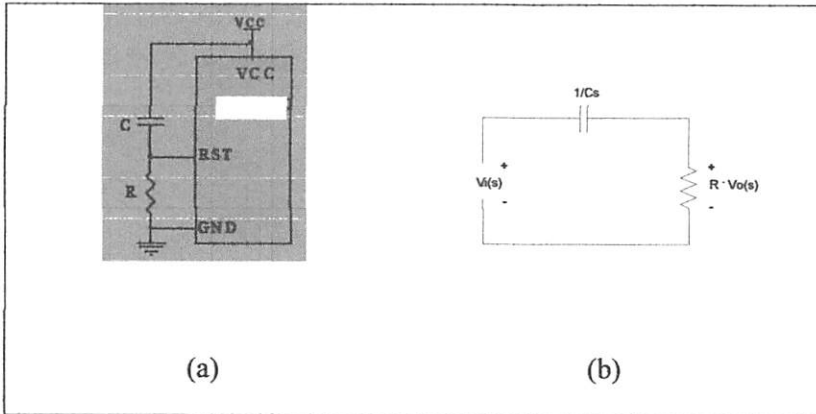
Tabel 2-9. Special Function Register

Simbol	Nama	Alamat	Power-on Reset
ACC	Akumulator	E0h	0000 0000
B	Register B	F0h	0000 0000
PSW	Program Status Word	D0h	0000 0000
SP	Stack Pointer	81h	0000 0111
DPTR	Data Pointer 16 bit		
DPL	Data Pointer byte rendah	82h	0000 0000
DPH	Data Pointer byte tinggi	83h	0000 0000
P0	Port 0	80h	1111 1111
P1	Port 1	90h	1111 1111
P2	Port 2	A0h	1111 1111
P3	Port 3	B0h	1111 1111
IP	Interrupt Priority Control	B8h	xxx0 0000
IE	Interrupt Enable Control	A8h	0xx0 0000
TMOD	Timer/counter Mode Control	89h	0000 0000
TCON	Timer/counter Control	88h	0000 0000
TH0	Timer/counter 0 high byte	8Ch	0000 0000
TL0	Timer/counter 0 low byte	8Ah	0000 0000
TH1	Timer/counter 1 high byte	8Dh	0000 0000
TL1	Timer/counter 0 low byte	8Bh	0000 0000
SCON	Serial Control	98h	0000 0000
SBUF	Serial Data Buffer	99h	xxxx xxxx
PCON	Power Control	87h	0xxx xxxx

- *Data pointer* (DPTR) terdiri dari dua register, yaitu untuk *byte* rendah (*Data Pointer Low/DPL*) dan untuk *byte* tinggi (*Data Pointer High/DPH*). Fungsinya adalah untuk menahan alamat 16 bit. DPTR dapat dimanipulasi sebagai register 16 bit atau sebagai dua buah register 8 bit.
- *Port* 0 sampai *port* 3 merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada *port* 0, 1, 2, dan 3. Masing-masing register ini dapat dialamti secara per-bit maupun per-*byte*.
- *Control register*, terdiri atas register yang mempunyai fungsi kontrol untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol pelayanan *timer/control* terdapat register khusus yaitu register TMOD (*Timer/Counter Mode Control*) dan register TCON (*Timer/counter Control*), serta untuk pelayanan *port* serial menggunakan register SCON (*serial port control*).

2.2.3.7 Reset

Rangkaian *power on reset* diperlukan untuk mereset mikrokontroler secara otomatis setiap catu daya *on*. Gambar 2.6 menunjukkan rangkaian *power on reset*. Ketika catu daya diaktifkan, rangkaian *reset* menahan logika tinggi pin RST dengan jangka waktu yang ditentukan oleh besarnya pengisian muatan C, yang mana nilai jangka waktunya dihitung dengan persamaan berikut.



Gambar 2-6. (a) Rangkaian *Power On Reset*
 (b) Rangkaian ekivalen *Power On Reset*

Rangkaian ekivalen seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.9 (b) didapatkan bahwa :

$$V_o(s) = \frac{R}{R + \frac{1}{Cs}} \cdot V_i(s) = \frac{RCs}{RCs + 1} \cdot V_i(s) \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan tegangan V_i adalah tegangan V_{CC} yaitu 5V, dalam fungsi *Laplace* adalah $5/s$, sehingga :

$$V_o = \frac{RCs}{RCs + 1} \cdot \frac{5}{s} = \frac{RC}{RCs + 1} \cdot 5 = 5 \cdot \left(\frac{1}{s + \frac{1}{RC}} \right)$$

$$V_o = 5 \cdot e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\frac{5}{V_o(t)} = e^{\frac{t}{RC}}$$

$$\ln\left(\frac{5}{V_o}\right) = \frac{t}{RC}$$

Maka,

$$t = R \cdot C \cdot \left(\ln \frac{5}{V_o} \right) \quad \text{atau}; \quad t = R \cdot C \cdot \frac{\left(\log \frac{5}{V_o} \right)}{\log e} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan nilai V_o adalah tegangan logika nominal yang diijinkan oleh pin RST (Atmel, 1997: 20), dimana:

$$V_o = 0,7 \times VCC = 0,7 \times 5 \text{ volt} = 3,5 \text{ volt.}$$

Maka,

$$t = R \cdot C \cdot \frac{\left(\log \frac{5}{3,5} \right)}{\log e}, \text{ sehingga}$$

$$t = 0,357 \cdot R \cdot C \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan R berkisar antara $50 \text{ k}\Omega$ sampai $300\text{k}\Omega$ (AT89S51 *Data Sheets*: 20).

2.3 Dasar Teori Pengukuran Tekanan

Fluida adalah benda atau zat yang mempunyai kemampuan untuk dapat mengalir. Fluida terdiri dari cairan dan gas, cairan adalah salah satu jenis dari fluida yang mempunyai kerapatan mendekati zat padat tetapi selalu mengikuti bentuk wadahnya dan mempunyai permukaan yang selalu mendatar. Sedangkan gas merupakan fluida yang kerapatannya sangat kecil dan siap mengalami tekanan dan selalu memenuhi ruangan wadahnya (contoh: udara). Disinipun, perbedaan antara keduanya bersifat teknis, yaitu bersangkutan dengan akibat gaya kohesif. Karena terdiri dari molekul-molekul atom yang rapat dengan gaya kohesif yang relative kuat, cairan cenderung mempertahankan volumenya dan akan membentuk permukaan bebas dalam

medan gravitasi, jika tidak terkungkung dari atas. Karena jarak antara molekul-molekulnya besar dan gaya kohesifnya terabaikan, gas (misalnya: udara) akan memuai dengan bebas sampai tertahan oleh dinding yang mengungkungnya. Volume gas tidak tertentu, tanpa wadah yang mengungkungnya gas itu akan membentuk atmosfer yang pada hakekatnya bersifat hidrostatik.

Tekanan adalah gaya tiap satuan luas yang dihasilkan oleh gas, cairan, atau benda padat. Tekanan dapat diukur sebagai tekanan absolute, tekanan terukur, tekanan diferensial. Tekanan absolute adalah tekanan total yang dihasilkan medium, sedangkan tekanan diferensial adalah beda antara dua tekanan. Tekanan terukur adalah tipe khusus dari tekanan diferensial yang dinyatakan sebagai berikut:

$$P_g = P_a - P_s$$

dimana : P_g = Tekanan terukur

P_a = Tekanan absolute

P_s = Tekanan atmosfer

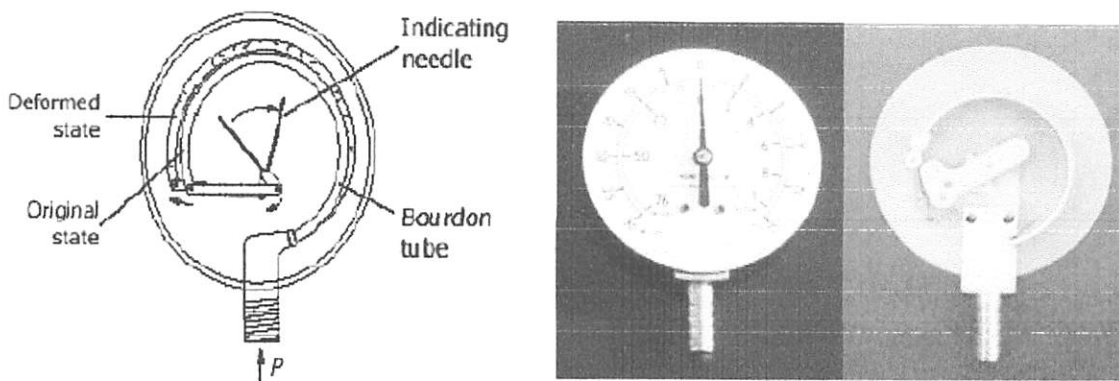
Satuan hampa dilain pihak didefinisikan sebagai ruang gas yang tekanannya kurang dari tekanan atmosfer. Tekanan dalam ruang hampa ini merupakan sejenis tekanan diferensial.

Pengukuran tekanan memiliki banyak piranti atau alat ukur dapat mengukur tekanan baik dalam keadaan static maupun dialiran. Dalam mengukur tekanan memiliki berbagai metode:

1. Keseimbangan tekanan pada neraca
2. Tinggi lajur cairan
3. Pengukuran pergeseran secara langsung dan tidak langsung

2.4 Metode Pengukuran Tekanan

Pada skripsi ini pengukuran tekanan menggunakan pengukuran pergeseran secara langsung dengan bourdon sebagai alat ukurnya. Prinsip kerjanya tabung cenderung untuk menjadi rata (karena sifat elastis) kalau tekanan di dalam diberikan, ini ditunjukkan gambar 2-7



Gambar 2-7

Piranti Tabung *Bourdon* Untuk Mengukur Tekanan Tinggi Secara Mekanis

Hal ini mengakibatkan gerakan sambungan yang sebanding. Suatu keuntungan dari elemen spiral dan elemen skrup (helix) dibandingkan dari jenis C adalah *yare* mampu memberikan gerakan jarum penunjuk yang cukup tanpa menggunakan rangkaian gigi-gigi. Pengukuran bourdon secara komersial tersedia berbagai batas harga. Dalam memiliki salah satu dari batas harga, harus 50 persen lebih besar dari tekanan yang diharapkan. Penyebab yang paling umum dari kesalahan pengukuran bourdon adalah fluktuasi yang tidak meredam cepat yang mengauskan bagian-bagian sambungan. Agar dapat mengukur tekanan absolute wadah atau tabungnya seluruhnya dibuat hampa atau disegel.

1. Elemen Diafragma

Diafragma yang digunakan untuk mengukur tekanan dapat berupa bahan metalik atau non metalik, datar atau bergelombang menurut yang diisyaratkan. Agar dapat mengukur tekanan rendah beberapa centimeter atau untuk mengukur hampa, diafragma non logam yang bergelombang lebih cocok dibandingkan diafragma lain. Namun diafragma bergelombang digunakan dengan diameter yang lebih besar daripada diafragma datar dan dengan demikian menghasilkan defleksi linier yang lebih besar pada tegangan rendah. Defleksi ini dapat diukur dengan setiap transduser pengukur atau dengan pengukur regangan. Kalau dua lembaran bergelombang dihubungkan pada ujung-ujung luarnya dan dihampakan, pengukur (kapsul ini mempunyai hubungan mekanis ke skala lewat sambungan) ini dinamakan barometer aneroid.

2. Elemen Pengembus (Bellows)

Penghembus logam dibuat dari atabung tipis tanpa kelingan yang dimasukkan kedalam elemen yang dapat dibengkokkan dan dikembangkan yang bergerak menurut arah sumbu (aksial). Klep thermostat dari sistem pendingin otomatis merupakan contoh yang baik dari alat ukur yang mengikuti aturan satuan penghembus. Keuntungan dasar dari penggunaan penghembus dibandingkan dengan diafragma atau tabung bourdon adalah bahwa alat ini dapat mengembangkan gaya yang lebih besar untuk mengoperasikan sambungan dalam pengukur mekanis atau dalam transducer tekanan listrik. Histerisis dan geseran nol merupakan masalah yang sering dijumpai dalam menggunakan elemen ini dibandingkan dengan elemen lain.

Penghembus dapat digunakan untuk mengukur tekanan terukur, absolute dan deferensial. Untuk mengukur tekanan absolute, penghembus dimasukkan ke dalam ruangan hampa. Jadi, susunan ini hanya mempunyai tekanan pada satu sisi saja dan dapat mengukur tekanan absolute. Untuk pengukuran tekanan diferensial, prinsip alat ukur lonceng dan air. Dalam kenyataannya, pengukuran tekanan absolute dapat dianggap sebagai pengukuran diferensial dengan tekanan pada sisi rendah turun hingga nol. Bahan yang digunakan untuk membuat penghembus adalah baja tahan karat, kuningan, fosfer, perunggu, monel, atau tembaga beryllium.

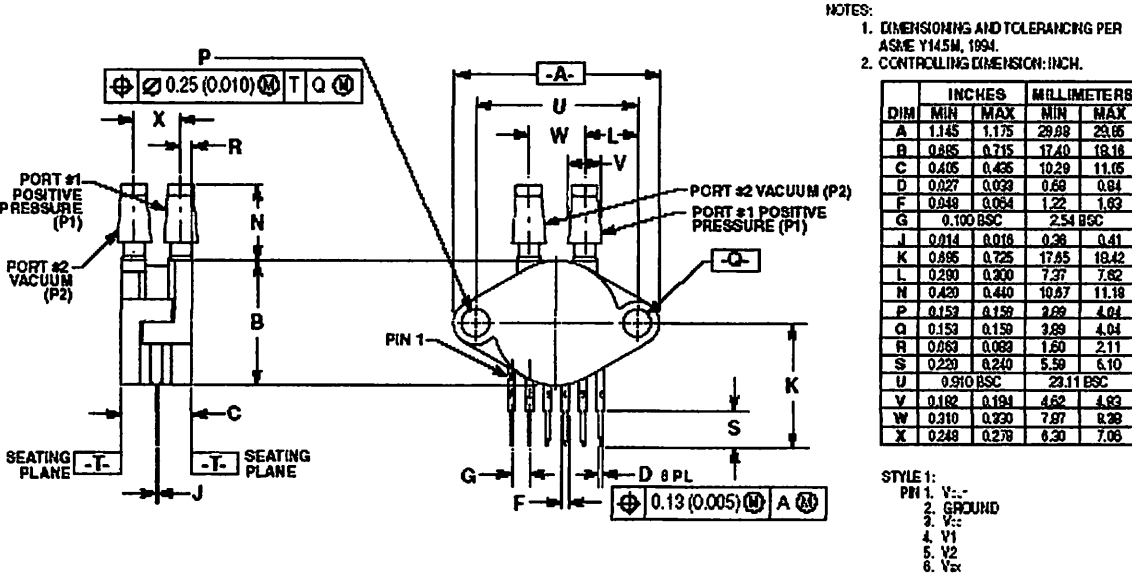
2.5 *SENSOR PRESURRE MPX5700*

MPX5700 digunakan pada sistem elektrik pengukuran tekanan angin atau gas. adalah suatu alat tranduser yang menghasilkan output yang proporsional dengan tekanan atau gaya yang diberikan / diaplikasikan. *MPX5700* dapat memberikan pengukuran yang akurat dari gaya dan tekanan. *MPX5700* digunakan untuk mengkonversi tekanan pada alur gas ke tahanan variabel (*variable resistance*).

Konfigurasi dari *MPX5700* memungkinkan untuk menghasilkan output yang berupa tegangan tingkat rendah (*low-level voltage*) yang nilainya 5 volt DC pada nilai tegangan input (yang dipertahankan pada level yang konstan dan stabil) dan besarnya regangan atau beban yang diberikan pada *MPX5700*. Pada kondisi beban penuh, nilai nominal tegangan output dengan menggunakan input tegangan bernilai 5 volt DC adalah berkisar antara 20 mV sampai 30 mV. Jenis *MPX5700* yang akan digunakan tergantung dari rancangan mekanis, beban maksimum dan efek samping pembebanan. *MPX5700* yang diberi perlindungan terhadap factor - faktor

lingkungan memakai beberapa jenis *potting material*, yang biasanya berupa material jenis silikon yang fleksibel dan perlindungan anti – air dan anti korosi.

MPX5700 umumnya digunakan pada skala tipe *platform*. Pada dasarnya *cell* diapit oleh dua lempengan stenles steel. dipasangkan dengan lempengan atas dan bawah. Ukuran nominal dari lempengan tersebut berkisar dari 10 inci persegi untuk kapasitas ringan, dan sampai 28 inci persegi untuk *cell* yang berkapasitas lebih besar. Dikarenakan efek *side loading* telah dapat dihilangkan, kurang lebih 25% dari kapasitas dapat ditempatkan pada ujung luar dari lempengan.



Gambar 2.8 *MPX5700*

2.5.1 Cara Kerja *MPX 5700*

MPX5700 dikelompokkan sebagai transduser gaya (*force transduser*). Alat ini mengubah gaya atau beban/beban menjadi sinyal elektrik. *Strain gage* adalah bagian utama dari *MPX5700*. *Strain gage* adalah sebuah alat yang memiliki nilai tahanan yang dapat berubah apabila alat mengalami penekanan.

Gage - gage terbuat dari lembaran logam yang sangat tipis yang sudah mengalami pengerjaan panas dan terikat secara kimia pada sebuah lapisan dielektrik yang tipis. Lalu "*gage patches*" tersebut dipasang atau diletakkan pada elemen regang (*strain element*) dengan alat perekat yang telah diformulasikan secara khusus. Posisi yang sesuai dari *gage*, prosedur pemasangan (*mounting procedure*) dan material yang digunakan semuanya memiliki efek yang dapat diukur pada unjuk kerja keseluruhan dari *load cell*.

Setiap *gage patch* terdiri dari satu atau lebih kabel, baik yang terikat pada permukaan batang penahan (*beam*), cincin (*ring*), atau elemen regang atau strain element (*column*) di dalam *load cell*. Pada saat permukaan dimana *gage* melekat mulai meregang, kawat pada *strain gage* memanjang atau memendek sehingga timbul perubahan nilai tahanan yang sesuai atau proporsional dengan beban yang timbul atau beban yang diberikan. Satu atau lebih *strain gage* digunakan dalam pembuatan *load cell*.

Strain gage dalam jumlah banyak disambungkan untuk menciptakan keempat kaki dari konfigurasi jembatan *wheatstone*. Ketika voltase input dikenakan pada jembatan, timbul tegangan output yang proporsional atau sesuai dengan beban yang ditimbulkan atau diberikan. Output ini dapat diperkuat dan diproses dengan menggunakan peralatan-peralatan elektrik konvensional.

2.6 Analog To Digital Converter (ADC) 0804

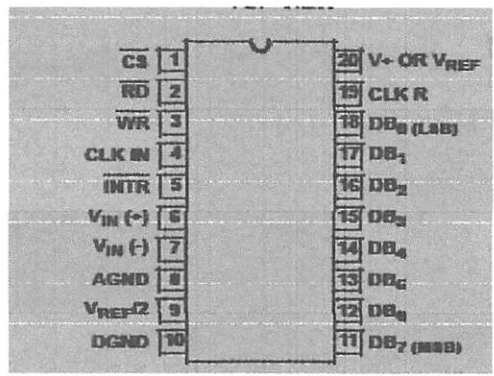
Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal - sinyal digital. IC ADC 0804 dianggap dapat memenuhi kebutuhan dari rangkaian yang akan dibuat. IC jenis ini bekerja secara cermat dengan menambahkan sedikit komponen sesuai dengan spesifikasi yang harus diberikan dan dapat

mengkonversikan secara cepat suatu masukan tegangan. Hal-hal yang juga perlu diperhatikan dalam penggunaan ADC ini adalah tegangan maksimum yang dapat dikonversikan oleh ADC dari rangkaian pengkondisi sinyal, resolusi, pewaktu eksternal ADC, tipe keluaran, ketepatan dan waktu konversinya.

Beberapa karakteristik penting ADC :

1. Waktu konversi
2. Resolusi
3. Ketidaklinieran
4. Akurasi

Dalam pembuatan alat ini digunakan ADC jenis 0804 yang mempunyai 8 bit channel multiplekser dan menggunakan metode pendekatan successive approximation register (SAR). Waktu konversi (conversion time) ADC ini adalah 100 μ s dengan rentangan input sebesar 0 sampai dengan 5 V dan supply tegangan sebesar 5 V.



Gambar 2.9. Konfigurasi Kaki ADC 0804

2.7 Liquid Crystal Display (LCD) M1632

Liquid Crystal Display adalah modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah controller CMOS didalamnya. Controller tersebut sebagai pembangkit ROM/RAM dan *display* data RAM. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu instruksi modul LCD dapat dengan mudah diantar mukakan dengan MPU.

Spesifikasi dari LCD M1632:

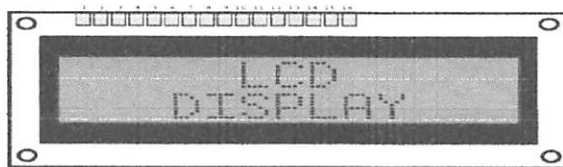
- Terdiri dari 32 karakter yang dibagi menjadi 2 baris dengan tampilan dot matrik 5 X 7 ditambah cursor.
- Karakter generator ROM dengan 192 karakter.
- Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter.
- 80 x 8 bit display data RAM .
- Dapat diantar mukakan dengan MPU 8 atau 4 bit.
- Dilengkapi fungsi tambahan : Display clear, cursor home, display ON/OFF, cursor ON/OFF, display character blink, cursor shift dan display shift.
- Internal data.
- Internal otomatis dan *reset* pada *power* ON.
- +5 V *power supply* tunggal.

Kontrol LCD mempunyai 2 *register* 8 bit yaitu *Instruction register* (IR) dan *Data Register* (DR). Kedua *register* tersebut dipilih melalui *Register Select* (RS). IR menyimpan kode instruksi seperti *display clear* dan *cursor shift*, dan alamat informasi dari *Display Data RAM* (DDRAM) dan *Character Generator RAM* (CG RAM)

DR menyimpan data sementara untuk ditulis ke DDRAM atau CGRAM, atau dibaca dari DD RAM atau CG RAM. Ketika data ditulis ke DDRAM atau CGRAM dari MPU, data di DR secara otomatis ditulis ke DDRAM atau CGRAM dengan operasi internal. Tetapi ketika data dibaca dari DDRAM atau CGRAM maka alamat data ditulis pada IR. Data tersebut akan dimasukkan ke DR dan MPU akan membaca data dari DR, Setelah operasi pembacaan, alamat berikutnya diset data dari DDRAM atau CGRAM pada alamat tersebut akan dimasukkan ke DR untuk operasi berikutnya.

Display Data RAM (DDRAM) mempunyai kapasitas area 80 X 8 bit. Beberapa area dari DDRAM yang tidak digunakan untuk *display* dapat digunakan sebagai *General Data RAM*.

Pada LCD masing-masing pin mempunyai range alamat tersendiri, alamat itu diekspresikan dengan bilangan heksa. Untuk line 1 range alamat berkisar antara 00h-0Fh sedangkan untuk line 2 alamat berkisar antara 40h-4fh.



Gambar 2-10. LCD Tipe M1632

Sumber : LCD Manual Book

Tabel 2-10. Fungsi Pin – Pin LCD

Nama Pin	Jumlah	I/O	Tujuan	Fungsi
DB0-DB3	4	I/O	MPU	Tri state bidirectional lower data bus: data dibaca dari modul ke MPU atau dari MPU ditulis ke modul melalui bus
DB4-DB7	4	I/O	MPU	Tri state bidirectional upper four data bus: data dibaca dari modul ke MPU atau dari MPU ditulis ke modul melalui bus
E	1	Input	MPU	Sinyal operasi dimulai: sinyal aktif baca/tulis
R/W	1	Input	MPU	Sinyal pilih data dan tulis (0:tulis,1:baca)
RS	1	-	Power supply	Sinyal pilih register : 0 : Instruction register (write) Busy flag dan address counter (read) 1 : Data register (write dan read)
Con.	1	-	Power supply	Penyetelan kontras pada tampilan LCD
Vdd	1	-	Power supply	+ 5V
Vss	1	-	Power supply	Ground 0V

Sumber : LCD Module User Manual, Data Sheet

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

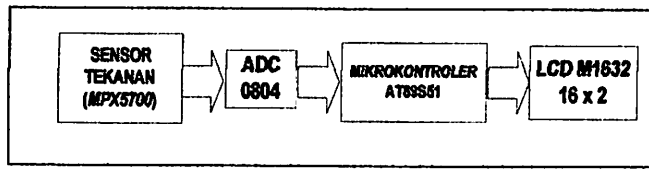
3.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas perancangan dan pembuatan alat. Pembahasan akan dilakukan pada setiap blok rangkaian, cara kerja masing-masing blok rangkaian, perhitungan dan fungsi masing-masing blok rangkaian tersebut. Secara garis besar terdapat dua bagian perangkat yang ada yaitu :

- ❖ Perancangan perangkat keras (*Hardware*)
- ❖ Perancangan perangkat lunak (*Software*)

Pada perancangan perangkat keras akan meliputi *peripheral* yang digunakan pada sistem ini. Pada perancangan lunak akan meliputi diagram alir secara umum. Akan tetapi kedua perangkat ini dalam kerjanya akan saling menunjang satu sama lain.

Untuk mendeskripsikan keseluruhan unit dan hubungan tiap unit yang menyusun alat ukur tekanan udara pada ban kendaraan bermotor secara digital dengan tampilan LCD berbasis mikrokontroler AT89S51 ini, maka dapat dilihat pada blok diagram yang ditunjukkan pada gambar 3-1.



Gambar 3-1

Diagram Blok Rangkaian

Keterangan:

1. Sensor Tekanan MPX5700

Tranducer yang digunakan adalah sensor tekanan *MPX5700*. Dimana Sensor tekanan tersebut sebagai pendeteksi adanya perubahan tekanan angin pada ban kendaraan bermotor.

2. ADC (*Analog To Digital Converter*)

Digunakan untuk mengubah sinyal-sinyal keluaran analog dari tranducer kedalam bentuk sinyal digital ekuivalennya. Dalam hal ini ADC yang digunakan adalah ADC 0804.

3. Mikrokontroller

Digunakan untuk mengolah data yang diterima, mengontrol dan mengendalikan rangkaian-rangkaian yang dihubungkan dengan mikrokontroller. Didalam perancangan ini digunakan IC Mikrokontroller AT89S51.

4. Unit Penampilan LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) akan menampilkan hasil pengolahan data dari mikrokontroler AT89S51 yaitu berupa besaran tekanan udara dengan satuan psi. Didalam perancangan ini digunakan LCD Dot matrik 2 x 16 karakter (M1632).

3.1.1 Prinsip Kerja Alat

Alat ukur tekanan udara pada ban menggunakan sensor tekanan atau bisa disebut sensor *MPX5700*. Selain menggunakan sensor *MPX5700* pada skripsi ini juga menggunakan penunjuk tekanan berupa *bourdon*. Media ini merupakan bagian dari alat penunjuk tekanan (*Pressure Gauge*) pada kompresor. Jadi prinsip kerja dari sensor *MPX5700 (pressure gauge)* ini, yaitu apabila ada tekanan udara yang masuk maka lengan bergerak *bourdon* akan merenggang ke atas. Hal ini disebabkan adanya tekanan udara yang menggerakkan lengan bergerak *bourdon*. Pergerakan lengan bergerak tersebut menyebabkan sensor tekanan *MPX5700* merenggang mengikuti regangan *bourdon*. Dari peregangan *MPX5700* maka akan mengakibatkan perubahan resistansi.

Perubahan resistansi yang terjadi sehingga menghasilkan tegangan yang merupakan keluaran dari sensor *MPX5700* yang kemudian diubah menjadi sinyal digital melalui ADC (*Analog to Digital Converter*). Kemudian sinyal diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan ke LCD (*Liquid Cristal Display*) sebagai hasil yang telah diukur.

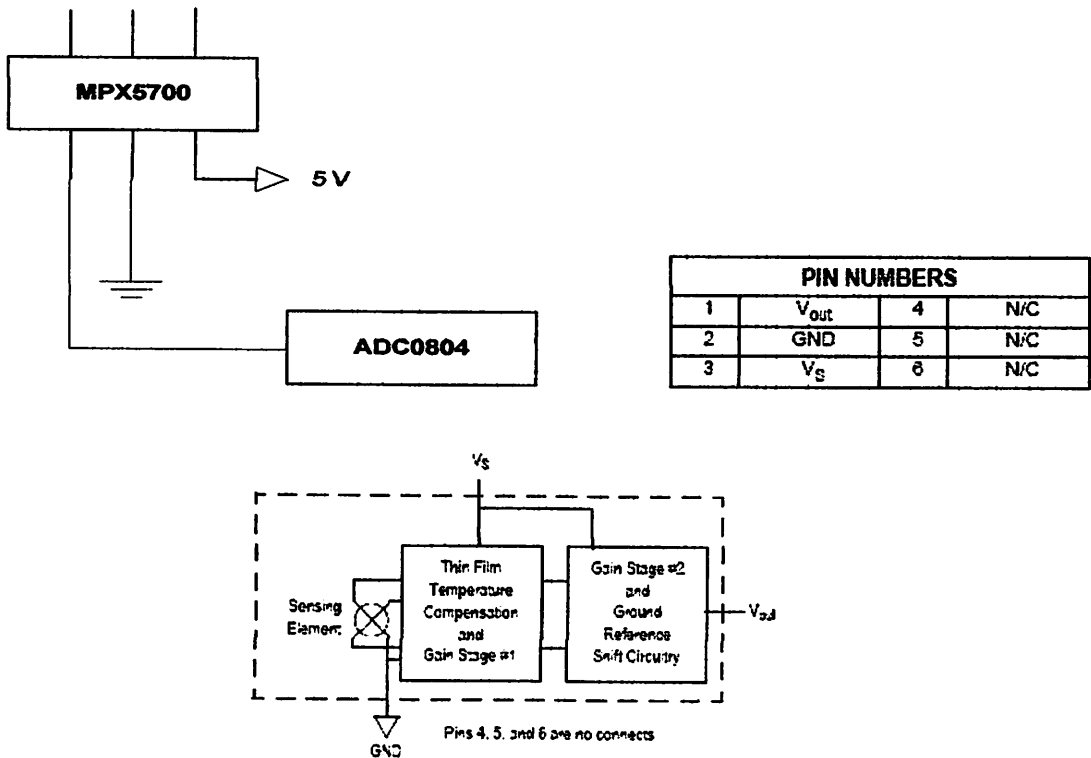
3.1.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa bagian secara umum dapat dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu :

- Bagian masukan terdiri dari sensor, dan ADC.
- Bagian pemroses data yaitu mikrokontroler.
- Bagian keluaran yang terdiri dari LCD.

3.2 Perancangan Rangkaian Sensor tekanan

MPX5700 adalah salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mengukur tekanan suatu alur gas, ukuran tekanan yang dapat diukur oleh *pressure sensor* tergantung dari jenis *pressure sensor* dan kemampuan dari rangkaian penguatnya. *Pressure sensor* tersusun atas sensor *strain gage* yang sesuai dengan titik regang logam yang dipasang *sensor pressure*.



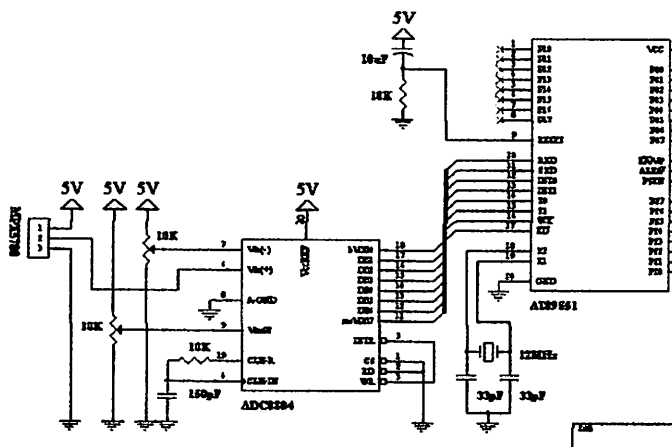
Gambar 3.2 Rangkaian MPX sensor pressure

3.3 ADC (Analog To Digital Converter)

Agar dapat diproses oleh mikrokontroler maka sinyal yang masuk ke dalam mikrokontroler harus merupakan sinyal digital. Untuk itu tegangan output harus dikonversikan

terlebih dahulu menjadi sinyal digital dengan rangkaian ADC. Dalam perancangan ini digunakan ADC 0804.

Rangkaian ADC ini mempunyai 8 bit keluaran yang dihubungkan ke masukan mikrokontroler (P1.0-1.7). Sedangkan masukannya adalah tegangan output dari rangkaian sensor tekanan. Masukan yang diterima ADC ini dibatasi antara 0 sampai 5 volt (*datasheet*).



Gambar 3-3. Rangkaian ADC 0804

Pin-pin yang digunakan ADC 0804 adalah:

1. Pin 1-3 (CS,RD,WR) merupakan masukan kontrol digital dengan level tegangan logika TTL.
2. Pin 4 dan 19 merupakan pena masukan dari rangkaian schmit trigger.
3. Pin 5 merupakan pene interupsi keluaran yang digunakan dalam system mikroprosesor.
4. Pin 6 dan 7 merupakan interupsi untuk masukan tegangan analog.
5. Pin 8 dan 10 adalah dihubungkan dengan ground.

6. Pin 9 merupakan pin masukan tegangan referensi yang digunakan untuk tegangan masukan dari pin 6 dan 7.
7. Pin 11-18 (Bus data 8 bit) merupakan jalur keluaran data digital 8 bit .
8. Pin 20 dihubungkan ke Vcc (5volt).

Untuk menghitung output pada ADC 0804, Vref diset pada kondisi Full Range, yaitu Vref (-) diset pada 0 volt sedangkan untuk Vref (+) diset pada 5 volt. Pada saat 0 volt yaitu pada 0 sedangkan pada 5 volt pada 255. Karena kondisi tersebut maka Vref-nya dapat diketahui yaitu sebesar 5 volt. Dari data Vref tersebut dapat dicari output dari ADC dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_{ref} = 5 \text{ volt}$$

$$\text{Resolusi per bit} = \frac{V_{ref}}{2^8} = \frac{5}{256} = 0.0196 \text{ mV}$$

Contoh :

$$V_{analog} = 0,5 \text{ volt}$$

$$\text{Data ADC} = \frac{V_{analog}}{\text{resolusi}} = \frac{0,5}{0,0196\text{mV}} = 25$$

Berikut hasil dari beberapa perhitungan dari output ADC :

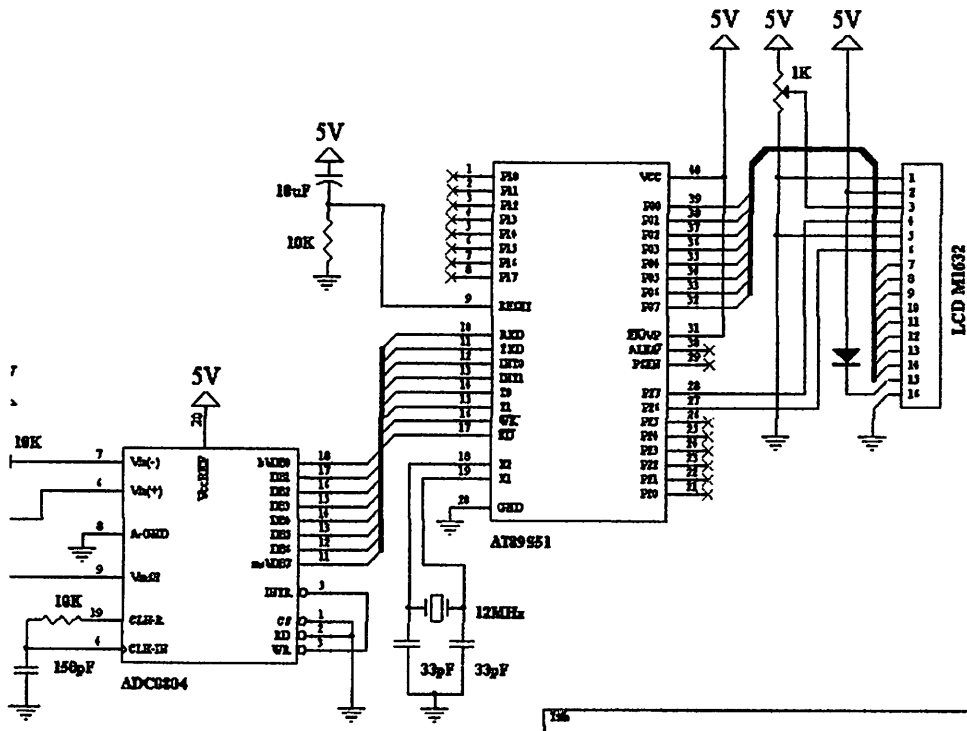
Tabel 3.1. Teori Hasil Perhitungan Output ADC 0804

Tegangan Input ADC (V)	Output ADC	
	Desimal	Biner
0,5	25	00011001
1,0	51	00110011
1,5	76	01001100
2,0	102	01100110
2,5	127	01111111
3,0	153	10011001
3,5	178	10110010
4,0	204	11001100
4,5	229	11100101
5,0	255	11111111

3.4 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

AT89S51 adalah *mikrokontroller* keluaran Atmel dengan 4k *byte* Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), AT89S51 merupakan memori dengan teknologi *nonvolatile memory*, isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali.

Memori ini biasa digunakan untuk menyimpan instruksi (perintah) berstandar MCS-51 code sehingga memungkinkan *mikrokontroller* ini untuk bekerja dalam mode *single chip operation* (mode operasi keping tunggal) yang tidak memerlukan *external memory* (memori luar) unruk menyimpan source code tersebut. Konfigurasi pin mikrokontroller AT89S51 ditunjukkan dalam Gambar 3-4.



Gambar 3-4. Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

AT89S51 membutuhkan daya sebesar 5 volt pada pin VCC dan pin GND dihubungkan ke *ground*. Agar mikrokontroler dapat bekerja, diperlukan rangkaian osilator yang dihubungkan ke pin XTAL1 dan XTAL2. Rangkaian osilator terdiri dari kristal 11.059 MHz sebagai sumber pulsa dan dua buah kapasitor C1 dan C2 dengan kapasitansi 30 pF sebagai penstabil pulsa.

Pin *reset* membutuhkan logika '1' (aktif high) agar AT89S51 melakukan proses *reset* (pengeksekusian ulang program dari awal program). Pada rangkaian ini pin *reset* dihubungkan ke kapasitor C3 (10 µF) dan resistor R1 (10 kΩ). Proses *reset* ini akan berlangsung secara otomatis berdasarkan prinsip pengisian dan pengosongan muatan pada C3. Selama pengisian

muatan pin *reset* berada dalam kondisi *low*, setelah muatannya penuh, C3 akan mulai melepaskan muatan dan akan menyulut pin *reset* sehingga terjadi proses *reset*.

AT89S51 memiliki 4 (empat) buah port I/O 8-bit dua arah, terdiri dari port 0, port 1, port 2, port 3. Pada rangkaian ini port 0, port 2 digunakan sebagai keluaran, sedangkan port 1 dan port 3 digunakan sebagai masukan. Semua pin pada port 0 digunakan untuk mengirim data yang akan ditampilkan LCD (pin DB0–DB7). Pin-pin port 1 yang digunakan adalah pin P1.0 – P1.7. Pin P2.0 dihubungkan ke pin RS LCD, pin P2.2 dihubungkan ke pin E LCD, pin P2.1 dihubungkan ke pin RW LCD, pin P2.6 dihubungkan ke pin IN1 L293D, pin P2.7 dihubungkan ke pin EN L293D. Pin P1.0 – P1.7 menerima data digital hasil konversi suhu dari ADC 0804.

3.4.1 Perancangan Rangkaian Reset

Untuk me-*reset* mikrokontroler AT89S51, maka pin RST diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal *reset* kapasitor dihubungkan dengan V_{CC} dan sebuah resistor yang dihubungkan ke *ground*.

Karena kristal yang digunakan mempunyai frekuensi sebesar 12 MHz, maka satu periode dapat dihitung dari persamaan

$$T = \frac{1}{f_{XTAL}} = \frac{1}{12 \times 10^6} \text{ s} = 8,33 \times 10^{-8} \text{ s}$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk *mereset* mikrokontroler dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{\text{reset}(\text{min})} = T \times \text{periode yang dibutuhkan}$$

$$= 8,33 \times 10^{-8} \times 24 = 2 \mu\text{s}$$

$$= 2 \mu\text{s}$$

Jadi mikrokontroler membutuhkan waktu minimal 2 μs untuk *mereset*. Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C.

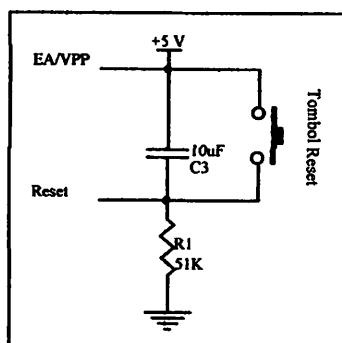
Dari persamaan konstanta waktu $\tau = R \times C$ dan jika nilai R ditentukan sebesar 10 k Ω , maka

nilai C adalah : $C = \frac{\tau}{R}$

$$= \frac{2,000 \times 10^{-6}}{10 \times 10^3}$$

$$= 200 \times 10^{-12} \text{ F}$$

Kapasitor minimal yang dibutuhkan adalah 200 pF. Dengan menggunakan kapasitor sebesar 10 μF , maka akan menjamin waktu reset di atas nilai minimal waktu yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler.

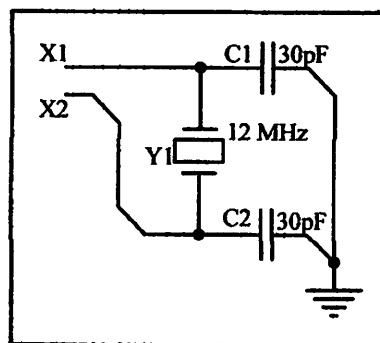


Gambar 3-5. Rangkaian Reset

3.4.2 Perancangan Rangkaian Clock

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini menggunakan osilator internal yang telah tersedia dalam *chip* AT89S51. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan kristal dalam pin 19 (X₁) dan pin 18 (X₂) serta dua buah kapasitor ke *ground*.

Besarnya kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi dalam *datasheet* AT89S51 yaitu 30 pF. Kristal yang digunakan adalah 11,0592 MHz. Gambar 3.7 memperlihatkan rangkaian *clock* yang dirancang.



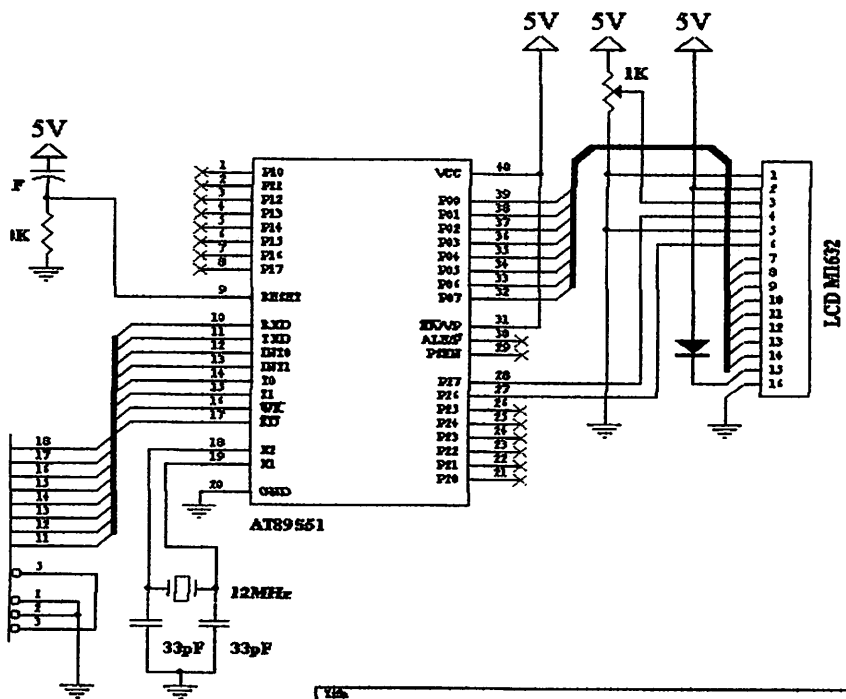
Gambar 3-6. Rangkaian *Clock*

3.5 Perancangan Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD) M1632

Sebagai penampil data digunakan display LCD Dot matrik 2 x 16 karakter. Signal-signal yang digunakan oleh LCD adalah data bus, RS, R/W dan E. signal E dihubungkan ke port DO untuk mengaktifkan LCD. LCD akan aktif jika MK memberi instruksi tulis pada alamat LCD. Sedangkan port D1 diberikan untuk memberikan signal RS yang membedakan data yang diberikan

pada LCD. Signal RS diberikan pada LCD untuk membedakan signal antara instruksi program/instruksi penulisan data.

Untuk pin R/W akan berlogika low (0) bila dihubungkan dengan dengan ground maka LCD difungsikan hanya untuk menuliskan program / data ke display. Untuk mengambil data dari MK maka pin-pin data dihubungkan dengan B0 sampai B7 yang merupakan pin-pin data dari mikrokontroller. Dengan mengubah nilai V_{EE} menggunakan potensiometer P1 akan diperoleh tingkat kecerahan yang berbeda pada tampilan LCD. Berikut merupakan rangkaian dari LCD.



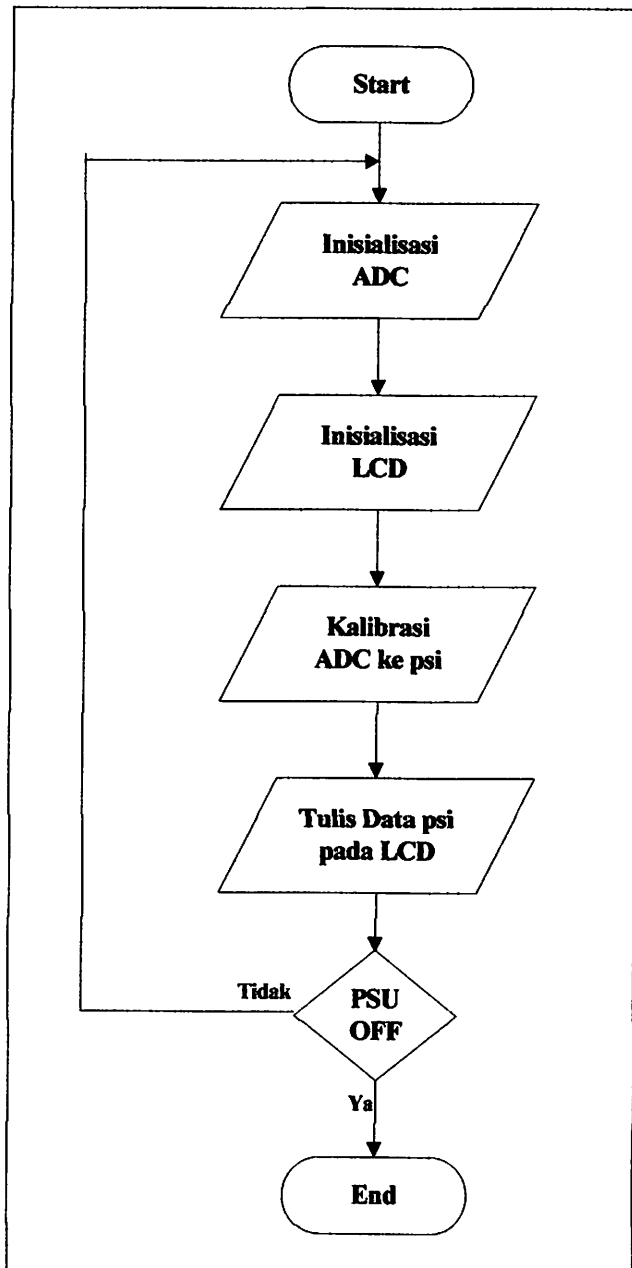
Gambar 3-7. Rangkaian LCD

3.6. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk mendukung *hardware* yang sudah dibuat, maka dibutuhkan perangkat lunak (*software*) supaya perangkat keras tersebut bisa berjalan sesuai dengan tujuan. Mikrokontroler dapat mengendalikan seluruh sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan kerja yang harus dilaksanakan. Dalam perancangan alat ini perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman *assembler*.

Sebelum membuat perangkat lunak, terlebih dahulu dibuat diagram alir (*flowchart*) dari proses yang akan dibuat supaya memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak (*software*).

Flow Chart Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3-8 Diagram Alir Program

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Untuk mendapatkan hasil yang maksimum setelah perencanaan dan pembuatan alat ini, maka langkah berikutnya yaitu suatu pengujian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui besaran-besaran yang ada pada peralatan yang telah direncanakan agar dapat bekerja dengan apa yang dikehendaki dan sesuai dengan teori yang ada. Pengujian dilakukan secara bertahap, adapun rangkaian atau alat yang diuji adalah sebagai berikut :

- Rangkaian Sensor Tekanan MPX5700 (*Pressure Gauge*)
- Rangkaian ADC
- Rangkaian LCD M1632

4.1. Pengujian Sensor MPX 5700

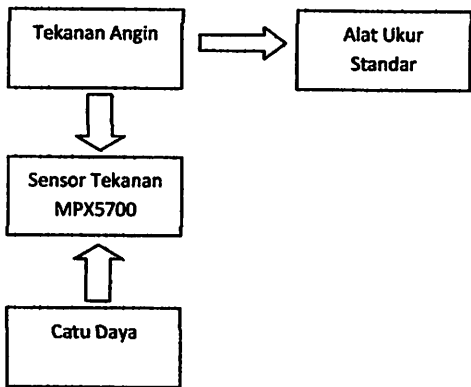
4.1.1. Tujuan

Adapun tujuan dari pengujian rangkaian sensor *MPX5700* adalah untuk melakukan kalibrasi dengan cara membandingkan setiap perubahan dari gaya yang diberikan pada sensor *MPX5700* sebagai sensor tekanan.

4.1.2. Alat-Alat Yang Digunakan

- Sensor Tekanan *MPX5700*
- Multimeter Digital
- Catu Daya

4.1.3. Prosedur Pengujian



Gambar 4.1 Diagram Blok Pengujian Sensor Tekanan MPX5700

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 14.
2. Memasangakan sensor pada selang pompa.
3. Memberikan catu daya 5 Volt pada rangkaian sensor tekanan MPX5700.
4. Memompa atau memberikan tekanan udara.
5. Mengamati hasil pengukuran pada kedua alat dan mencatat pada tabel.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sensor pada Alat Dengan Alat Standar dalam *psi*.

No.	Tekanan Udara		Error (%)
	Manometer (psi)	Sensor Tekanan (psi)	
1.	20	21	4,76
2.	25	27	7,40
3.	30	31	3,22
4.	35	36	2,77
5.	40	42	4,76

Untuk perhitungan kesalahan relatif dari Tabel 1 dicari melalui perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{\text{Standar} - \text{Alat}}{\text{Standar}} \times 100\%$$

Sedangkan untuk kesalahan rata-rata dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{\sum \text{error}}{x}$$

dimana : $\sum \text{error}$ = Jumlah error
 x = Banyaknya sampel

Jadi, apabila $\sum \text{error} = 22,91$

$x = 5$

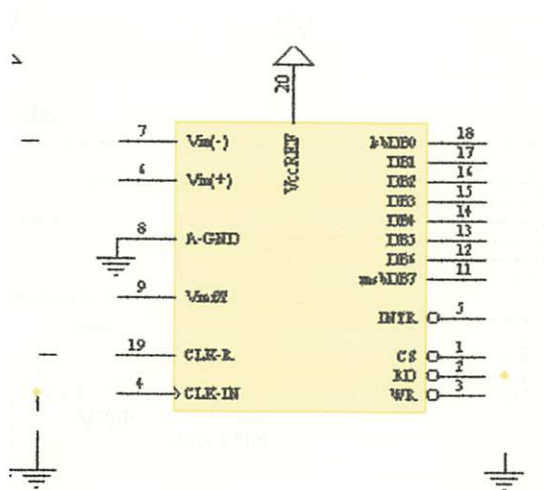
Maka kesalahan relatif rata-rata adalah

$$= \frac{22,91}{5} = 4,58 \%$$

4.2. Pengujian ADC (*Analog Digital to Converter*)

Pada percobaan ini ditentukan V_{in} maksimal dari ADC ini adalah 2,14V. Hal ini didapat dari pembacaan sensor yaitu 0 psi sampai dengan 40 psi. Maka V_{in} dapat dirumuskan:

$$0 \leq V_{in} \leq 2,14V$$



Gambar 4.2 Rangkaian ADC 0804

Pada perhitungan menggunakan salah satu tampilan pada LCD sebesar 0 psi dengan nilai

Vout dari sensor tekanan MPX5700 sebesar 0,2 V, maka:

- Untuk Vref ditentukan sebesar 2,5 V
- Karena ADC mempunyai output sebesar 8 bit maka terdapat perubahan tegangan perbit sebesar:

$$\frac{V_{max}}{2^n - 1} = \frac{5}{2^8 - 1} = 0,0196V = 0,02V$$

Maka didapat:

$$\begin{aligned} \text{Output ADC} &= \frac{V_{in}}{0,02} \\ &= \frac{0,2}{0,02} \\ &= 10_{des} \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Hasil pengujian dan Pengukuran ADC

Tekanan (psi)	Tegangan Output Perhitungan (volt)	Data Digital (des)	Tegangan Output Percobaan (volt)	Data Digital (des)	% Error
0	0,20	10	0,20	10	0
5	0,42	21	0,80	40	4,88
10	0,64	32	0,99	49,5	3,65
15	0,87	43,5	1,08	54	2,44
20	1,09	54,5	1,29	64,5	3,64
25	1,31	65,5	1,48	74	3,88
30	1,53	76,5	1,71	85,5	4,44
35	1,75	87,5	1,93	96,5	5,21
40	1,97	98,5	2,14	107	2,43

Dengan kesalahan rata – rata:

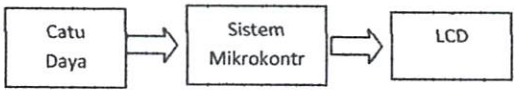
$$\begin{aligned} \sum \text{ErrorRata} - \text{rata} &= \frac{\sum \text{Error}}{n} \\ &= \frac{30,57\%}{9} \\ &= 3,39\% \end{aligned}$$

4.3. Pengujian *Liquid Crystal Display* (LCD)

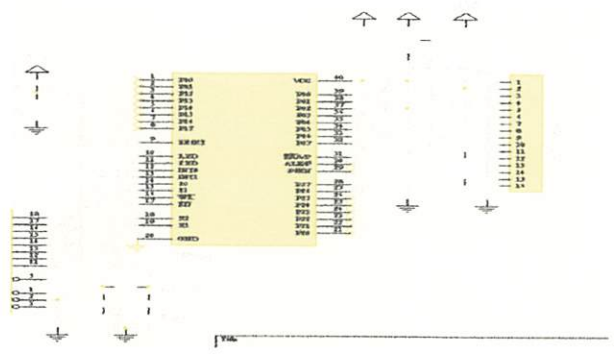
4.3.1. Tujuan

Mengetahui apakah rangkaian LCD dapat menampilkan data karakter yang sesuai dengan data yang dikirimkan. Adapun peralatan yg digunakan :

- 1. LCD (Liquid Crystal Display).
- 2. Sistem Mikrokontroler AT89S51.
- 3. Catu Daya 5 Volt.



Gambar 4.3. Diagram Blok Pengujian LCD.



Gambar 4.4. Rangkaian LCD

4.3.2. Prosedur Pengujian

1. Mengaktifkan catu daya alat.
2. Mengoperasikan program, hasil keluaran akan ditunjukkan pada layar LCD.

4.3.3. Hasil Pengujian



Gambar 4.5. Hasil Pengujian Tekanan Angin 10 psi

4.3.4. Hasil dan Analisa Pengujian



Gambar 4.6. Tampilan Inisialisasi LCD

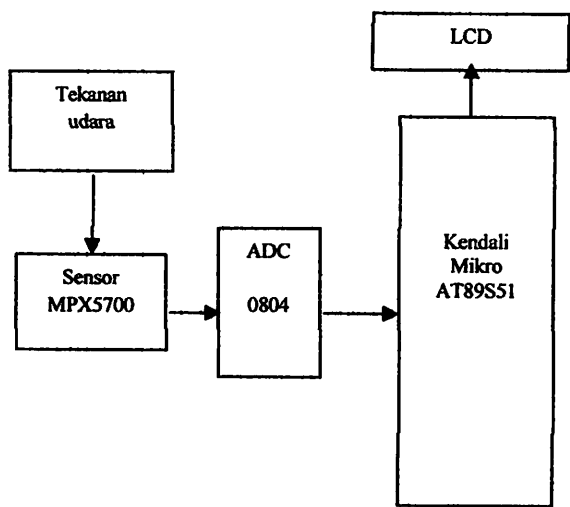
Dari hasil pengujian didapatkan bahwa rangkaian LCD pada tampilan awal yang merupakan inisialisasi LCD menampilkan suatu kata-kata pada baris pertama bertuliskan “M. SYAHRIL ALIIF”, baris kedua bertuliskan “NIM 04.12.214”. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rangkaian LCD tersebut telah berfungsi sesuai yang direncanakan.

4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui bahwa alat yang dibuat sudah dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan dan perancangan. Adapun peralatan yang digunakan sebagai berikut:

- 1. Catu Daya.
- 2. Alat Yang dibuat.
- 3. Ban kendaraan bermotor.
- 4. Pompa angin atau kompresor sebagai alat pemberi tekanan udara.

Tahapan pengujian sensor tekanan MPX5700 sebagai berikut:



Gambar 4-7. Blok Diagram Pengujian Keseluruhan Sistem

4.5 Hasil Dan Analisa Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memberikan *power* pada alat untuk mengoperasikan keseluruhan sistem. Dengan diberikannya daya tersebut maka sistem mulai bekerja untuk

warming up inisialisasi LCD, yang kemudian diberikan tekanan udara dan di baca oleh sensor. Setelah tekanan udara melewati sensor maka sensor akan mengeluarkan output berupa tegangan, data analog yang dikeluarkan sensor kemudian diubah oleh ADC menjadi data digital yang kemudian diolah oleh mikrokontroler yang kemudian ditampilkan pada LCD.

4.6. Spesifikasi Alat

Dalam perancangan dan pembuatan manometer digital untuk ban kendaraan bermotor mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

No	Spesifikasi Alat	Penjelasan
1	Dimensi Alat Panjang Lebar Tinggi	20cm 17cm 7cm
2	Mekanik Alat <i>Pressure Gauge</i>	<i>Bourdon</i>
3	Sensor	MPX5700
4	Range tekanan	0 psi – 100psi
5	Unit penampilan	LCD MI632

Tabel 4-3 Spesifikasi Alat

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan pembuatan sistem serta hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian sensor tekanan *MPX5700*, dilakukan 5 (lima) tekanan udara yang berbeda maka error rata-rata yang didapatkan 4,58%.
2. Dari hasil pengujian pada *ADC0804*, dilakukan 9 (sembilan) tekanan udara yang berbeda maka error rata-rata yang didapatkan 3,39%.
3. Kesimpulan dari percobaan alat keseluruhan adalah sistem (*hardware* dan *software*) alat ini dapat beroperasi secara baik.

5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat penulis kepada pihak-pihak yang berniat mengembangkan manometer digital ini antara lain:

1. Kemampuan maksimal pengukuran diperbesar sampai 150 psi, agar dapat dipergunakan untuk mengukur tekanan udara pada kendaraan besar.
2. Alat yang dibuat diharapkan dapat dikombinasikan pada alat kompresor. Sehingga selain dapat mengukur dapat pula untuk mengisi tekanan udara pada ban kendaraan bermotor.

DAFTAR PUSTAKA

- Chattopadhyay, D. 1989. *Dasar Elektronika*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Couglin F. Robert dan Driscoll F. Frederick. 1992. *Penguatan Operational dan Rangkaian Terpadu Linier*. Cetakan Kedua. Penerjemah: Soemitro, Herman Widodo. Jakarta: Erlangga.
- Malvino, Albert Paul. 1996. *Penerapan Prinsip-Prinsip Digital*. Penerjemah: Hanafi Gunawan. Jakarta: Erlangga.
- Rigg, Geogre. 1988. *Microcontroller Handbook*. California: Advance Micro Device.
- Sutanto. 1997. *Rangkaian Elektronika Analog dan Terpadu*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Wasito S. 1996. *Data sheet Book 1*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- _____. 2004. *Tekanan Angin Ban Yang Tepat*. www.kompas.com. 05 Januari 2007.
- _____. 2005. *Merawat Ban Mobil Kesayangan*. www.daihatsuzebraclub.or.id 9 Juli 2008.
- _____. 2006. *Jangan Sembarang Memilih Ban*. www.pikiran-rakyat.com 9 juli 2008.
- _____. 2006. *Sepuluh Hal Dalam Merawat Si Karet Bundar*. www.AstraWorld.com 23 Februari 2008.
- _____. 2006. *Spesifikasi Ban*. www.GoodyearIndonesia.com. 05 Januari 2007.
- 2007. *freescaleSemiconductor*. <http://www.freescale.com/support>

LAMPIRAN



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

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

NI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

NAMA : M. SYAHRIL ALIIF
NIM : 04.12.214
URUSAN/KONSENTRASI : TEKNIK ELEKTRO/ELEKTRONIKA
JUDUL SKRIPSI : **MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR**

Dipertahankan dihadapan penguji skripsi jenjang program starata satu (S-1) pada :

Hari/Tanggal : Selasa/24 Agustus 2010

Dengan nilai : 76,8 (B+) *BY*

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Mengetahui,
Ketua Majelis Penguji

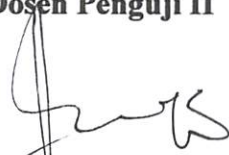

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y. 1018800189

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I


I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P.1030100361

Dosen Penguji II


Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y.1028700172



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

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

(PERSERO) MALANG
 K NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 5 Juni 2010

Nomor : ITN- 670/7/TA /2010
 Lampiran :
 Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. **IRMALIA SURYANI F, ST, MT**
 Dosen Pembimbing
 Jurusan Teknik Elektro S-1
 di
 Malang

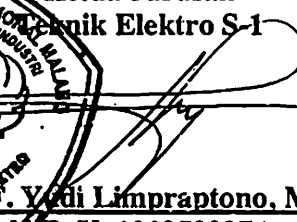
Dengan hormat,
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi
 untuk mahasiswa:

Nama : **M. SYAHRIL ALIIF**
 Nim : **04 12 227**
 Fakultas : **Teknologi Industri**
 Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
 Konsentrasi : **Teknik Elektronika S-I**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
 kepada Saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
 tanggal:

03 MEI 2010 s/d 03 NOVEMBER 2010

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian sarjana.
 Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan
 terima kasih

Ketua Jurusan
 Teknik Elektro S-1

F. Yudi Limpraptono, MT
 NIP. Y. 1039500274

Tindakan:

1. Mahasiswa yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : M. SYAHRIL ALIIF
 Nim : 04 12 224
 Tema Bimbingan : 03 MEI 2010 s/d 03 NOVEMBER 2010
 Judul Skripsi : MONOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR.

No	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	04/08/2010	Bab I, II, dan lanjutkan BAB III	
2.	09/08/2010	BAB I, II, III	
3.	16/08/2010	Perbaikan BAB III & pengajuan BAB IV	
4.	21/08/2010	Perbaikan BAB IV	
5.	23/08/2010	pengajuan BAB V (kesimpulan)	
6.	30/08/2010	Perbaikan BAB V	
7.		Siap ujian	
8.			
9.			
10.			

Malang,
 Dosen Pembimbing.

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

Form S-4 B

lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

kepada : Yth. Ibu
IRMALIA SURYANI FARADISA, ST.,MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. SYAHRIL ALIIF
NIM : 04.12.214
Jurusan : Teknik Elektro S-I
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama , untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

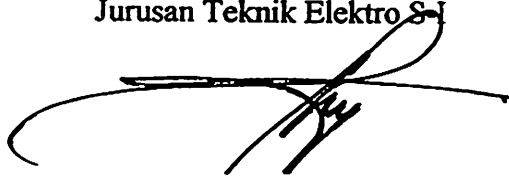
" MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR "

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan ibu kami ucapkan terima kasih.

Malang, April 2010

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-I



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

Hormat Kami,



M. SYAHRIL ALIIF

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2
MALANG

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : M. SYAHRIL ALIIF

Nim : 04.12.214

Semester : 12

Jurusan : Teknik Elektro S-1

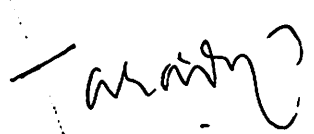
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia*) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, April 2010
Kami yang membuat pernyataan,


Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
NIP. 1030100365

Catatan :



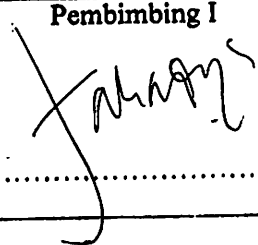
Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu

Form S-3b



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

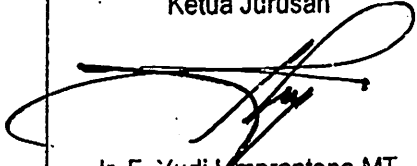
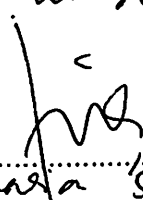
KONSENTRASI	T. ELEKTRONIKA S-1					
1.	Nama Mahasiswa	M. SYAHRIL ALIIF	NIM	0912214		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang		
	Pelaksanaan	03 Mei 2010				
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang *)					
	a.	Sistem Tenaga Elektrik	e.	Embbded System	i.	Sistem Informasi
	b.	Konversi Energi	f.	Antar Muka	j.	Jaringan Komputer
	c.	Sistem Kendali	g.	Elektronika Telekomunikasi	k.	Web
	d.	Tegangan Tinggi	h.	Elektronika Instrumentasi	l.	Algoritma Cerdas
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	MANOMETER DIGITAL UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR				
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian				
6.	Catatan :					
					
7.	Persetujuan Judul Skripsi					
	Disetujui, Dosen Keahlian I		Disetujui, Dosen Keahlian II			
				
	Mengetahui, Ketua Jurusan		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing			
 Ir. F. Yudi Zimpraptono.MT NIP. Y. 1039500274		Pembimbing I	Pembimbing II			
					

Keterangan :
 *) dilingkari a, b, c, sesuai dengan bidang keahlian



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/Teknik Komputer & Informatika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>M. SYAHRIL ALIF</u>	Nim: <u>09.12.214</u>								
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: _____ Bulan: _____ Tahun: _____								
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)									
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">a. Sistem Tenaga Elektrik</td> <td style="width: 50%; border: none;">e. Elektronika & Komponen</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">b. Energi & Konversi Energi</td> <td style="border: none;">f. Elektronika Digital & Komputer</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">c. Tegangan Tinggi & Pengukuran</td> <td style="border: none;">g. Elektronika Komunikasi</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">d. Sistem Kendali Industri</td> <td style="border: none;">h. lainnya</td> </tr> </table>		a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen									
b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer									
c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi									
d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya									
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Irma F. S. MT</u>	Ketua Jurusan  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274								
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>MANOMETER DIGITAL</u> <u>UNTUK BAN KENDARAAN BERMOTOR</u>								
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu								
	Catatan: <u>Letak belakang di perjelas. Sensor dipikirkan kembali</u>									
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui Dosen <u>22 - April 2010</u>  <u>Irma F. S. MT</u>								

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c,atau g sesuai bidang keahlian



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : M. SYAHRIL ALIIF
 NIM : 04.12214
 Semester : 12
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : **TEKNIK ELEKTRONIKA**
TEKNIK ENERGI LISTRIK
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
 Alamat : Jl. ... Siguran-gura ... I, B ...

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

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

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

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

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas

Recording Teknik Elektro

[Signature]
 (.....)

Malang,200

Pemohon

[Signature]
 (M. SYAHRIL ALIIF)

Disetujui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

[Signature]

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

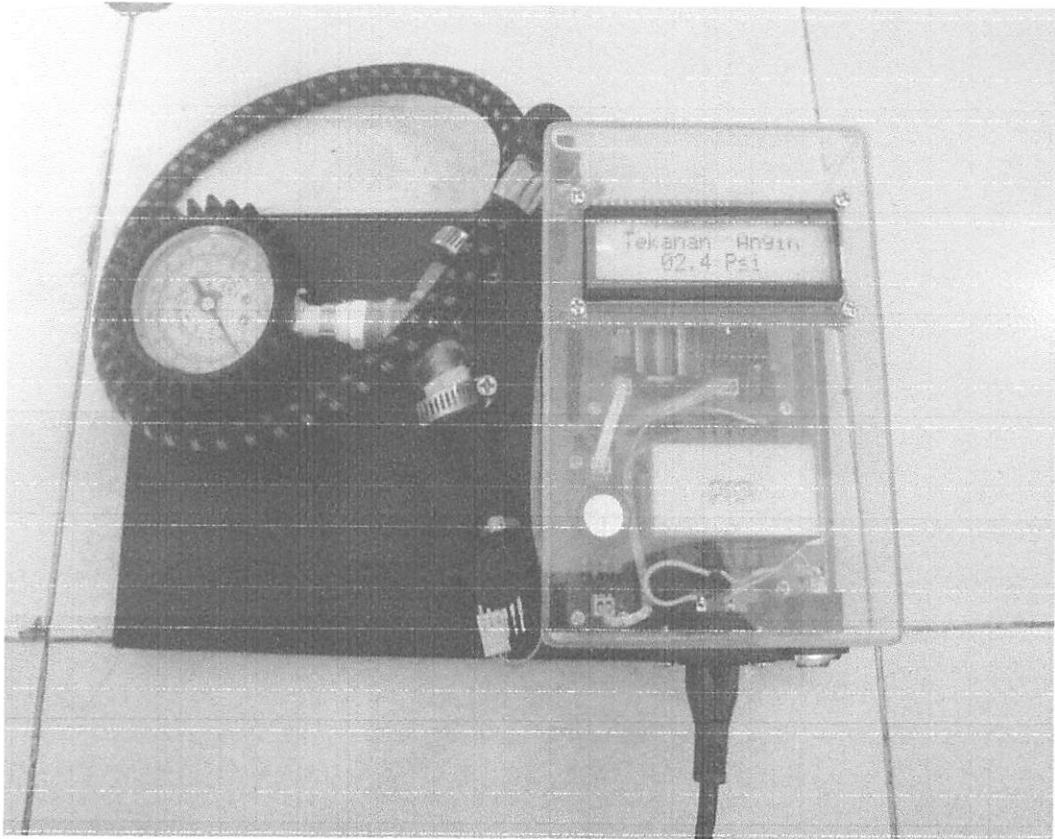
Mengetahui
 Dosen Wali

[Signature]
 (DR. ARYANTO, ST., MT.)

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

1. IPK 3.77 / 2.15
2. 13.7
3. 5 praktikum

FOTO ALAT



LISTING PROGRAM

```

Org    00h
Rest   Bit    P2 . 6
Enbl   Bit    P2 . 7

```

} LCD

```

Dadc   Equ    30h

```

} RAM

```

Char   Equ    40h
Dly0   Equ    43h
Dly1   Equ    43h
Dly2   Equ    44h
Dly3   Equ    45h

```

} Memory Micro

```

Init:   acalllcd_in ← Inisialisasi LCD
;
Mulai:  mov     DPTR,#tpnama
        icall  line1
        mov   Char,#16
        icall  tulis
        mov   DPTR,#tpnims
        icall  line2
        mov   Char,#16
        icall  tulis
        icall  delay2
        mov   DPTR,#tpjurs
        icall  line1
        mov   Char,#16
        icall  tulis
        mov   DPTR,#tpuniv
        icall  line2
        mov   Char,#16
        icall  tulis
        icall  delay2
;
        mov   DPTR,#tptkg
        icall  line1
        mov   Char,#16
        icall  tulis
        mov   DPTR,#tpnpsi
        icall  line2
        mov   Char,#16
        icall  tulis
measrm: mov   DPTR,#lookup ← Ambil tabel lookup
        icall  bc_adc
        mov   A,Dadc ← Baca VC

```

} Tulis nama pada line1 sebanyak 16 character

} Tulis NIM pada line2 sebanyak 16 character

} Tulis Jurusan pada line1 sebanyak 16 character

} Tulis Universitas pada line2 sebanyak 16 character

} Tekanan Anging

} OO psi

LISTING PROGRAM

```
    movc    A, @A+DPTR
    mov     DPTR, #angka
    mov     PO, #0c5h
    icall   w_ins
    mov     B, #100
    div     AB
    mov     A, B
    mov     B, #10
    div     AB
    mov     A, B
    mov     B, #10
    div     AB
    icall   wr_chr
    mov     A, B
    icall   wr_chr
    mov     PO, #0D0h
    icall   w_ins
    icall   delay1
    sjmp    measrm
;
Bc_adc:  mov     Dadc, P3
        Ret
;
Line1:   mov     PO, #080h
        Acall   w_ins
        Ret
;
Line2:   mov     PO, #0c0h
        Acall   w_ins
        Ret
;
Tulis:   clr     A
        Acall   wr_chr
        Inc     DPTR
        Djnz   Char, tulis
        Ret
;
Wr_chr:  movc    A, @A+DPTR
        Mov     PO, A
        Acall   w_chr
        Ret
;
W_ins:   clr     Enbl
        Clr     Rest
        Setb   Enbl
```

Ambil data ke ADC

Tulis data PS 5

Analisa LCD

LISTING PROGRAM

```

        Clr    Enbl
        Acall  delay0
        Ret
;
W_chr:clr    Enbl
        Setb  Rest
        Setb  Enbl
        Clr   Enbl
        Acall delay0
        Ret
;
lcd_in: mov   Dly3,@1
        Acall delay3
        Mov   P0,#01h      ; Display Clear
        Acall w_ins
        Mov   P0,#38h      ; Function Set, Blink
        Acall w_ins
        Mov   P0,#D0h      ; Display On, Cursor
        Acall w_ins
        Mov   P0,#06h      ; Entry Mode
        Acall w_ins
        Mov   P0,#02h      ; Cursor Home
        Acall w_ins
        Ret
;
        Lcdlr: mov   P0,#01h  ; Display Clear
        Acall  w_ins
        Acall  delay0
        Acall  delay0
        Acall  delay0
        Ret
;
Delay0:djnz  Dly0,delay0
        Ret
;
Delay1:acall delay0
        Djnz  Dly1,delay1
        Ret
;
Delay2:mov   Dly2,#20
Delay2:acall delay1
        Djnz  Dly2,delay2
        Ret

```

} Analisa LCD

} Inisialisasi LCD

} Hapus Layar

} Tanda Waktu

Integrated Silicon Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated

The MPX5700 series piezoresistive transducer is a state-of-the-art monolithic silicon pressure sensor designed for a wide range of applications, but particularly those employing a microcontroller or microprocessor with A/D inputs. This patented, single element transducer combines advanced micromachining techniques, thin-film metallization, and bipolar processing to provide an accurate, high level analog output signal that is proportional to the applied pressure.

Features

- 2.5% Maximum Error over 0° to 85°C
- Ideally Suited for Microprocessor or Microcontroller-Based Systems
- Available in Absolute, Differential and Gauge Configurations
- Patented Silicon Shear Stress Strain Gauge
- Durable Epoxy Unibody Element

ORDERING INFORMATION

Device Type	Options	Case Type	MPX Series	
			Order Number	Device Marking
Basic Element	Differential	867	MPX5700D	MPX5700D
	Absolute	867	MPX5700A	MPX5700A
Ported Elements	Differential Dual Ports	867C	MPX5700DP	MPX5700DP
	Gauge	867B	MPX5700GP	MPX5700GP
	Gauge, Axial	867E	MPX5700GS	MPX5700D
	Absolute	867B	MPX5700AP	MPX5700AP
	Absolute, Axial	867E	MPX5700AS	MPX5700A
	Absolute, Axial PC Mount	867F	MPX5700ASX	MPX5700A

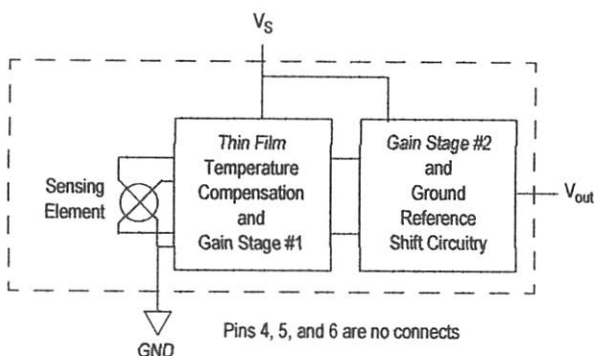
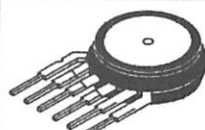


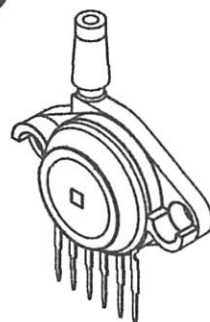
Figure 1. Fully Integrated Pressure Sensor Schematic

MPX5700 SERIES

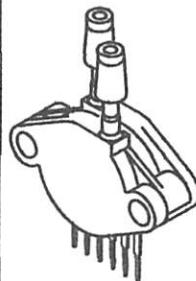
**INTEGRATED
PRESSURE SENSOR**
0 to 700 kPa (0 to 101.5 psi)
15 to 700 kPa (2.18 to 101.5 psi)
0.2 to 4.7 V OUTPUT



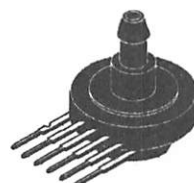
MPX5700D
CASE 867-08



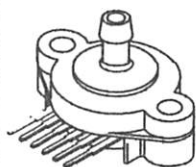
MPX5700AP
CASE 867B-04



MPX5700DP
CASE 867C-05



MPX5700AS
CASE 867E-03



MPX5700ASX
CASE 867F-03

PIN NUMBERS

1	V_{out}	4	N/C
2	GND	5	N/C
3	V_S	6	N/C

NOTE: Pins 4, 5, and 6 are internal device connections. Do not connect to external circuitry or ground. Pin 1 is noted by the notch in the lead.

Table 1. Maximum Ratings⁽¹⁾

Parametrics	Symbol	Value	Unit
Maximum Pressure ⁽²⁾ (P2 ≤ 1 Atmosphere)	P1 _{max}	2800	kPa
Storage Temperature	T _{stg}	-40 to +125	°C
Operating Temperature	T _A	-40 to +125	°C

1. Maximum Ratings apply to Case 867 only. Extended exposure at the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

2. This sensor is designed for applications where P1 is always greater than, or equal to P2. P2 maximum is 500 kPa.

Table 2. Operating Characteristics (V_S = 5.0 Vdc, T_A = 25°C unless otherwise noted, P1 > P2. Decoupling circuit shown in Figure 4 required to meet electrical specifications.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
Pressure Range ⁽¹⁾	Gauge, Differential: MPX5700D Absolute: MPX5700A	P _{OP}	0	—	700	kPa
			15	—	700	
Supply Voltage ⁽²⁾	V _S	4.75	5.0	5.25	Vdc	
Supply Current	I _O	—	7.0	10	mAdc	
Zero Pressure Offset ⁽³⁾	Gauge, Differential (0 to 85°C) Absolute (0 to 85°C)	V _{off}	0.088	0.2	0.313	Vdc
			0.184	—	0.409	
Full Scale Output ⁽⁴⁾	(0 to 85°C)	V _{FSO}	4.587	4.7	4.813	Vdc
Full Scale Span ⁽⁵⁾	(0 to 85°C)	V _{FSS}	—	4.5	—	Vdc
Accuracy ⁽⁶⁾	(0 to 85°C)	—	—	—	±2.5	%V _{FSS}
Sensitivity		V/P	—	6.4	—	mV/kPa
Response Time ⁽⁷⁾		t _R	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output		I _{O+}	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time ⁽⁸⁾		—	—	20	—	ms

1. 1.0 kPa (kiloPascal) equals 0.145 psi.

2. Device is ratiometric within this specified excitation range.

3. Offset (V_{off}) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.

4. Full Scale Output (V_{FSO}) is defined as the output voltage at the maximum or full rated pressure.

5. Full Scale Span (V_{FSS}) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.

6. Accuracy (error budget) consists of the following:

- Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure over the specified pressure range.
- Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.
- Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure, at 25°C.
- TcSpan: Output deviation over the temperature range of 0° to 85°C, relative to 25°C.
- TcOffset: Output deviation with minimum rated pressure applied, over the temperature range of 0° to 85°C, relative to 25°C.
- Variation from Nominal: The variation from nominal values, for Offset or Full Scale Span, as a percent of V_{FSS}, at 25°C.

7. Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when subjected to a specified step change in pressure.

8. Warm-up Time is defined as the time required for the device to meet the specified output voltage after the pressure has been stabilized.

Table 3. Mechanical Characteristics

Characteristics	Typ	Unit
Weight, Basic Element (Case 867)	4.0	grams

ON-CHIP TEMPERATURE COMPENSATION, CALIBRATION AND SIGNAL CONDITIONING

Figure 3 illustrates both the Differential/Gauge and the Absolute Sensing Chip in the basic chip carrier (Case 867). The fluorosilicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the sensor diaphragm. (For use of the MPX5700D in a high-pressure cyclic application, consult the factory.)

The MPX5700 series pressure sensor operating characteristics, and internal reliability and qualification tests are based on use of dry air as the pressure media. Media, other than dry air, may have adverse effects on sensor

performance and long-term reliability. Contact the factory for information regarding media compatibility in your application.

Figure 2 shows the sensor output signal relative to pressure input. Typical, minimum, and maximum output curves are shown for operation over a temperature range of 0° to 85°C using the decoupling circuit shown in Figure 4. The output will saturate outside of the specified pressure range.

Figure 4 shows the recommended decoupling circuit for interfacing the output of the integrated sensor to the A/D input of a microprocessor or microcontroller. Proper decoupling of the power supply is recommended.

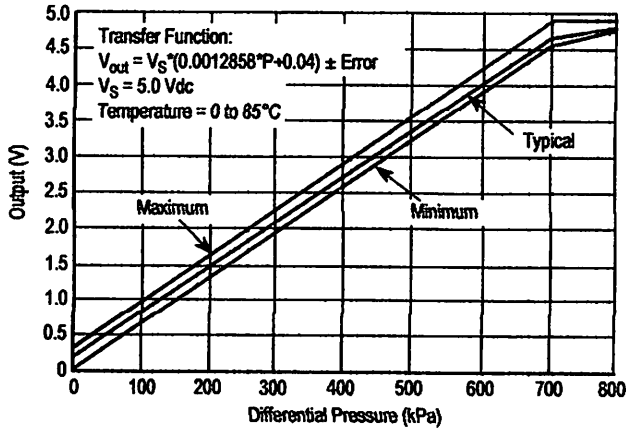


Figure 2. Output versus Pressure Differential

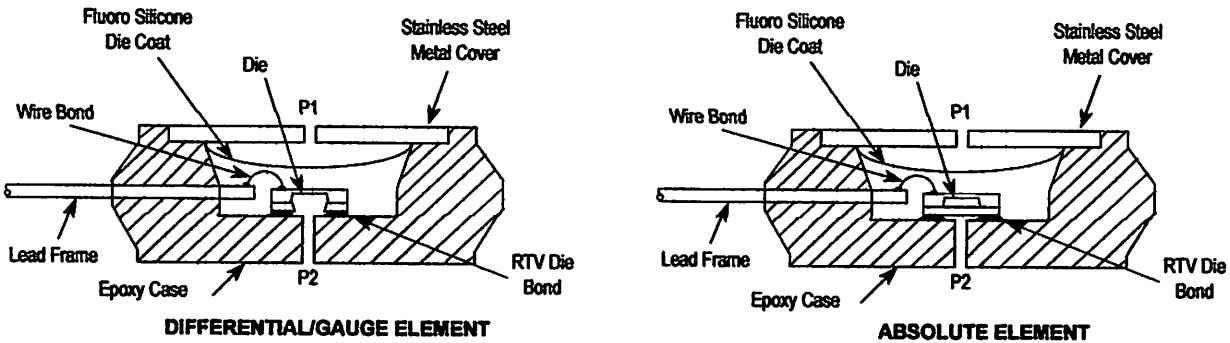


Figure 3. Cross-Sectional Diagrams (not to scale)

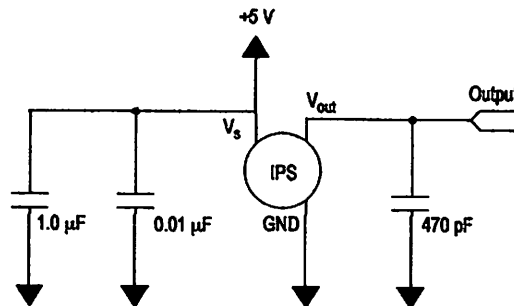


Figure 4. Recommended Power Supply Decoupling and Output Filtering
(For additional output filtering, please refer to Application Note AN1646)

MPX5700

PRESSURE (P1)/VACUUM (P2) SIDE IDENTIFICATION TABLE

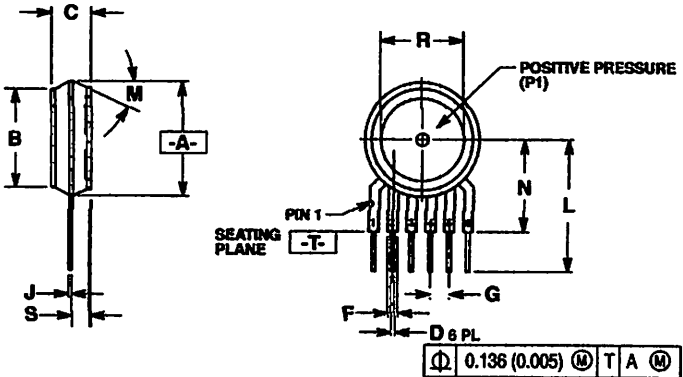
Freescale designates the two sides of the pressure sensor as the Pressure (P1) side and the Vacuum (P2) side. The Pressure (P1) side is the side containing fluoro silicone gel which protects the die from harsh media. The Freescale MPX

pressure sensor is designed to operate with positive differential pressure applied, $P1 > P2$.

The Pressure (P1) side may be identified by using the table below:

Part Number	Case Type	Pressure (P1) Side Identifier
MPX5700D, MPX5700A	867	Stainless Steel Cap
MPX5700DP	867C	Side with Part Marking
MPX5700GP, MPX5700AP	867B	Side with Port Attached
MPX5700GS, MPX5700AS	867E	Side with Port Attached
MPX5700ASX	867F	Side with Port Attached

PACKAGE DIMENSIONS

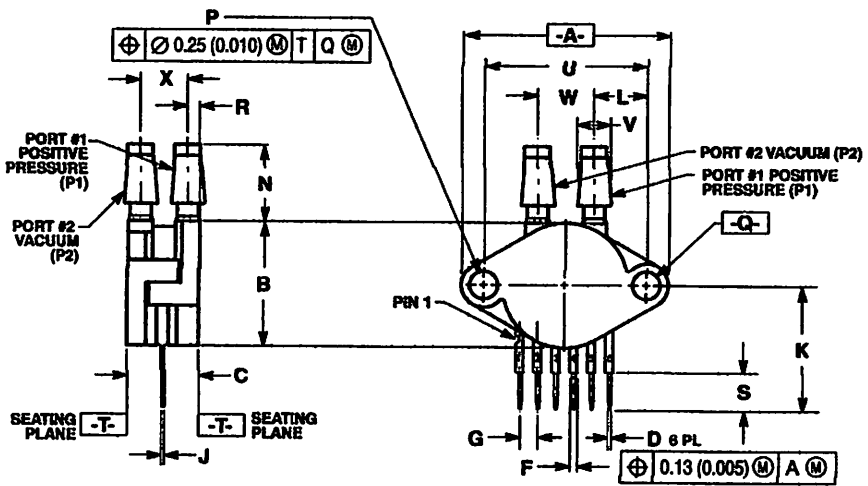


- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION -A- IS INCLUSIVE OF THE MOLD STOP RING. MOLD STOP RING NOT TO EXCEED 16.00 (0.630).

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.595	0.630	15.11	16.00
B	0.514	0.534	13.08	13.56
C	0.200	0.220	5.08	5.59
D	0.027	0.033	0.68	0.84
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.014	0.016	0.36	0.40
L	0.695	0.725	17.65	18.42
M	30° NOM		30° NOM	
N	0.475	0.495	12.07	12.57
R	0.430	0.450	10.82	11.43
S	0.050	0.105	2.29	2.66

- | | | |
|--|--|--|
| <p>STYLE 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. VOUT 2. GROUND 3. VCC 4. V1 5. V2 6. VEX | <p>STYLE 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. OPEN 2. GROUND 3. -VOUT 4. +VSUPPLY 5. +VOUT 6. OPEN | <p>STYLE 3:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. OPEN 2. GROUND 3. +VOUT 4. +VSUPPLY 5. -VOUT 6. OPEN |
|--|--|--|

CASE 867-08 ISSUE N BASIC ELEMENT



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

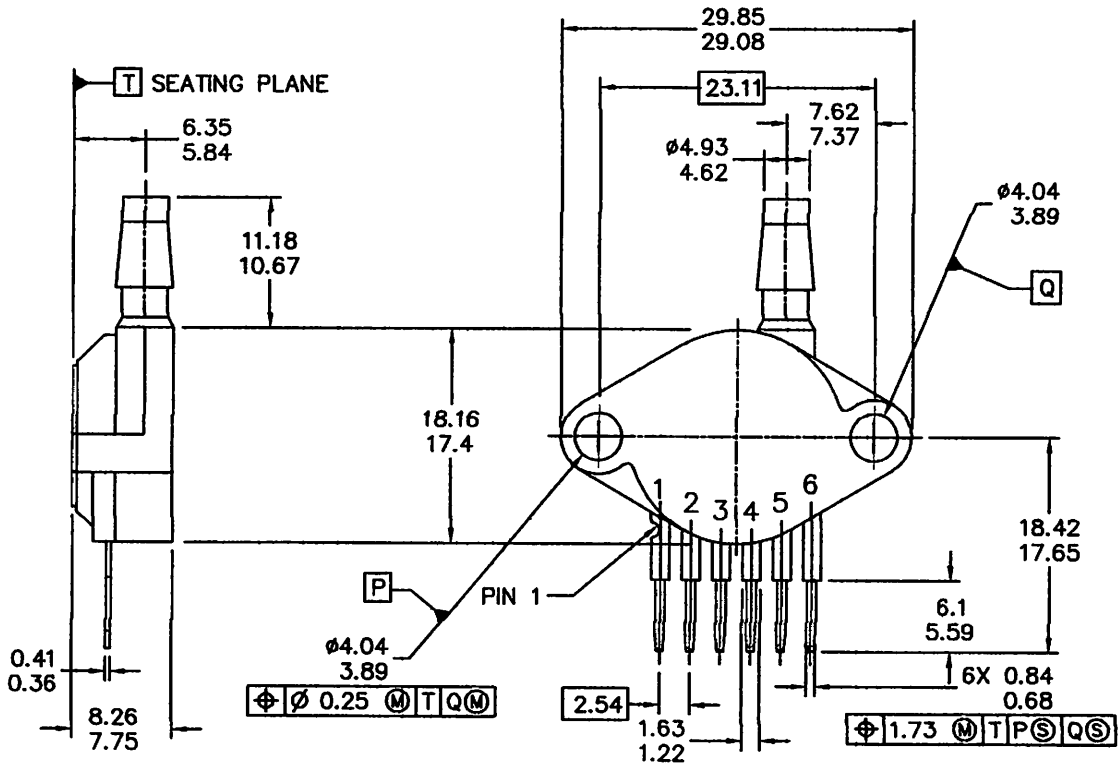
DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.145	1.175	29.08	29.85
B	0.695	0.715	17.40	18.18
C	0.405	0.435	10.29	11.05
D	0.027	0.033	0.68	0.84
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.014	0.016	0.36	0.41
K	0.695	0.725	17.65	18.42
L	0.290	0.300	7.37	7.62
N	0.420	0.440	10.67	11.18
P	0.153	0.159	3.89	4.04
Q	0.153	0.159	3.89	4.04
R	0.053	0.063	1.60	2.11
S	0.220	0.240	5.59	6.10
U	0.910 BSC		23.11 BSC	
V	0.182	0.194	4.62	4.93
W	0.310	0.330	7.87	8.38
X	0.248	0.278	6.30	7.05

- STYLE 1:
1. Vout
 2. GROUND
 3. Vcc
 4. V1
 5. V2
 6. Vex

CASE 867C-05 ISSUE F PRESSURE AND VACUUM SIDES PORTED (DP)

MPX5700

PACKAGE DIMENSIONS



FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. ALL RIGHTS RESERVED.	MECHANICAL OUTLINE		PRINT VERSION NOT TO SCALE	
	TITLE: SENSOR, 6 LEAD UNIBODY CELL, AP & GP 01ASB09087B		DOCUMENT NO: 98ASB42796B CASE NUMBER: 867B-04 STANDARD: NON-JEDEC	REV: G 28 JUL 2005

**CASE 867B-04
 ISSUE G
 PRESSURE SIDE PORTED (AP, GP)**

PACKAGE DIMENSIONS

NOTES:

1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. DIMENSIONS AND TOLERANCES PER ASME Y14.5M-1994.
3. 867B-01 THRU -3 OBSOLETE, NEW STANDARD 867B-04.

STYLE 1:

PIN 1: V OUT
2: GROUND
3: VCC
4: V1
5: V2
6: V EX

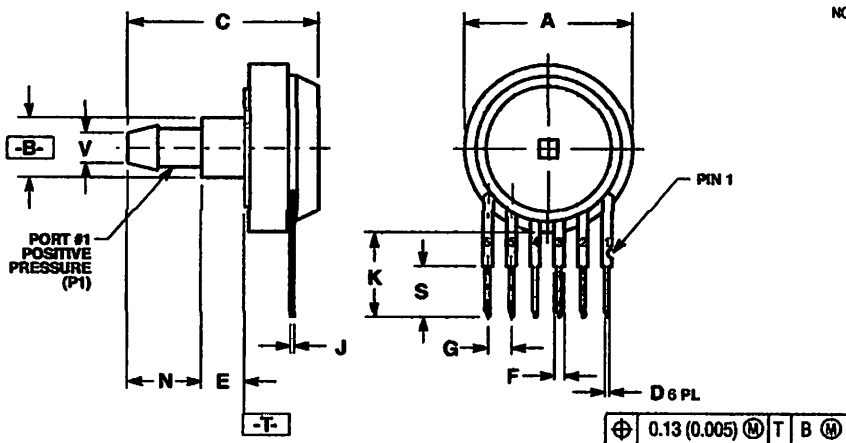
© FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. ALL RIGHTS RESERVED.	MECHANICAL OUTLINE	PRINT VERSION NOT TO SCALE	
TITLE: SENSOR, 6 LEAD UNIBODY CELL, AP & GP 01ASB09087B	DOCUMENT NO: 98ASB42796B	REV: G	
	CASE NUMBER: 867B-04	28 JUL 2005	
	STANDARD: NON-JEDEC		

PAGE 2 OF 2

**CASE 867B-04
ISSUE G
PRESSURE SIDE PORTED (AP, GP)**

MPX5700

PACKAGE DIMENSIONS

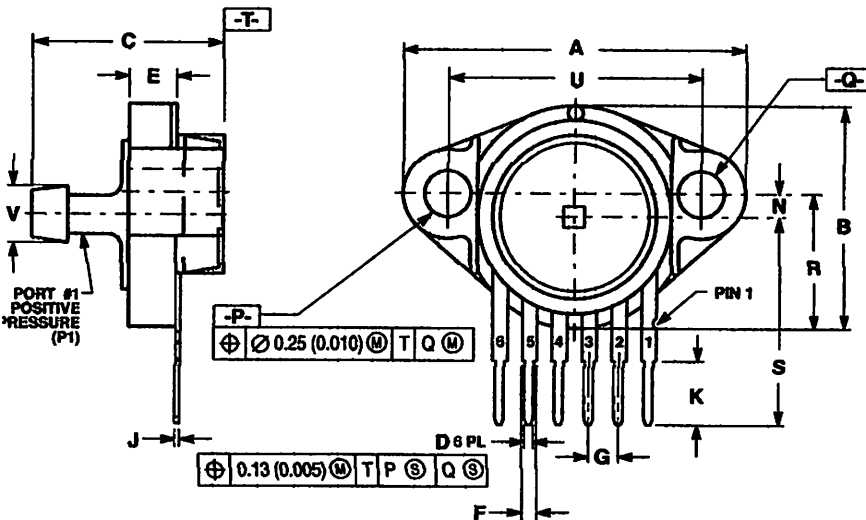


- NOTES:
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1992.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.690	0.720	17.53	18.28
B	0.245	0.255	6.22	6.48
C	0.780	0.820	19.81	20.92
D	0.027	0.033	0.69	0.84
E	0.178	0.186	4.52	4.72
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.014	0.018	0.36	0.41
K	0.345	0.375	8.76	9.53
N	0.300	0.310	7.62	7.87
S	0.220	0.240	5.59	6.10
V	0.182	0.194	4.62	4.93

- STYLE 1:
 PIN 1: V_{out}
 2: GROUND
 3: V_{cc}
 4: V1
 5: V2
 6: V_{ex}

**CASE 867E-03
 ISSUE D
 PRESSURE SIDE PORTED (AS, GS)**



- NOTES:
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1992.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.080	1.120	27.43	28.45
B	0.740	0.760	18.80	19.30
C	0.630	0.650	16.00	16.51
D	0.027	0.033	0.69	0.84
E	0.160	0.180	4.06	4.57
F	0.048	0.064	1.22	1.63
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.014	0.018	0.36	0.41
K	0.220	0.240	5.59	6.10
N	0.070	0.080	1.78	2.03
P	0.150	0.160	3.81	4.06
Q	0.150	0.160	3.81	4.06
R	0.440	0.480	11.18	11.98
S	0.695	0.725	17.65	18.42
U	0.840	0.860	21.34	21.84
V	0.182	0.194	4.62	4.93

- STYLE 1:
 PIN 1: V_{out}
 2: GROUND
 3: V_{cc}
 4: V1
 5: V2
 6: V_{ex}

**CASE 867F-03
 ISSUE D
 PRESSURE SIDE AXIAL PORT (ASX)**

How to Reach Us:

Home Page:
www.freescale.com

Web Support:
<http://www.freescale.com/support>

USA/Europe or Locations Not Listed:
Freescale Semiconductor, Inc.
Technical Information Center, EL516
100 East Elliot Road
Tempe, Arizona 85284
1-800-521-6274 or +1-480-768-2130
www.freescale.com/support

Europe, Middle East, and Africa:
Freescale Halbleiter Deutschland GmbH
Technical Information Center
Hartmannstr. 7
1829 Muenchen, Germany
44 1296 380 456 (English)
46 8 52200080 (English)
49 89 92103 559 (German)
33 1 69 35 48 48 (French)
www.freescale.com/support

Japan:
Freescale Semiconductor Japan Ltd.
Headquarters
RCO Tower 15F
8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,
Tokyo 153-0064
Japan
+81 20 191014 or +81 3 5437 9125
support.japan@freescale.com

Asia/Pacific:
Freescale Semiconductor Hong Kong Ltd.
Technical Information Center
Dai King Street
Industrial Estate
Kowloon, N.T., Hong Kong
+852 2668 8080
support.asia@freescale.com

Literature Requests Only:
Freescale Semiconductor Literature Distribution Center
P.O. Box 5405
Denver, Colorado 80217
800-441-2447 or 303-675-2140
Fax: 303-675-2150
XCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use Freescale Semiconductor products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits or integrated circuits based on the information in this document.

Freescale Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Freescale Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Freescale Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in Freescale Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals", must be validated for each customer application by customer's technical experts. Freescale Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Freescale Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Freescale Semiconductor product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Freescale Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Freescale Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Freescale Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part.

Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.

© Freescale Semiconductor, Inc. 2007. All rights reserved.



Features

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

Description

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

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of internal RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and support circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation at 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 content but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external reset or hardware reset.



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

AT89S51

Rev. 2487A-10/01





Configurations

PDIP

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(MR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

PLCC

P1.4	8	39	P0.4 (AD4)
P1.3	5	38	P0.5 (AD5)
P1.2	4	37	P0.6 (AD6)
P1.1	3	36	P0.7 (AD7)
P1.0	2	35	EA VPP
NC	1	34	NC
VCC	44	33	ALE/PROG
P0.0 (AD0)	43	32	PSEN
P0.1 (AD1)	42	31	P2.7 (A15)
P0.2 (AD2)	41	30	P2.6 (A14)
P0.3 (AD3)	40	29	P2.5 (A13)
(MOSI) P1.5	7	28	
(MISO) P1.6	8	27	
(SCK) P1.7	9	26	
RST	10	25	
(RXD) P3.0	11	24	
NC	12	23	
(TXD) P3.1	13	22	
(INT0) P3.2	14	21	
(INT1) P3.3	15	20	
(T0) P3.4	16	19	
(T1) P3.5	17	18	
(WR) P3.6	17	17	
(RD) P3.7	18	16	
XTAL2	20	15	
XTAL1	21	14	
GND	22	13	
NC	23	12	
(A8) P2.0	24	11	
(A9) P2.1	25	10	
(A10) P2.2	26	9	
(A11) P2.3	27	8	
(A12) P2.4	28	7	

TQFP

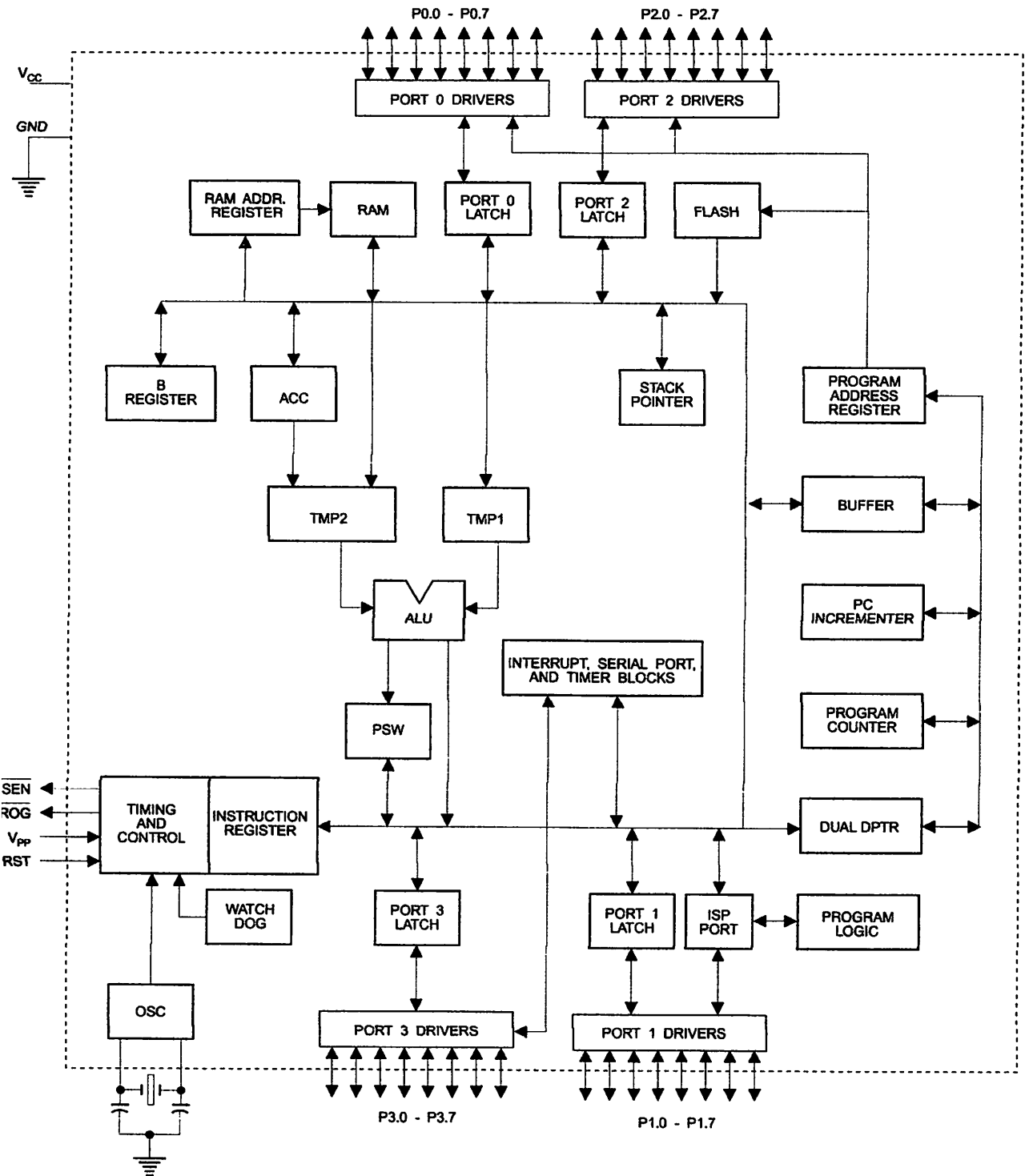
P1.4	44	33	P0.4 (AD4)
P1.3	43	32	P0.5 (AD5)
P1.2	42	31	P0.6 (AD6)
P1.1	41	30	P0.7 (AD7)
P1.0	40	29	EA VPP
VCC	38	28	NC
P0.0 (AD0)	37	27	ALE/PROG
P0.1 (AD1)	36	26	PSEN
P0.2 (AD2)	35	25	P2.7 (A15)
P0.3 (AD3)	34	24	P2.6 (A14)
(MOSI) P1.5	2	23	P2.5 (A13)
(MISO) P1.6	3	22	
(SCK) P1.7	4	21	
RST	5	20	
(RXD) P3.0	6	19	
NC	7	18	
(TXD) P3.1	8	17	
(INT0) P3.2	9	16	
(INT1) P3.3	10	15	
(T0) P3.4	11	14	
(T1) P3.5	12	13	

(WR) P3.6	12
(RD) P3.7	13
XTAL2	14
XTAL1	15
GND	16
GND	17
(A8) P2.0	18
(A9) P2.1	19
(A10) P2.2	20
(A11) P2.3	21
(A12) P2.4	22

33	P0.4 (AD4)
32	P0.5 (AD5)
31	P0.6 (AD6)
30	P0.7 (AD7)
29	EA VPP
28	NC
27	ALE/PROG
26	PSEN
25	P2.7 (A15)
24	P2.6 (A14)
23	P2.5 (A13)

AT89S51

Block Diagram





Description

Supply voltage.

Ground.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PROG

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

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

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

$\overline{\text{PSEN}}$

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

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

PP

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

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

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

.1

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

.2

Output from the inverting oscillator amplifier



Special Function Registers

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

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

1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

								0FFH
B 00000000								0F7H
								0EFH
ACC 00000000								0E7H
								0DFH
PSW 00000000								0D7H
								0CFH
								0C7H
IP XX000000								0BFH
P3 11111111								0B7H
IE 0X000000								0AFH
P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0				WDRST XXXXXXXX		0A7H
SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
P1 11111111								97H
TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX0XX0		8FH
P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XX00000	87H

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

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

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



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

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

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

Memory Organization

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

Program Memory

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

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

Memory

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

Watchdog Timer (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.

Configuring the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to 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 98xTOSC, 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.

T During Power-down Idle

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

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

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

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

UART

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

Timer 0 and 1

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

Interrupts

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

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

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

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

Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

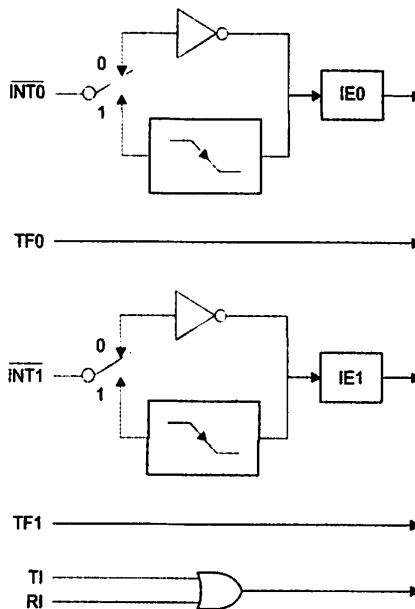
(MSB)				(LSB)			
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

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

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

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

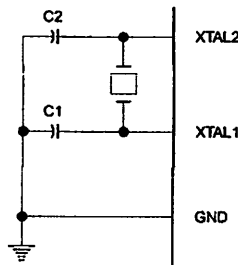
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

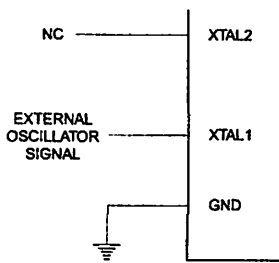
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected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

Figure 2. Oscillator Connections



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

Figure 3. External Clock Drive Configuration



Idle Mode

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

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

Power-down Mode

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





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

Mode	Program Memory	ALE	PS \bar{E} N	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Program Memory Lock

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

Table 6. Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOV \bar{C} instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\bar{E}A$ 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 $\bar{E}A$ 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 $\bar{E}A$ must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Programming Flash – Parallel Mode

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

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

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

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

Data Polling: The AT89S51 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

AT89S51

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

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

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

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

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

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

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

**Programming
Flash –
Serial Mode**

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

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

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

**Programming
Algorithm**

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

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





Power-off sequence (if needed):

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

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

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

Serial Programming Instruction Set

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

Serial Programming Instruction Set – Parallel Mode

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

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

7. Flash Programming Modes

	V_{CC}	RST	\overline{PSEN}	ALE/ \overline{PROG}	$\overline{EA}/$ V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Code Data	5V	H	L		12V	L	H	H	H	H	D_{IN}	A11-8	A7-0
Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D_{OUT}	A11-8	A7-0
Lock Bit 1	5V	H	L		12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Lock Bit 2	5V	H	L		12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Lock Bit 3	5V	H	L		12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Lock Bits	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Erase	5V	H	L		12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

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

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

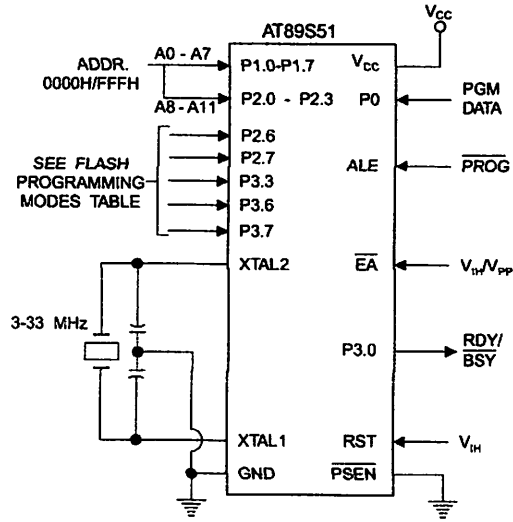
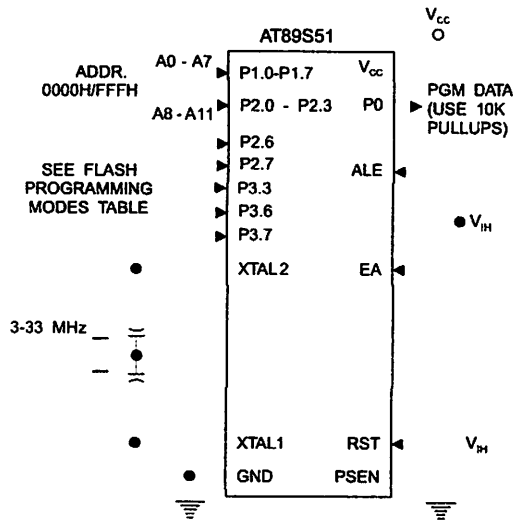


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



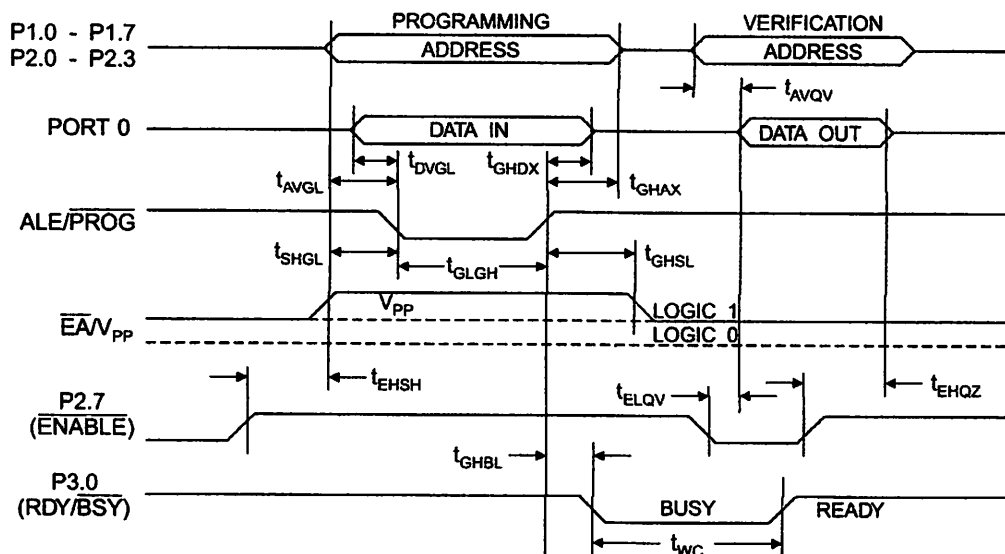


Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

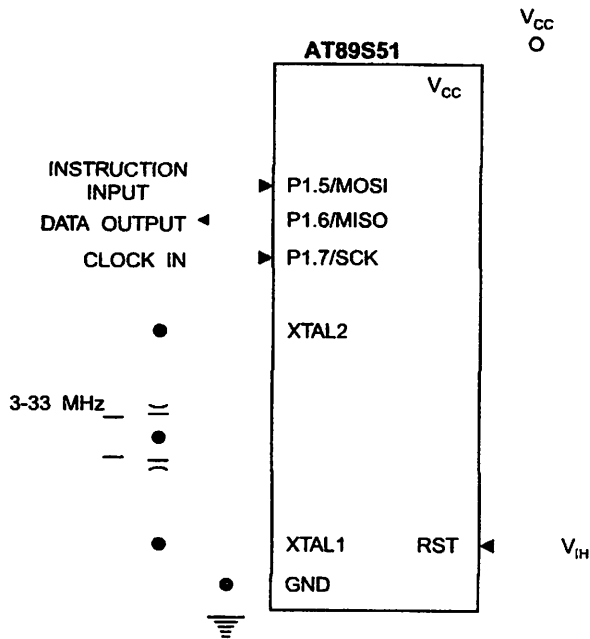
0°C to 30°C, $V_{CC} = 4.5$ to $5.5V$

Parameter	Min	Max	Units
Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
Programming Supply Current		10	mA
V_{CC} Supply Current		30	mA
Oscillator Frequency	3	33	MHz
Address Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
Address Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
Data Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
Data Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
P2.7 (ENABLE) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
V_{PP} Setup to \overline{PROG} Low	10		μs
V_{PP} Hold After \overline{PROG}	10		μs
\overline{PROG} Width	0.2	1	μs
Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
ENABLE Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
Data Float After ENABLE	0	$48t_{CLCL}$	
\overline{PROG} High to \overline{BUSY} Low		1.0	μs
Byte Write Cycle Time		50	μs

6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

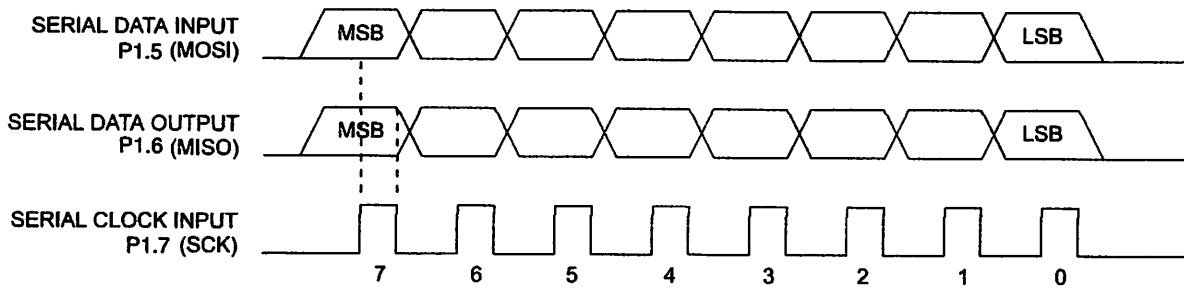


7. Flash Memory Serial Downloading



8. Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

8.1. Serial Programming Waveforms





8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Program Memory (Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	Read data from Program memory in the byte mode
Program Memory (Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	Write data to Program memory in the byte mode
Lock Bits ⁽²⁾	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx B3 B2 B1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Signature Bytes ⁽¹⁾	0010 1000	xxx A5 A4 A3 A2 A1	A0 xxx xxxx	Signature Byte	Read Signature Byte
Program Memory (Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Program Memory (Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

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

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

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

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

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

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

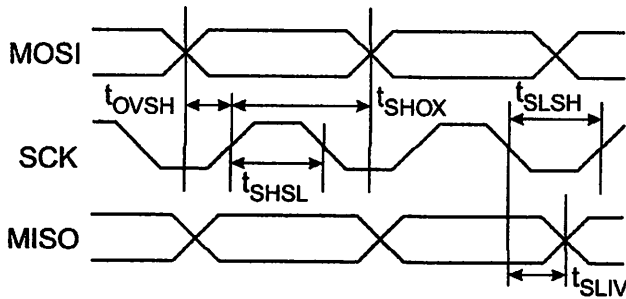


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
f_{CL}	Oscillator Frequency	0		33	MHz
T_{CL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SL}	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SH}	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{HX}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
t_{LV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t_{ASE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{WC}	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs



Absolute Maximum Ratings*

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

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

Characteristics

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

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

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

Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA

Maximum I_{OL} per 8-bit port:

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

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

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

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

AT89S51

Characteristics

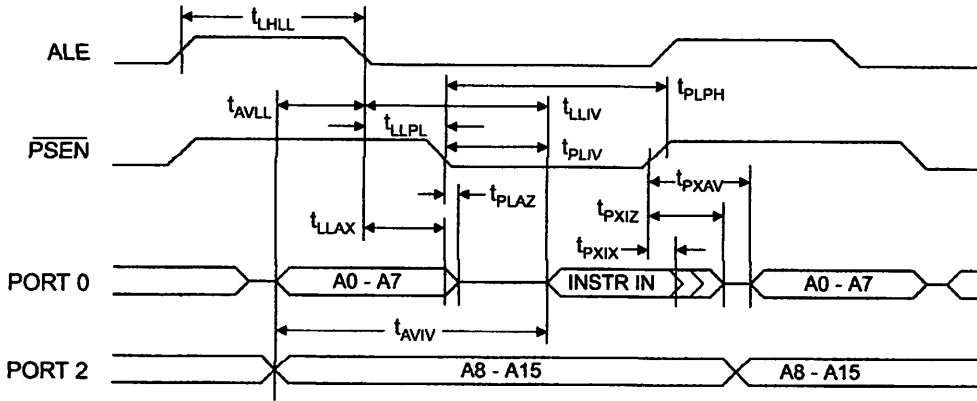
operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; load capacitance for all other ports = 80 pF.

Internal Program and Data Memory Characteristics

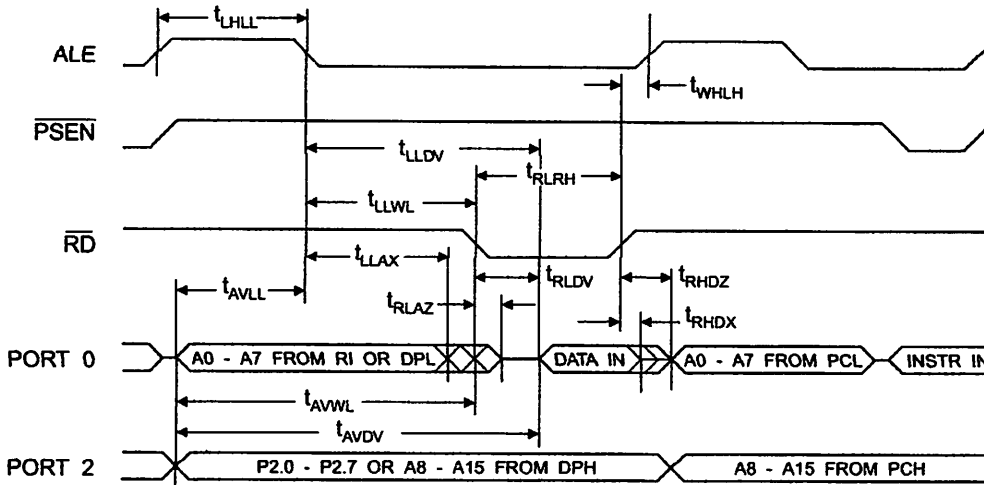
Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
	Min	Max	Min	Max	
Oscillator Frequency			0	33	MHz
ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
Address Hold After ALE Low	48		$t_{CLCL}-25$		ns
ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
ALE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



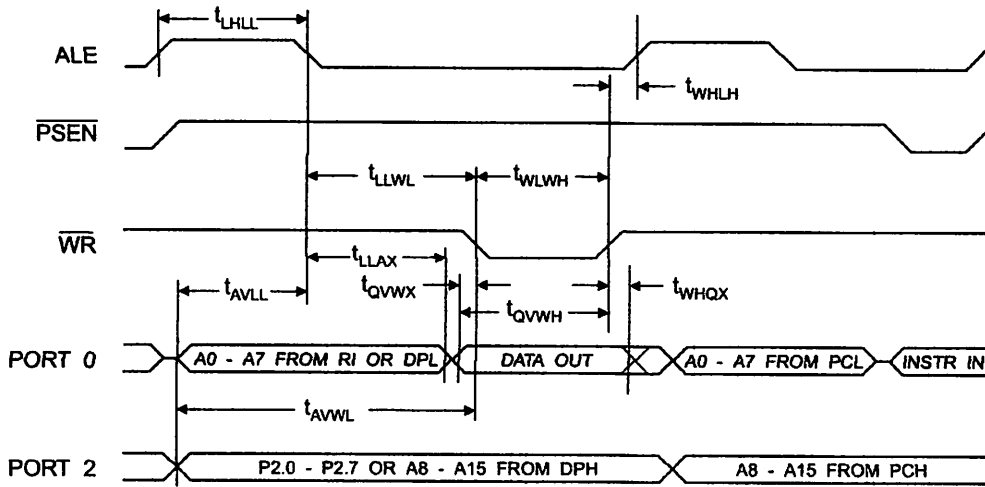
Internal Program Memory Read Cycle



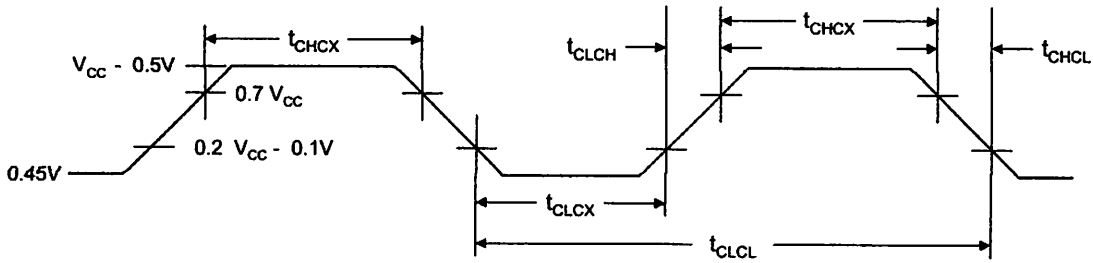
Internal Data Memory Read Cycle



Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

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



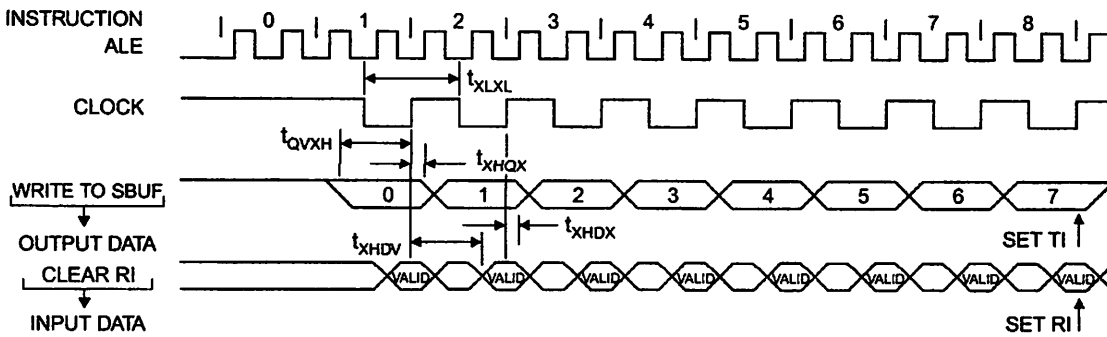


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

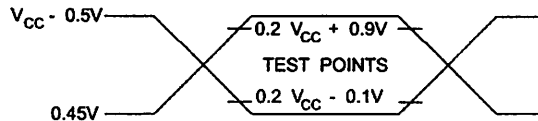
Values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

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

Shift Register Mode Timing Waveforms

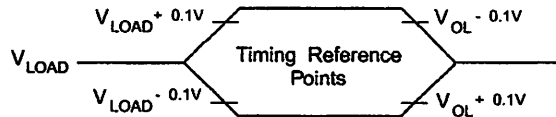


Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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.

Timing Waveforms⁽¹⁾



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

Ordering Information

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

 = Preliminary Availability

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

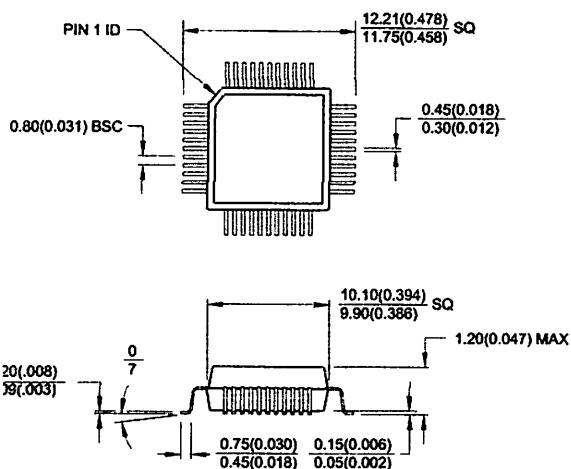




Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)

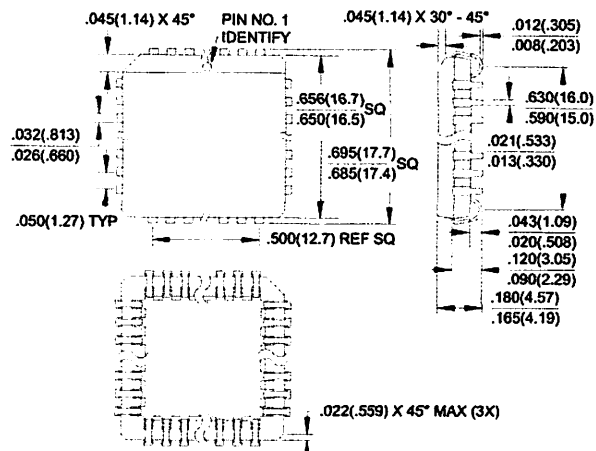
Dimensions in Millimeters and (Inches)*



Controlling dimension: millimeters

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

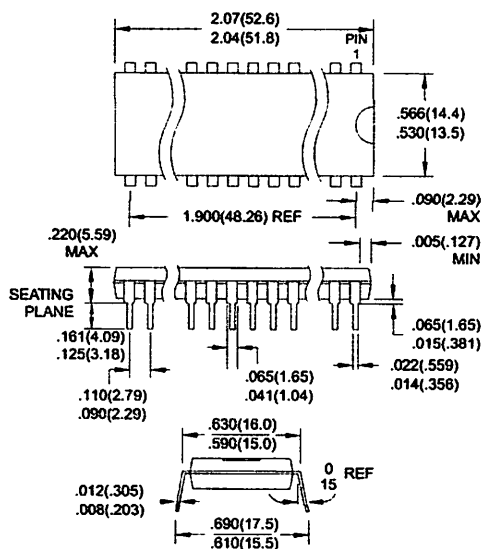
Dimensions in Inches and (Millimeters)



IP6, 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

Dimensions in Inches and (Millimeters)

DEC STANDARD MS-011 AC



AT89S51



Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
25 Orchard Parkway
Framingham, MA 01901
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Atmel Europe
Atmel SarL
Route des Arsenaux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
TEL (41) 26-426-5555
FAX (41) 26-426-5500

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

Atmel Japan K.K.
4-8 Shinkawa Bldg.
4-8 Shinkawa
Shinjuku-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Product Operations

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

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

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

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

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

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

e-mail
literature@atmel.com

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

© Intel Corporation 2001.

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

Atmel is the registered trademark of Atmel.

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

Printed on recycled paper.

2487A-10/01/xM