

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UNTUK PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1 PHASE BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 8535



Disusun Oleh :

DANIEL BAMBANG DWI PRASETYO

NIM: 02.12.016

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

3002

VARIOUS INFORMATION PRESENTED WITH THE
EXHIBITS INFORMATION PRESENTED
VARIOUS INFORMATION PRESENTED
COMPREHENSIVE INFORMATION PRESENTED

1991 05 13 012

1991 05 13 012

1991 05 13 012

VARIOUS INFORMATION PRESENTED
EXHIBITS INFORMATION PRESENTED : LARGE EXHIBITS
VARIOUS INFORMATION PRESENTED

1991 05 13 012

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UNTUK PENGATURAN
KECEPATAN MOTOR 1 PHASE BERBASIS MIKROKONTROLER
ATMEGA 8535.**

SKRIPSI

*Disusun Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

Daniel Bambang Dwi Prasetyo

02.12.016

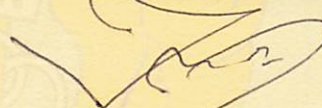
Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I



(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II



(I Komang Somawirata, ST, MT)
NIP. Y. 1028700172



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**



(Ir. F. Yardi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Daniel Bambang Dwi Prasetyo
N.I.M : 02.12.016
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Alat Untuk
Pengaturan Kecepatan 1 Phase Berbasis
Mikrokontroler ATMEGA 8535

Dipertahankan dihadapan team penguji skripsi jenjang sarjana (S-1) pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 25 September 2008
Dengan hasil : 74,55 (B+) *by*



Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME.
NIP. Y. 101 8100 036

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Sekretaris

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.
NIP. Y. 103 9500 274



ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Irrine Budi S, ST, MT
NIP. 132 314 400

Penguji II

Ir. Eko Nurcahyo
NIP. Y. 102 8700 172

ABSTRAKSI

Alat yang dirancang merupakan suatu alat yang dapat mengatur putaran motor AC 1 phase dengan hanya menggunakan ragam chip tunggal mikrokontroler ATmega8535. Cara pengaturan ini dengan menggunakan metoda PWM. Driver motor AC terdiri dari IC MOC3041 sebagai isolator antara tegangan ATmega8535 dengan motor AC dan TRIAC sebagai saklar tegangan AC 220V ke motor AC. Mati hidupnya motor ini berdasarkan pulsa digital PWM yang diberikan ke driver dari ATmega8535, ketika driver menerima logika “0” maka tegangan 220V akan terhubung ke motor AC sehingga motor ini dapat berputar, demikian sebaliknya apabila driver ini menerima logika “1”.

Dari hasil pengujian, alat ini mampu menghidupkan motor AC dengan putaran yang hampir sama dengan nilai set point, hal ini dikarenakan tidak adanya program metode kontrol di mikrokontroler Atmega8535 untuk tetap menjaga kestabilan putaran tersebut.

Kata kunci : putaran, motor AC, 1 phase, mikrokontroler ATmega8535.

KATA PENGANTAR

Atas Berkat Rahmat Allah Yang Maha Kuasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul:

**“ Perancangan Dan Pembuatan Alat Untuk Pengaturan Kecepatan Motor 1 Phase
Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535”**

Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan Skripsi ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusun mengikuti kuliah.

Atas terselesaikannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- Bapak Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S1 / Elektronika.
- Bapak Ir.M. Abdul Hamid, MT dan Bapak I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
- Teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan Skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, September 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TEORI DASAR	5
2.1. Motor AC.....	5
2.1.1. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Phasa Satu	7
2.1.2. Prinsip Kerja Motor Induksi Phasa Satu	9
2.1.3 Hubungan Torsi dan Slip pada Motor	10
2.2. Fitur Mikrokontroler Atmel ATmega8535.....	12
2.2.1. Organisasi Memori MCU	16
2.2.2. Progam Memori.....	16
2.2.3. Organisasi Memori MCU	17
2.2.4. Data Memori.....	17
2.3. LCD 16x2 (M1632)e	18
2.4. Matriks Keypad	21
2.5. TRIAC (Transistor Active Current).....	22
2.2.1. Keunggulan TRIAC	23
2.6. Optocoupler	24
2.6. PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>).....	26

BAB III PERANCANGAN ALAT	30
3.1. Pendahuluan	30
3.2. Perancangan Perangkat Keras	29
3.2.1. Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan	30
3.2.2. Fungsi Komponen dari Rangkaian Sistem	32
3.3. Perencanaan Rangkaian	32
3.3.1. Perancangan Rangkaian Keypad 4X4.....	33
3.3.2. Perancangan Rangkaian <i>Mikrokontroller</i>	
ATmega 8535.....	34
3.3.3. Perancangan Rangkaian LCD M1632.....	36
3.3.4. Perancangan Rangkaian Driver Motor	
AC220V	37
3.3.5. Perancangan Rangkaian Sensor	
RPM (Optocoupler).....	38
3.4. Flowchart	41
BAB IV PENGUJIAN ALAT	42
4.1. Pengujian Alat	42
4.2. Tujuan pengujian	42
4.3. Pengujian Rangkaian Keypad 4X4.....	43
4.4. Pengujian Rangkaian LCD	44
4.5. Pengujian Rangkaian Driver Motor AC220	45
4.6 Pengujian Rangkaian Sensor RPM (Optocoupler).....	46
4.7. Pengujian Sinyal PWM	48
4.8. Pengujian Kondisi Motor	50
4.9. Pengujian Keseluruhan Sistem	52
BAB V PENUTUP	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

2-1. Keadaan fluks terhadap waktu dan vektor terhadap ruangan	6
2-2. Konstruksi motor	7
2-3. Rangkaian ekivalen dari motor induksi satu fasa	8
2-4. Rangkaian pengganti motor induksi satu fasa	8
2-5. karakteristik $T_d = f(s)$ dan $n/n_s = f(s)$	11
2-6. Mikrokontroler ATMEGA8535	14
2-7. Blok diagram ATMEGA8535.	15
2-8. Blok program memori.....	17
2-9. Blok diagram data memori	18
2-10. Rangkaian LCD	18
2-11. Proses scanning Keypad matriks 4X4	21
2-12. Deskripsi TRIAC (pin, bentuk fisik dan simbol)	23
2-13. Gambar Infra Red	25
2-14. Gambar Photo Dioda	25
2-15. Proses perbandingan antara sinyal.....	28
3-1. Diagram Blok secara keseluruhan	31
3-2. Rangkaian Keypad 4X4	33
3-3. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATMEGA8535	34
3-4. Rangkaian LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	37
3-5. Rangkaian driver motor AC220.....	38
3-6. Rangkaian LED (Light Emitting Dioda) <i>Infra Red</i> Dan <i>Photo Dioda</i>	40
3-7. <i>Flowchart software</i>	41
4-1. Diagram Blok Pengujian Pengkode Keypad	43
4-2. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Tampilan	44
4-3. Foto Pengujian LCD.....	45
4-4. Pengujian Driver motor AC	45
4-5. Rangkaian Pengujian Sensor Rpm	46
4-6. Foto pengujian sensor Rpm Kondisi Terhalang	46
4-7. Foto Pengujian Sensor Rpm Kondisi Tidak Terhalang	47

4-8. Pengujian Sinyal PWM.....	48
4-9. Foto Sinyal PWM Pada Oscilloscope Dengan Kecepatan 70 Rpm	48
4-10. Grafik Sinyal PWM.....	49
4-11. Foto Pengujian Kondisi Motor Pada Waktu Ada Beban	50
4-12. Foto Pengujian Kondisi Motor Pada Waktu Tanpa Beban.....	51
4-13. Blok Pengujian Keseluruhan Sistem.....	51
4-14. Foto Tampilan Seting Kecepatan.....	52
4-15. Foto Tampilan Pada Saat Motor Berjalan.....	52

DAFTAR TABEL

2-1. Pin LCD	20
3-1. Fungsi Tiap – tiap <i>Port Microcontroller</i> ATMEGA8535	35
3-2. Fungsi penyemat LCD	36
4-1. Hasil Pengujian Pengkode <i>Keypad</i>	44
4-2. Hasil Pengujian Sensor Rpm (Infra Merah)	47
4-3. Hasil Pengujian Sinyal PWM	49
4-4. Hasil Pengujian Kondisi Motor	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengendalian suatu sistem analog dengan menggunakan sistem digital memiliki beberapa keuntungan, diantaranya yaitu lebih akurat, lebih murah dan lebih praktis. Sistem digital hanya mengenal 2 jenis logika yaitu logika “0” dan “1”, dengan adanya logika tersebut, maka sistem ini dapat memberikan masukan kepada sistem yang dikendalikan (*plant*) secara lebih pasti (akurat). Penggunaan sistem ini lebih sedikit menggunakan komponen dibandingkan dengan sistem analog, sehingga biaya komponen dan jumlah komponen yang digunakan dapat dikurangi.

Salah satu komponen digital yang berfungsi sebagai pengendali yaitu mikrokontroler ATmega8535. Komponen ini merupakan sejenis IC (*Integrated Circuit*) yang telah dilengkapi oleh mikroprosesor, memori, jalur I/O, fasilitas ADC (*Analog to Digital Converter*) dan PWM (*Pulse Width Modulation*). Dibandingkan dengan mikrokontroler dari keluarga MCS-51, IC ini memiliki waktu proses yang lebih cepat, yaitu sekitar $\frac{1}{4}$ mikrodetik setiap satu kali proses.

Berdasarkan fasilitas ATmega8535, IC ini juga dapat menghasilkan dan mengendalikan keluarannya menjadi bentuk frekuensi sinusoidal. Salah satu manfaat frekuensi ini yaitu untuk mengendalikan putaran motor AC satu phase. Aplikasi ATmega8535 sebagai pengendali putaran motor AC satu phase lebih

sedikit menggunakan komponen daripada sistem *inverter* yang sudah ada dipasaran, sehingga sistem yang dihasilkan lebih murah dan praktis.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang timbul adalah bagaimana membuat alat pengatur frekuensi tegangan untuk mengendalikan motor AC satu phase berbasis mikrokontroler ATMEGA8535.

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merancang dan membuat alat untuk mengatur kecepatan motor induksi 1 phase.

1.4. Batasan Masalah

Penulis membatasi ruang lingkup dalam skripsi ini dalam batasan masalah. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut :

- a) Jenis motor yang dikendalikan yaitu motor induksi 1 phase, 1/16 HP.
- b) Alat bantu tampilan menggunakan LCD M1632.
- c) Masukkan sistem pengendali menggunakan keypad.
- d) Pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan mengatur frekuensinya.
- e) Kontroler menggunakan mikrokontroler ATMEGA8535.

1.5. Metodologi Penulisan

Untuk mencapai tujuan yang direncanakan dengan hasil optimal, maka dalam pengerjaannya laporan akhir ini dilakukan secara bertahap dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
2. Perancangan dan pembuatan alat
3. Pelaksanaan uji coba alat
4. Penyusunan Laporan Skripsi

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam proses penyelesaian penulisan dan pembuatan alat ini penulis melakukan dalam tahap-tahap yang sesederhana mungkin untuk mempermudah pemahaman dan penguasaan teori aplikasi peralatan ini secara praktis. Langkah awal proses tersebut adalah studi kepustakaan serta penguasaan teori yang disusul dengan perancangan rangkaian. Selanjutnya diikuti dengan pembuatan laporan tugas akhir yang berupa buku merupakan akhir dari pembuatan tugas akhir. Langkah-langkah diatas dapat dibuat sistematika pembahasan dari buku ini menjadi lima bab, yakni:

BAB I. PENDAHULUAN,

Pada bab I ini berisi tentang hal-hal yang mendasari penulis mengangkat permasalahan yang antara lain:

- Latar belakang
- Tujuan penulisan

- Rumusan Masalah
- Batasan Masalah
- Metodologi
- Sistematika pembahasan.

BAB II. LANDASAN TEORI

Pada bab II ini penulis mencoba mengangkat teori-teori dasar komponen sebagai penunjang dari permasalahan yang diambil.

BAB III. PERENCANAAN SISTEM DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perancangan alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak, serta cara kerja blok diagram

BAB IV. PENGUJIAN ALAT

Mencakup pembahasan tentang proses pengujian alat yang terdiri dari peralatan yang digunakan, langkah kerja dan analisa hasil pengujian

BAB V. PENUTUP

Bab ini akan membahas **kesimpulan** dan **saran** yang diperoleh dari kekurangan dan kesalahan yang muncul pada pembuatan alat.

BAB II

LANDASAN DASAR

2.1. Motor AC

Motor AC memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan dan murahnya biaya perawatan sehingga jenis motor ini banyak dipakai di lingkungan industri maupun rumah tangga. Pengendalian kecepatan putaran motor AC dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya dengan kendali tegangan dan frekuensi.

Oleh karena bentuknya yang sederhana dan harganya relatif murah, motor induksi satu fasa tunggal banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, contohnya kipas angin, pompa air dan mesin bor serta lainnya. Struktur motor satu fasa sama dengan struktur konstruksi motor satu fasa jenis rotor sangkar, kecuali kumparan statornya yang hanya terdiri dari atas satu fasa saja.

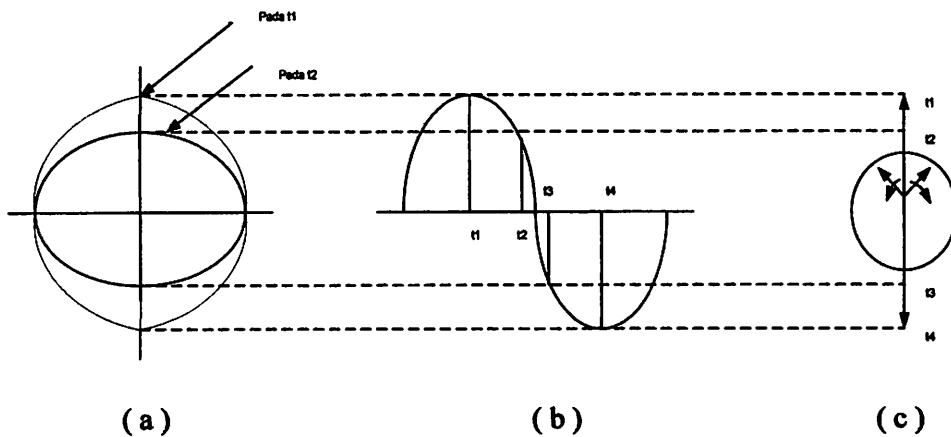
Seperti yang telah diketahui bahwa kumparan stator satu fasa bila dihubungkan dengan sumber tegangan bolak balik akan menghasilkan suatu medan magnet yang berputar terhadap ruang. Medan putar inilah yang pada dasarnya menjadi prinsip motor induksi. Fasa tunggal tidak menghasilkan medan putar. Sumber tegangan yang sinouoid menghasilkan fluks sinusoid pula ($e = d\Phi / dt$). Fluks yang sinousoid ini hanya menghasilkan fluks (medan) pulsasi saja

dan bukan fluks yang berputar terhadap ruang. Berikut ini adalah gambar masing – masing ;

fluks terhadap ruang (pulsasi) (Gb.2. 1a)

fluks terhadap waktu (Gb.2. 1b)

dan kedudukan vektornya diruang (Gb.2. 1c)

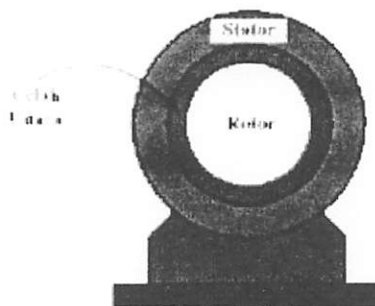


Gambar 2.1. keadaan fluks terhadap waktu dan vektor terhadap ruangan
Sumber : Dasar Teknik Listrik dan Elektronika Daya, Zuhail, 1993, Gramedia, Jakarta.

Fluks yang dihasilkan oleh kumparan fasa tunggal merupakan fluks dengan dua komponen fluks tersebut bergerak berlawanan arah dengan kecepatan sudut (ωt) yang sama, sehingga kedudukannya terhadap ruang seolah - olah tetap. Kedua komponen fluks yang berlawanan tersebut tentunya akan menghasilkan kopel yang sama besar dan berlawanan pula (arah maju dan arah

mundur). Kopel resultan yang dihasilkan oleh kedua komponen tersebut pada dasarnya mempunyai kemampuan menggerakkan rotor dengan arah maju atau mundur. Tetapi pada keadaan start kemampuan motor untuk maju sama besar dengan kemampuan gerak mundurnya. Oleh sebab itu motor tetap saja diam. Apabila dengan satu alat bantu kita akan memberikan sedikit kopel maju , motor akan berputar mengikuti resultan maju.

Konstruksi motor induksi satu fasa terdiri atas dua komponen yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak dan rotor adalah bagian yang bergerak yang bertumpu pada bantalan poros terhadap stator. Motor induksi terdiri atas kumparan-kumparan stator dan rotor yang berfungsi membangkitkan gaya gerak listrik akibat dari adanya arus listrik bolak-balik satu fasa yang melewati kumparan-kumparan tersebut sehingga terjadi suatu interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor. Bentuk dan konstruksi motor tersebut digambarkan pada gambar 2.2

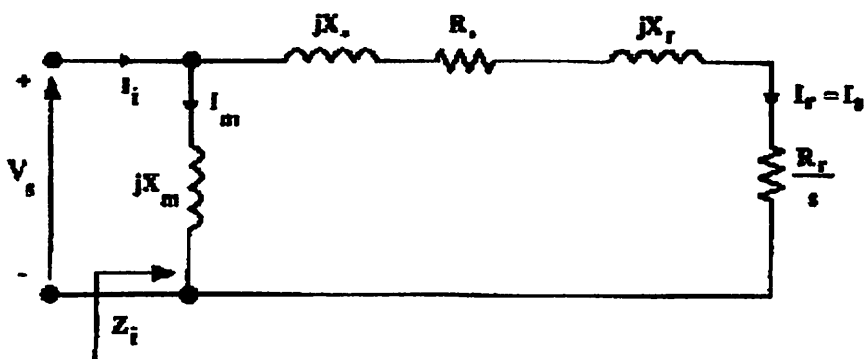


Gambar 2.2. Konstruksi motor

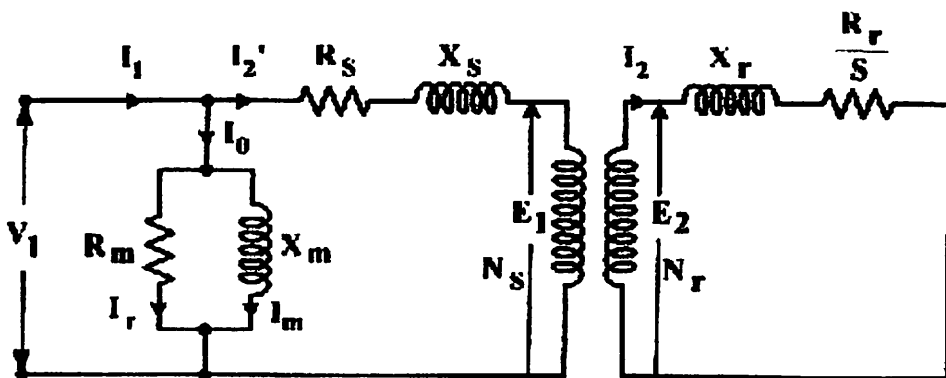
2.1.1 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Fasa Satu

Motor induksi satu fasa terdiri kumparan stator dan kumparan rotor. Kumparan stator dan rotor masing-masing terdiri dari parameter resistansi " R ",

reaktansi “jX” dan lilitan penguat “N”. Rangkaian ekivalen dari motor induksi satu fasa dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Gambar 2.3



Gambar 2.3. Rangkaian ekuivalen dari motor induksi satu fasa



Gambar 2.4. Rangkaian pengganti motor induksi satu fasa.

Nilai arus suber bolak-balik satu fasa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I_1 = I_0 + I_2 \dots \dots \dots (1)$$

Besarnya arus pemaknitan I_0 yang timbul akibat adanya induksi yang terjadi antara medan stator dan rotor adalah :

$$I\theta = Ir + Im \text{ (2) } \dots\dots\dots \text{ ' (2)}$$

Konstruksi motor induksi satu fasa terdiri atas dua komponen yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak dan rotor adalah bagian yang bergerak yang bertumpu pada bantalan poros terhadap stator. Motor induksi terdiri atas kumparan-kumparan stator dan rotor yang berfungsi membangkitkan gaya gerak listrik akibat dari adanya arus listrik bolak-balik satu fasa yang melewati kumparan-kumparan tersebut sehingga terjadi suatu interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor.

Proceedings, Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT2004) Auditorium Universitas Gunadarma, Jakarta, 24 – 25 Agustus 2004 ISSN : 1411-6286 710
Sistem Pengendali Kecepatan Putaran Motor Ac Fasa Satu Menggunakan Mikrokontroler At89s8252 Ggl yang dihasilkan akibat interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor yang masing-masing sebesar E1 dan E2 adalah :

$$E_1 = I_2' (R_s + jX_s) \dots\dots\dots (3)$$

$$E_2 = I_2 \left(\frac{R_2}{s} + jX_r \right) \dots\dots\dots (4)$$

Impedansi pada kumparan motor stator dan rotor masing-masing adalah :

$$jX_s = j\omega_s L_s \dots\dots\dots (5)$$

$$jX_r = j\omega_r L_r \dots\dots\dots (6)$$

2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi Fasa Satu

Apabila kumparan-kumparan motor induksi satu fasa dialiri arus bolak-balik satu fasa, maka pada celah udara akan dibangkitkan medan yang berputar dengan kecepatan putaran tertentu Medan magnet berputar bergerak memotong

lilitan rotor sehingga menginduksikan tegangan listrik pada kumparan-kumparan tersebut. Biasanya lilitan rotor berada dalam hubung singkat.

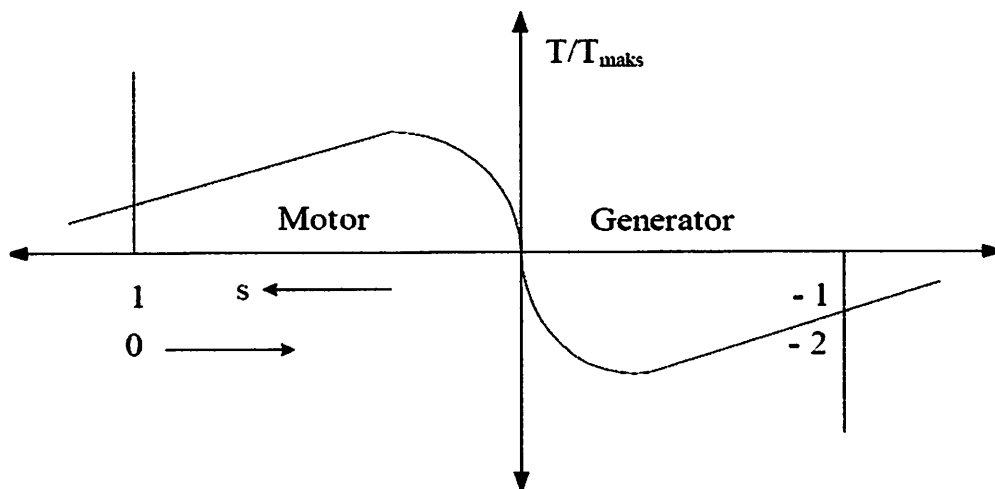
Akibatnya lilitan rotor akan mengalir arus listrik yang besarnya tergantung pada besarnya tegangan induksi dan impedansi rotor. Arus listrik yang mengalir pada rotor akan mengakibatkan medan magnet rotor dengan kecepatan sama dengan kecepatan medan putar stator (n_s). Interaksi medan stator dan rotor akan membangkitkan torsi yang menggerakkan rotor berputar searah dengan arah medan putar stator. Interaksi medan stator dan rotor juga menyebabkan terjadinya ggl induksi yang disebabkan oleh kumparan-kumparan stator dan rotor.

2.1.3 Hubungan Torsi dan Slip pada Motor

Berubah-ubahnya kecepatan motor induksi (n_s) akan mengakibatkan harga slip dari 100% pada saat start hingga 0% pada saat motor diam ($n_r = n_s$). torsi yang dihasilkan selama motor induksi satu fasa berputar tergantung pada perubahan slip dan perubahan dalam Newton.meter. Perubahan pembebanan dapat terjadi dengan naiknya nilai tegangan dan arus pada rotor. Hubungan torsi (T_d) terhadap parameter impedansi stator, impedansi rotor, arus rotor, tegangan sumber dan kecepatan sudut secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I_r = \frac{V_s}{\left[(R_s + R_r / S) + (X_s + X_r)^2 / X_s + X_r / S \right]^{1/2}}$$

Karakteristik torsi terhadap perubahan slip saat 100% pada saat start hingga 0% pada saat motor diam ($n_r = n_s$) pada motor induksi satu fasa dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5. karakteristik $T_d = f(s)$ dan $n/ns = f(s)$

Untuk memberikan arus lilitan start yang memadai nilai dan pergeseran fasa yang optimal, kapasitor start harus mempunyai nilai kapasitansi yang besar.

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan pengembangan dari mikrokontroler standart MCS-51. Hal-hal yang terdapat pada penjelasan mikrokontroler MCS-51 juga berlaku untuk mikrokontroler ATmega8535.

2.2. Fitur Mikrokontroler Atmel ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan pengembangan dari mikrokontroler standard MCS – 51, dengan banyak kelebihan yang ditawarkan antara lain :

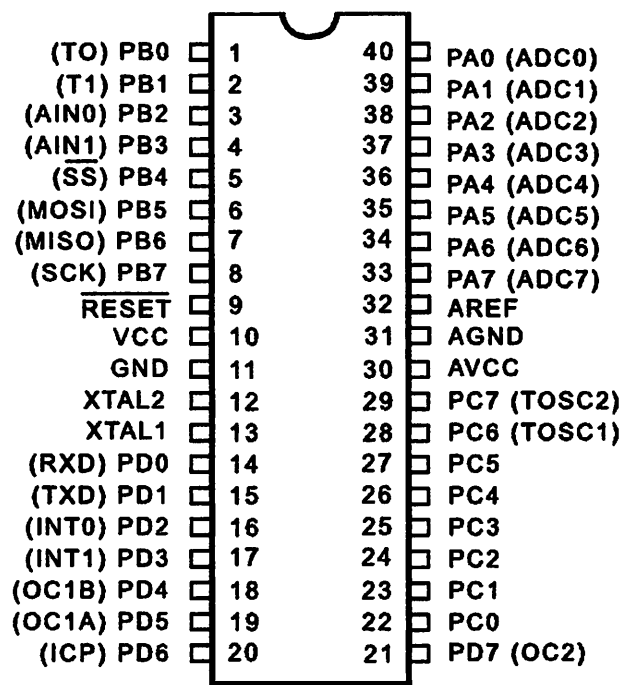
- AVR®– High-Performance dan Low-Power RISC Arsitektur
- 118 Instruksi Tunggal

- 32 x 8 General-Purpose register
- 8 MIPS Throughput pada 8 MHZ
- Data Dan Nonvolatile Memori Program
- 8K Bytes Programmable
- SPI Alat penghubung Serial untuk System memprogram
- Daya tahan: 1,000 menghapus /menulis
- 512 Bytes EEPROM
- Daya tahan: 100,000 Write/Erase Edar
- 512 Bytes SRAM Internal
- Memprogram Kunci untuk Keamanan Perangkat lunak
- Corak Sekeliling
- 8-Channel, 10-Bit ADC
- UART Programmable
- MASTER/SLAVE SPI Alat penghubung Serial
- Dua 8-bit Timer/Counters dengan Terpisah Prescaler dan Bandingkan Gaya
- Satu 16-bit Timer/Counter dengan Terpisah Prescaler, Bandingkan dan
- Menangkap Gaya dan rangkap 8-, 9-, atau 10-bit PWM
- Pengatur waktu Anjing penjaga/penjaga Programmable dengan On-Chip Osilator
- On-Chip Pembanding Analog
- Khusus Microcontroller Corak
- Power-On Masang lagi Sirkuit

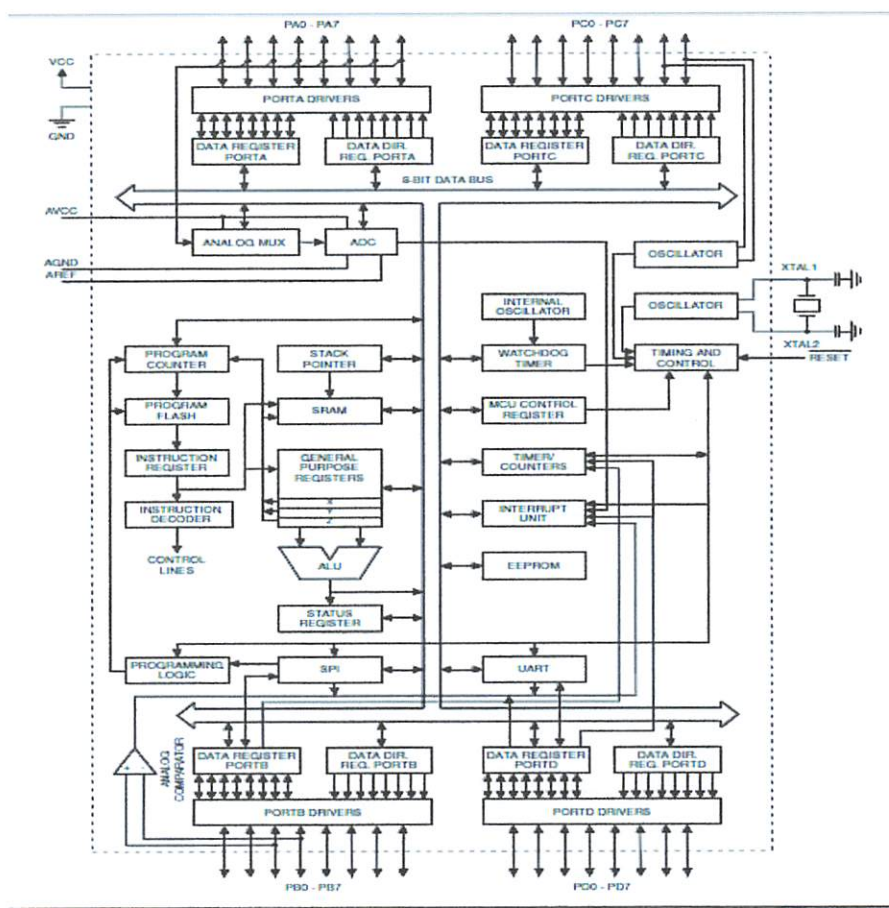
- Real-Time Jam (RTC) dengan Osilator Terpisah dan Gaya Konter
- Sumber Jawilan Internal Dan eksternal
- Tiga Tidur Gaya: Kosong, [Kuasa/ tenaga] [Menyelamatkan;Menabung] dan ower-Down
- Konsumsi [Kuasa/ tenaga] pada 4 MHZ, 3V, 20°C
- Aktip: 6.4 mA
- Gaya Kosong: 1.9 mA
- Power-Down Gaya: < 1 μ A
- I/O dan Mbungkus
- 32 Bentuk I/O Programmable
- 40-Lead PDIP, 44-lead PLCC, 44-lead TQFP, dan 44-pad MLF
- Beroperasi Voltase
- VCC: 4.0- 6.0V AT90S8535
- VCC: 2.7- 6.0V AT90LS8535
- Nilai/Kelas Kecepatan:
 - 8 MHZ untuk AT90S8535
 - 0- 4 MHZ untuk AT90LS8535

Dipakainya downloadable flash memori memungkinkan mikrokontroler ini bekerja sendiri tanpa diperlukan tambahan chip lainnya. Dan flash memori dapat diprogram hingga seribu kali. Hal lain yang menguntungkan adalah sistem pemrograman jauh lebih komplit dan tidak memerlukan rangkaian yang rumit seperti rangkaian untuk memprogram AT89C51.

Timer / counter juga bertambah satu dari standar 2 buah pada AT90S8535. Selain itu frekuensi kerja yang lebar dan rancangan statik sangat membantu untuk proses *debugging*. Dengan adanya beberapa fitur tambahan itu, maka akan mengakibatkan bertambahnya SFR (*Special Function Register*).



Gambar 2.6. Mikrokontroler ATMEGA8535.



Gambar2.7. Blok diagram ATMEGA8535.

AVR ini berkombinasi suatu instruksi 32 general-purpose. Secara langsung dihubungkan kepada Unit Logika Perhitungan (ALU), membiarkan dua daftar mandiri untuk diakses satu instruksi tunggal mengeksekusi satu jam. Hasil arsitektur jadilah lebih kode yang efisien menuju keberhasilan sepuluh kali lebih cepat dari CISC konvensional microcontrollers.

ATMEGA8535 menyediakan corak yang berikut: 8K bytes In-System Programmable, 512 bytes EEPROM, 512 bytes SRAM, 32 general-purpose Bentuk I/O, 32 generalpurpose, Real-Time Jam (RTC), tiga fleksibel

timer/counters dengan bandingkan gaya, jawilan internal dan eksternal, suatu UART serial programmable, 8-channel, 10-bit ADC, Pengatur waktu dan tiga software-selectable power-saving gaya. Gaya Yang kosong stop CPU membiarkan SRAM ,timer/counters, SPI sistem untuk melanjutkan berfungsi. Power-Down Gaya indeks daftar itu tetapi membekukan osilator tersebut, melumpuhkan semua lain chip berfungsi sampai perangkat keras atau jawilan yang berikutnya memasang lagi. Dalam kuasa penyelamatan Gaya, osilator pengatur waktu terus berjalan, membiarkan pemakai itu untuk memelihara suatu pengatur waktu mendasarkan] sisa dari alat sedang slep.

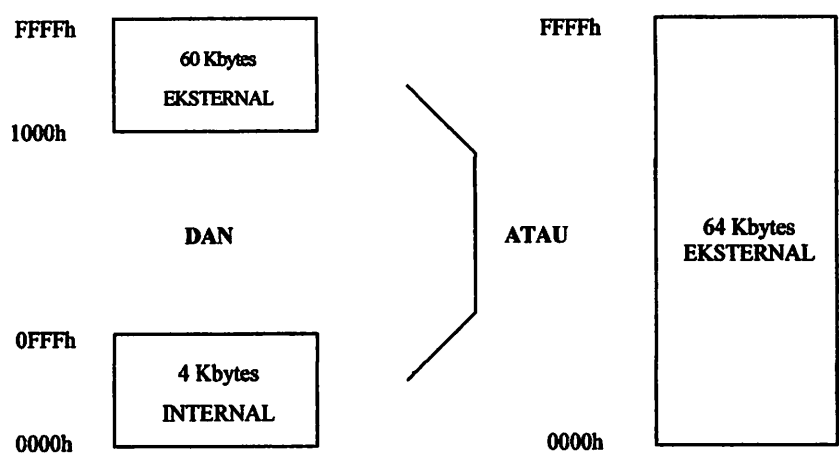
2.2.1. Organisasi Memori MCU

MCS -51 mempunyai space addres yang terpisah antara progam memori (ROM) dan data memori (RAM). Pemisahan dilakukan secara logika, sehingga CPU dapat menggunakan lokasi addres untuk progam memori dan data memori.

2.2.2. Progam Memori

Progam memori menggunakan lokasi addres sepanjang 64K Byte dengan rician 4 K Byte memori internal (Addres 0000_H – 0FFF_H) di tambah 60 Kbyte dari memori eksternal, atau dapat juga menggunakan 04 Kbyte memori eksternal penuh. Addres progam memori diatas 0FFF_H yang melebihi kapasitas ROM internal akan menyebabkan MCU AT89C51 secara otomatis akan mengambil byte kode dari progam memori eksternal.

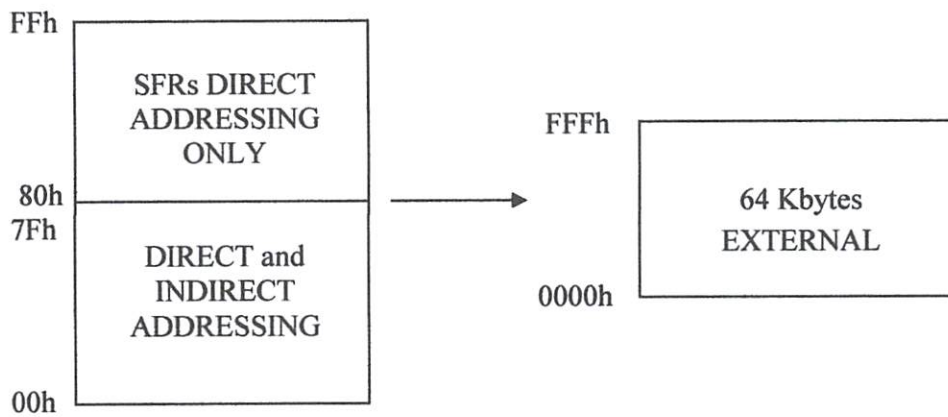
2.2.3. Organisasi Memori MCU



Gambar 2.8. Blok program memori

2.2.4. Data Memori

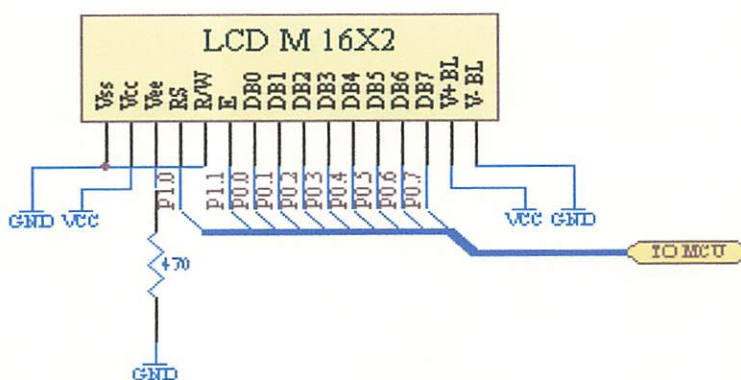
Data memori data yang dikenal dengan RAM (Random Acces Memori) menggunakan lokasi addres sepanjang 60 Kbyte yang didapat dari memori data eksternal. Untuk lebar RAM internal mempunyai 128 byte ditambah sejumlah Register Fungsi khusus atau Special Function Register (SFRs). Register ini menggunakan addres 80_H – FF_H, namun tidak semua addres ini digunakan untuk SFRs.



Gambar 2.9. Blok diagram data memori

Tata letak pin – pin ini masih berbeda pada mikrokontroler MCS – 51 AT90S8535 dapat menggantikan mikrokontroler MCS – 51. cocok tersambung secara permanen dalam rangkaian. Motor yang start dengan kapasitor, mempunyai sakelar yang akan melepas hubungan lilitan start jika motor telah mendekati kecepatan sinkronnya.

2.3. LCD 16x2 (M1632)



Gambar 2.10 Rangkaian LCD

Sumber : Perencanaan

LCD (Liquid Crystal Display) adalah komponen display yang tidak memancar (nonemissive), sehingga tidak menghasilkan sumber cahaya seperti CRT (Cathode Ray Tube), dan berdaya sangat rendah (lebih rendah dari LED) yaitu dalam hitungan mikrowatt (LED dalam hitungan miliwatt). LCD menahan atau membiarkan cahaya yang dipantulkan dari sumber cahaya luar dan cahaya yang berasal dari belakang atau samping yang melewatinya. LCD dikontrol oleh ROM/RAM generator karakter dan RAM data display. Semua fungsi display dikontrol dengan instruksi dan LCD dapat dengan mudah diinterfacekan dengan MPU (Mikroprosessor Unit).

Karakteristik dari LCD dot-matriks adalah sebagai berikut:

- 16X2 karakter dengan 5X7 dot matriks+kursor
- ROM generator karakter dengan 8 tipe karakter (untuk program write)
- 80X8 bit RAM data display
- Dapat diinterfacekan dengan 4 atau 8 bit MPU
- RAM data dan RAM generator karakter dapat dibaca dari MPU
- +5V single power supply
- Power-on reset
- Range temperature operasi 0-60°C
- Beberapa fungsi instruksi:

Display clear, Cursor home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display character blink, Cursor Shift dan Display shift.

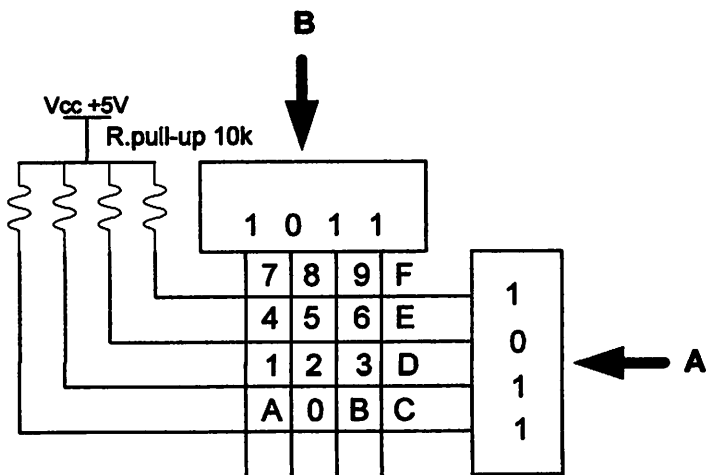
LCD disini dapat menampilkan karakter yang ada pada ROM generator karakter, yang sudah berisi 192 jenis karakter, dengan cara memberikan kode karakter untuk tiap-tiap karakter yang diinginkan pada bus data dengan menggunakan sinyal kontrol.

Tabel: 2.1 Pin LCD

NO	Simbol	Level	Function
1	Vss	-	0V (GND)
2	Vcc	-	5V
3	Vee	-	LCD Drive
4	RS	H/L	H: Data Input L: Instruksion In
5	R/W	H/L	H: Read L: Write
6	E	1/0	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	Data Bus
9	DB2	H/L	Data Bus
10	DB3	H/L	Data Bus
11	DB4	H/L	Data Bus
12	DB5	H/L	Data Bus
13	DB6	H/L	Data Bus
14	DB7	H/L	Data Bus
15	V+ BL	-	Vcc
16	V- BL	-	GND

2.4. Matriks Keypad

Key Pad disini digunakan untuk memasukkan data acuan, proses scanning matrik keypad pada dasarnya mendecoder penekanan suatu tombol dengan konfigurasi matrik. Diumpamakan Port B dioperasikan sebagai Output scanning bagian kolom. Scanning dilakukan secara berurutan dari kolom paling kiri sampai kolom paling kanan, Kolom yang aktif akan berada pada kondisi low. Untuk mengetahui ada tidaknya tombol ditekan, Maka harus dilakukan pembacaan terhadap port (Diumpamakan port A) yang dioperasikan sebagai input dari setiap baris pada kolom yang sedang aktif. Jika tidak ada tombol ditekan semua kondisi baris akan high karena karena dipull-up oleh resistor pull-up ke Vcc.Jika salah satu baris tombol ditekan maka tombol tersebut terletak pada kolom yang sedang aktif, Kondisi baris yang terbaca pada port A adalah low. Hal ini dapat dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 2.11. Proses scanning Keypad matriks 4X4
Sumber : Perencanaan

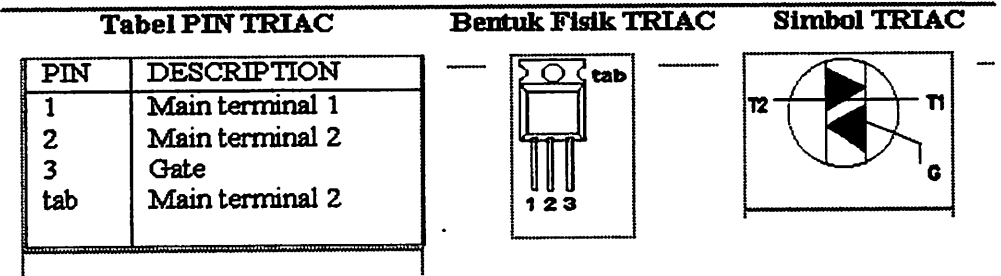
Diumpamakan pin Y1-Y4 sebagai row dan pin X1-X4 sebagai colom. yaitu apabila salah satu pin misalnya Y1 terhubung dengan X1 maka data outnya akan 0 sedangkan untuk Y1 dengan X2 data outnya akan 1. Diumpamakan tombol 5 ditekan, Maka pada proses kerjanya port B dikirim data 0111. Dalam keadaan ini dilakukan pembacaan pada port A dan hasil yang diperoleh adalah 1111. ini berarti tidak ada tombol yang ditekan pada kolom paling kiri. Selanjutnya pada port B dikirim data 1011 dan dilakukan pembacaan dari port A. Hasil diperoleh dari pembacaan tersebut yaitu 1011. Ini berarti ada tombol yang ditekan pada kolom kedua baris kedua. Melalui software yang dibuat dapat diketahui kode dari tombol yang ditekan. Untuk menghindari pembacaan yang salah karena adanya dua tombol atau lebih yang ditekan bersamaan, maka proses scanning dilakukan terhadap seluruh tombol keypad dan penghitungan jumlah tombol yang ditekan.

2.5. TRIAC (Transistor Active Current)

Transistor Active Curren (TRIAC) adalah komponen semikonduktor yang beroperasi seperti dua SCR dengan anoda-katoda terhubung. Sebuah triac terdiri atas dua dioda perarel yang dihubungkan pada arah yang berbeda dengan sebuah gerbang. Perbedaan utama antara triak dan SCR adalah dapat menghantarkan arus tanpa memperhatikan polaritas tegangan dan keadaan bias pemicu yang diberikan pada gerbang. Karena tidak ada lagi terminal anoda dan katoda maka terminal pada triac disebut dengan terminal utama (*main terminal*) MT1 dan MT2.

TRIAC menjadi aktif dengan memberikan tegangan positif atau negatif pada gerbangnya. Seperti SCR, jika sebuah triac telah menjadi aktif, gerbang tidak

dapat mematikan triac. Triac juga dikomutasi dengan menurunkan arus penahan dibawah nilai minimumnya. Kerugian yang utama pada triac dibanding dengan SCR adalah kemampuan menghantarkan arus yang kecil. Kebanyakan triac hanya dapat mengalirkan arus maksimum kurang dari 40A dan tegangan maksimum sebesar 600V. Dalam perencanaan dan pembuatan alat ini TRIAC digunakan sebagai rangkaian driver pompa AC (pompa aquarium) dan tipe TRIAC yang digunakan adalah BT136 yang memiliki deskripsi sebagai berikut:



Gambar 2.12. Deskripsi TRIAC (pin, bentuk fisik dan simbol)
Sumber : Perencanaan

2.5.1 Keunggulan TRIAC

Dalam penggunaannya TRIAC memiliki beberapa keunggulan antara lain sebagai berikut:

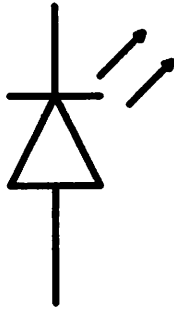
- TRIAC lebih luwes dan sederhana dalam pemakaiannya.
- Banyak ragam terapanya, termasuk pengemudian daya AC
- Triac memungkinkan pengemudian arus yang relatif besar, dari sumber berdaya kecil.
- Tidak terjadi bentuk kontak
- Triac menggrendel setiap peruh daur tegangan bolak-balik
- Triac selalu membuka pada arus nol, karenanya:

- Tidak terjadi pembusuran atau kilasan tegangan oleh tegangan induksi dari beban ataupun dari jaringan listrik.
- Tambahan komponen-komponen eksternal sangat minim kalau dibandingkan terhadap jenis-jenis saklar setengah penghantar yang lain.
- Pada umumnya kekalang triac adalah sama seperti kekalang *thyristor* lainnya
- Struktur bangunan Triac dan lambangnya sederhana
- Daerah langsung antara MT1 dan MT2 berupa jajaran sekalar p-n-p-n dan n-p-n-p.
- Lambang terdiri dari lambang SCR yang dikombinasi dengan lambang SCR komplementer.
- Triac tidak kenal istilah “anoda” dan “katoda” melainkan dengan angka-angka: MT2 dan MT1 (*MT= Main terminal*)

Terminal MT1 merupakan titik acuan untuk pengukuran arus dan tegangan diterminal pintu (*gate*) dan terminal MT2

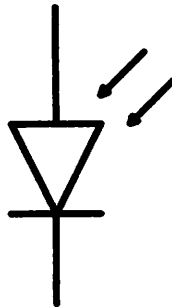
2.6. Optocoupler

Pada Perancangan Dan Pembuatan Alat Untuk Pengaturan Kecepatan Motor 1 Phase Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535, menggunakan Sensor yang terdiri dari Infra Red sebagai Transmitter dan Foto Dioda sebagai Receiver. Sensor ini berfungsi sebagai pendeteksi kecepatan motor.



Gambar 2.13. Gambar Infra Red

Prinsip kerja dari sensor ini adalah apabila ada aliran arus yang melewati led, maka led tersebut akan menyala. Cahaya yang dipancarkan led tersebut dipakai sebagai tegangan catu. Pengoperasian sensor ini ada dua macam, yaitu aktif tinggi dan aktif rendah.



Gambar 2.14. Gambar Photo Dioda

Pada operasi aktif tinggi, output diambil dari kaki emitor sedangkan operasi aktif rendah, output diambil dari kaki kolektor. Keunggulan dari sensor ini adalah:

- Kecepatan operasi yang tinggi.
- Ukuran dimensi yang kecil.
- Tahan benturan/goncangan dan getaran.

- Tidak mempunyai bagian yang bergerak sehingga tidak saling melekat.
- Kompatibel dengan banyak rangkaian logika dan mikroprosesor.
- Respon frekwensi sampai dengan 100 Khz.

2.7. PWM (*Pulse Width Modulation*)

Inverter adalah konverter DC ke AC dengan tegangan dan frekuensi keluaran dapat diatur sehingga motor AC dapat dikendalikan dengan fleksibel. Ada beberapa jenis inverter diantaranya adalah inverter PWM (*Pulse Width Modulation*). Keuntungan operasi inverter PWM sebagai teknik konversi dibanding dengan jenisjenis inverter lainnya adalah rendahnya distorsi harmonik pada tegangan keluaran dibanding dengan jenis inverter lainnya. Selain itu teknik PWM sangat praktis dan ekonomis untuk diterapkan berkat semakin pesatnya perkembangan komponen semikonduktor (terutama komponen daya yang mempunyai waktu penyaklaran sangat cepat) Pada pengendalian kecepatan motor AC, inverter PWM mempunyai kelebihan yaitu mampu menggerakkan motor induksi dengan putaran halus dan rentang yang lebar. Selain itu apabila pembangkitan sinyal PWM dilakukan secara digital akan dapat diperoleh unjuk kerja system yang bagus karena lebih kebal terhadap derau.

Inverter PWM Sinusoida satu fase menghasilkan pulsa PWM bolak balik satu fase dengan nilai tegangan bolak balik efektifnya dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt} \dots\dots\dots (1)$$

dengan V_{rms} = tegangan efektif

v = fungsi tegangan

T = perioda

Oleh karena pada inverter SPWM nilai tegangan masukan DC adalah konstan maka tegangan rms dapat juga dirumuskan :

$$V_{rms} = V_{dc} \sqrt{\frac{\sum t_p}{T}} \dots\dots\dots (2)$$

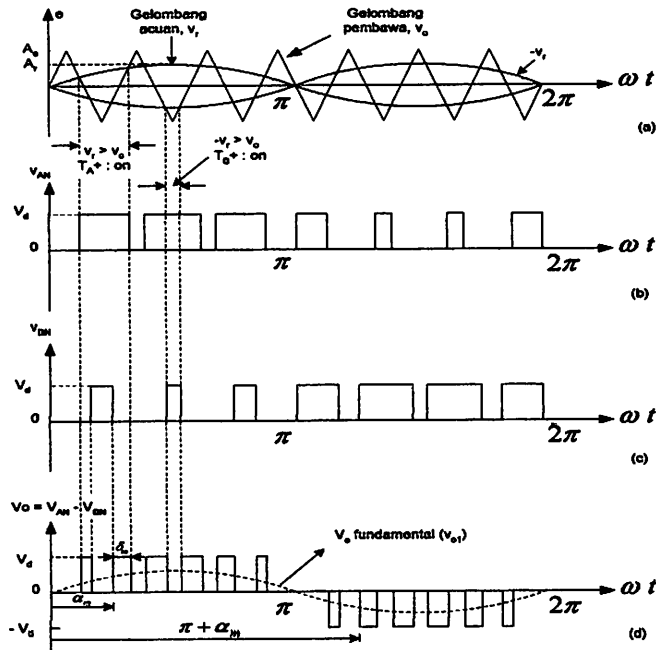
dengan V_{rms} = tegangan efektif

V_{DC} = tegangan searah inverter

t_p = lebar pulsa tinggi dalam 1 periode

T = perioda

Untuk menghasilkan sinyal PWM tersebut dapat menggunakan 2 buah sinyal sinus dan 1 sinyal segitiga atau dengan menggunakan 1 buah sinyal sinus dan 2 buah sinyal segitiga. Pada proses pembangkitan SPWM dengan menggunakan 2 buah sinyal sinus dan sebuah sinyal segitiga, dilakukan perbandingan amplitudo antara sinyal segitiga dengan sinyal sinus. Sinyal penggerak akan dibangkitkan apabila amplitudo sinyal sinus lebih besar daripada amplitudo sinyal segitiga. Masing- masing sinyal penggerak digunakan untuk penyaklaran sehingga diperoleh sinyal PWM. Proses pembangkitan SPWM tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah .



Gambar 2.15. Proses pembandingan antara sinyal

- (a) Proses pembandingan antara sinyal pembawa dengan sinyal
- (b) Sinyal penggerak V_{AN} ,
- (c) Sinyal penggerak V_{BN} ,
- (d) Sinyal SPWM

Proses pembangkitan SPWM secara digital dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

1. Dengan membangkitkan gelombang segitiga dan gelombang sinus secara diskret dengan metode *look up table*. Kemudian dilakukan pembandingan untuk masing-masing nilai amplitudo gelombang sinus dan segitiga seperti pada gambar 1. Cara ini sama halnya dengan membangkitkan gelombang sinus analog dan gelombang segitiga analog secara digital.

2. Dengan mencari terlebih dahulu waktu untuk setiap pulsa masing-masing sinyal penggerak, untuk dijadikan data dalam proses pembangkitan sinyal penggerak secara *look up table*. Cara inilah yang dipakai dalam perancangan tugas akhir ini.

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Pendahuluan

Dalam Bab ini akan dibahas pembuatan seluruh sistem perangkat yang ada pada Perancangan Dan Pembuatan Alat Untuk Pengaturan Kecepatan Motor 1 Phase Berbasis Mikorokontroller ATmega 8535, secara garis besar terdapat dua bagian perangkat yang ada yaitu:

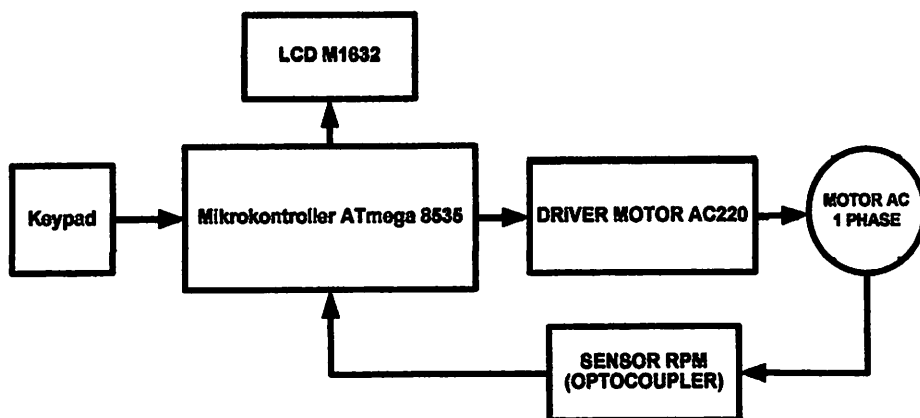
1. Perencanaan perangkat keras
2. Perencanaan perangkat lunak

Pada perencanaan perangkat keras akan meliputi penjelasan dari perencanaan diagram blok system, perencanaan *minimum* sistem mikrokontroller ATmega 8535 dan juga perencanaan perangkat lunak yang menggunakan *Visual Basic* beserta peripheral yang digunakan pada perencanaan perangkat lunak yang juga digunakan pada minimum sistem mikrokontroller ATmega 8535. Akan tetapi perangkat tersebut dalam kerjanya akan saling mendukung satu dengan lainnya sehingga alat yang direncanakan dapat berjalan sesuai dengan perencanaannya.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Dalam Perancangan Dan Pembuatan Alat Untuk Pengaturan Kecepatan Motor 1 Phase Berbasis Mikorokontroller ATmega 8535 sebagai control utama serta menggunakan komponen lain sebagai komponen pendukung. Sebelum

membuat perangkat keras terlebih dahulu direncanakan blok diagram yang akan dibuat dan kemudian membahasnya sesuai dengan blok diagram tersebut. Adapun blok diagram alat tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Blok secara keseluruhan

Gambar diatas adalah diagram blok dari rangkaian sistem. Rangkaian alat pengontrol tersebut terdiri dari rangkaian *keypad matrix 3x4*, LCD M1632, rangkaian pengontrol sistem mikrokontroller ATmega 8535, rangkaian driver motor dan rangkaian optocoupler.

3.2.1. Cara Kerja Rangkaian Keseluruhan

Alat ini memiliki alur proses pengontrolan. Pengontrolan dengan inputan data yang berupa masukan dari keypad, inputan yang berupa data digital tersebut masuk ke mikrokontroller. Keypad tersebut berfungsi untuk pengesetan kecepatan motor dan nantinya akan ditampilkan ke LCD. Setelah data kecepatan diset sesuai keinginan maka mikrokontroller akan langsung memberikan eksekusi ke driver motor yang berupa data PWM. Apabila data tersebut benar-benar sudah

valid maka motor akan langsung berputar sesuai data kecepatan yang kita inginkan.

3.2.2. Fungsi Komponen dari Rangkaian Sistem

Pada gambar blok diagram rangkaian keseluruhan diatas, dapat dilihat beberapa blok diagram yang masing-masing memiliki fungsi :

1. Keypad

Keypad digunakan untuk setting kecepatan pada motor.

2. *Mikrokontroller* ATmega 8535

Mikrokontroller ATmega 8535 sebagai pengolah data dari keseluruhan system.

3. LCD M1632

LCD 16x2 sebagai penampil informasi yang dikontrol oleh *mikrokontroller*.

4. Driver Motor AC220

Digunakan sebagai pengendali kecepatan pada motor AC220.

5. Sensor RPM (Optocoupler)

Berfungsi sebagai pendeteksi kecepatan dari motor.

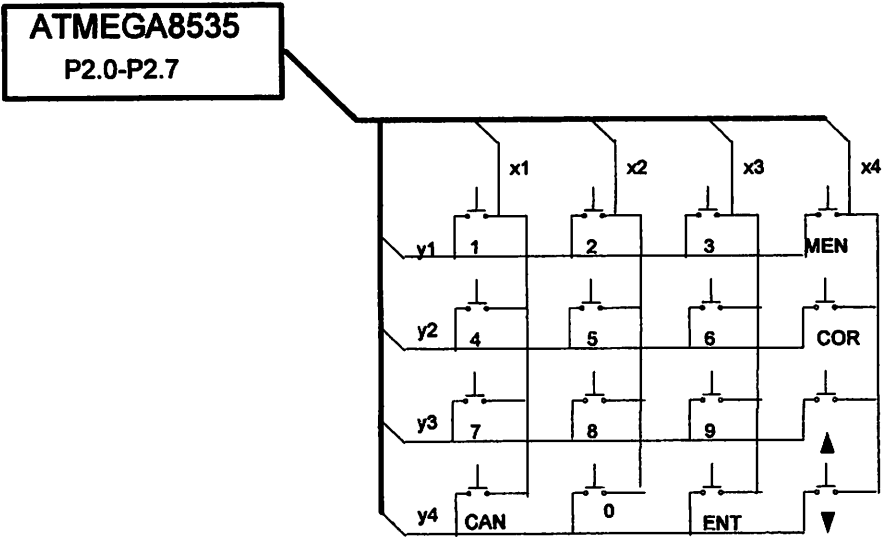
3.3. Perancangan Rangkaian

Dalam merencanakan rangkaian kita harus mengacu pada system yang benar agar alat yang kita buat nantinya dapat berjalan sesuai dengan yang kita inginkan.

3.3.1. Perancangan Rangkaian Keypad 4X4

Perancangan *keypad* dirancang memiliki konfigurasi matrik 3X4, sehingga akan diperoleh tombol sebanyak 12 buah. Masing-masing tombol tersebut digunakan sebagai masukkan beban beras yang kita inginkan.

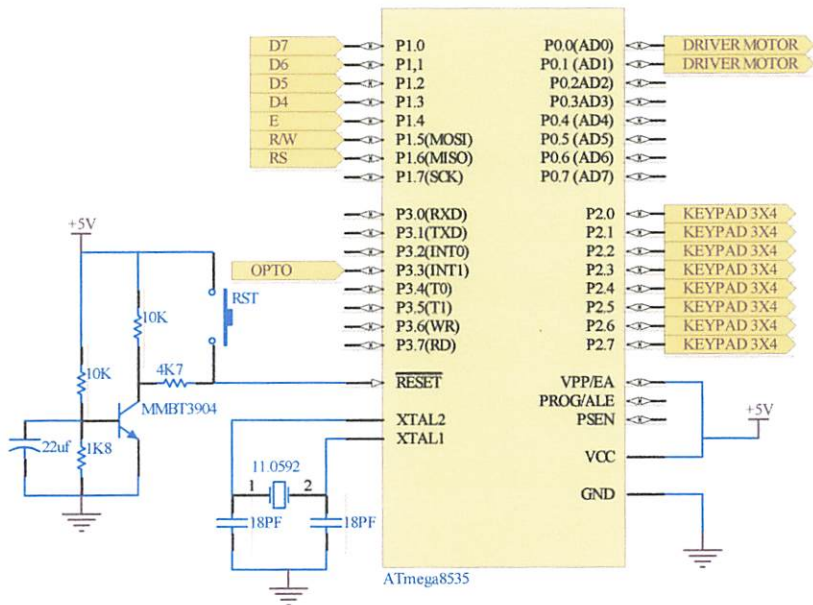
Adapun cara kerja keypad yang direncanakan dapat dijelaskan sebagai berikut : Setiap kali penekanan tombol akan terjadi suatu persilangan antara baris X dengan kolom Y. kondisi logic hasil penekanan tombol *keypad* tersebut dihubungkan pada Port Input (P2.0 – P2.7) melalui kaki X1-X4 dan Y1-Y4. Keadaan penekanan tombol persilangan antara baris X dan kolom Y akan dibaca dan untuk sementara disimpan dimemory internal mikrokontroller sehingga persilangan antara baris dan kolom dapat dikirimkan ke MCU pada proses penampilan dan pengolahan karakteristik data yang diminta.



Gambar 3.2. Rangkaian Keypad 4X4

3.3.2. Perancangan Rangkaian Mikrokontroler ATmega 8535

Rangkaian *minimum* mikrokontroler ATmega8535 penyemat (pin) yang digunakan dalam perencanaan alat ini ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 3.3. Rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATMEGA8535

Penyemat X1 dan X2 dihubungkan dengan *kristal* yang berfungsi sebagai pembentuk sebuah *isolator* bagi mikrokontroler. *Kristal* 12MHz ini didukung dua *capasitor* keramik C1 dan C2 yang nilainya sama. Apabila terjadi beda *potensial* pada kedua *kapasitor* tersebut maka *kristal* akan *berosilasi*. *Pulsa* yang keluar adalah berbentuk gigi gergaji dan akan dikuatkan oleh rangkaian *internal* pembangkit rangkaian pulsa pada mikrokontroler sehingga akan berubah menjadi pulsa *clock*. Untuk pembagian dari *frekuensi internal* mikrokontroler itu sendiri yang *diinisialisasi* dengan *program*.

Penyemat *Reset* dihubungkan dengan *saklar* yang digunakan untuk me-
Reset mikrokontroler. Karena kaki *reset* ini aktif *berlogic* tinggi maka diperlukan

Resistor R1 yang nilainya 10KΩ yang dihubungkan dengan tegangan 0 Volt untuk memastikan penyemat *Reset* berlogic rendah saat sistem ini bekerja. Kapasitor C1=10μF berfungsi untuk meredam adanya kesalahan akibat penekanan *saklar Reset*.

Tabel 3-1

Fungsi Tiap – tiap *Port Microcontroller* ATMEGA8535

PORT	FUNGSI
Port 0.0-0.1	Ke Driver Motor AC220
Port 2.0	Keypad Matrix 3X4
Port 1.0	D7 (LCD)
Port 1.1	D6 (LCD)
Port 1.2	D5 (LCD)
Port 1.3	D4 (LCD)
Port 1.4	R/W
Port 1.5	RS
Port 1.6	Enabled
Port 3.3	Sensor Rpm

3.3.3. Perancangan Rangkaian LCD M1632

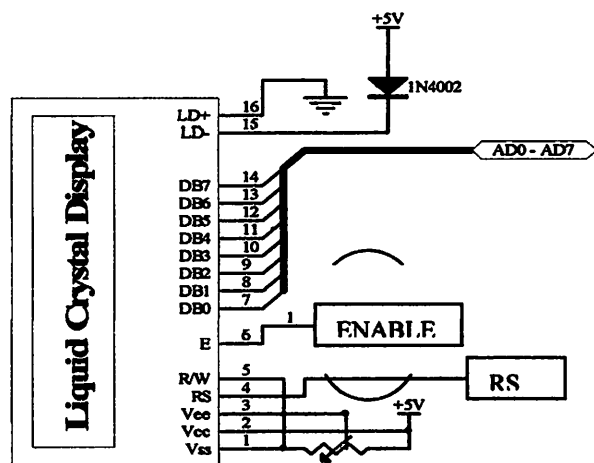
Dalam aplikasi ini menggunakan sebuah layar LCD (*Liquid Crystal Display*) yaitu jenis TM162A yang merupakan LCD dua baris dengan setiap barisnya terdiri atas 16 karakter. Penyemat LCD dan fungsinya ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Fungsi penyemat LCD

Penyemat	Fungsi
DB4-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan di LCD
Enable	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca
R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 : tulis 1 : baca
RS	Sinyal pemilih register 0 : instruksi register (tulis) 1 : data register (baca dan tulis)

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa bus data yang masih termultiplek dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara pengendalian dot matrik LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD.

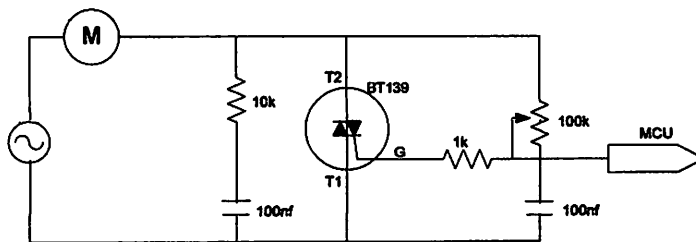
Rangkaian display ditunjukkan dalam Gambar 3-12 Saluran data DB₄-DB₇ dihubungkan pada *port* 1 Mikrokontroler Atmega8535. Sedangkan penyemat R/W dan RS dihubungkan pada *port* 1.4 dan *port* 1.5 mikrokontroler ATmega8535. Penyemat V_{ee} dihubungkan pada potensiometer 1 kΩ, untuk mengatur kecerahan LCD.



Gambar 3.4. Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

3.3.4. Perancangan Rangkaian Driver Motor AC220

Dalam perancangan alat ini driver motor diperlukan untuk menggerakkan atau menghidupkan motor. Pada rangkaian driver ini perancang sengaja menggunakan komponen Triac BT 139 dan MOC3041, karena pada rangkaian ini mengkonsumsi tegangan DC 5V sama dengan MCU, arus sebesar 15 mA, dan tidak menimbulkan suara seperti Relay. Adapun gambar rangkaiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5. Rangkaian driver motor AC220

Rangkaian driver ini akan berfungsi jika tegangan 0 V, sehingga ini akan memudahkan untuk mengakses data atau perintah dalam pembuatan software MCU. Dari rangkaian diatas resistor sebesar 100k dan Capasitor sebesar 0,01 μ F. Rangkaian R dan C dalam rangkaian ini berguna untuk mencegah transien-transien switching yang dapat mengakibatkan kerusakan pada Triac.

3.3.5. Perancangan Rangkaian Sensor RPM (Optocoupler)

Pada sub bab ini dijelaskan bahwa untuk mengetahui kecepatan dari motor diperlukan *sensor RPM*. Dalam perancangan alat ini digunakan *LED Infra Merah* sebagai pemancar dan *photo dioda* sebagai penerima. Keduanya dipasang berhadapan dan *horizontal* terhadap piringan dari motor tersebut.

Untuk mendapatkan kuat *cahaya infra red*, maka diperlukan pula perhitungan yang tepat. Pada saat *LED* menyala sempurna diperlukan sumber tegangan 2,5 Volt, dengan kuat arus 20 mA. Dengan adanya *Vcc* sebesar 5 Volt maka diperlukan pembatas tegangan dengan nilai resistor 'R'. sedangkan photo dioda yang berhadapan dengan *LED infra red* dan dengan jarak terdekat terhadap

tabung beras saat full akan mengalirkan arus sebesar 0,5 mA maka dapat dicari resistor photo dioda dan resistor pembagi (R_1) sebagai berikut :

$$R_{LED} = \frac{V}{I}$$

$$R_{LED} = \frac{1,5 V}{20 \cdot 10^{-3} A}$$

$$R_{LED} = 125 \Omega$$

$$V_{LED} = \frac{R_{LED}}{R_{LED} + R_1} \times V_{CC}$$

$$2,5 V = \frac{125}{125 + R_1} \times 5 V$$

$$R_1 = 125 \Omega$$

Jadi nilai resistor pembagi sebesar 125 Ohm, sedangkan untuk photo dioda saat terkena cahaya diinginkan $V_{out} = 2,5$ Volt sehingga R_2 atau ' R_{seri} ' (Pull – Up) nya adalah :

$$R_{Photo} = \frac{V_{Photo}}{I_{Photo}}$$

$$R_{Photo} = \frac{5 V}{0,5 mA}$$

$$R_{Photo} = 10 K\Omega$$

Jika V_{out} yang diinginkan pada saat terkena cahaya yaitu 2,5V, maka (R_2) adalah :

$$V_{out} = \frac{R_2}{(R_2 + R_{Photo})} \times V_{cc}$$

$$2,5V = \frac{R_2}{(R_2 + 10K\Omega)} \times 5V$$

$$(2,5V \cdot R_2 + 2,5V \cdot 10K\Omega) = 5V \cdot R_2$$

$$2,5V \cdot 10K = 5V \cdot R_2 - 2,5V \cdot R_2$$

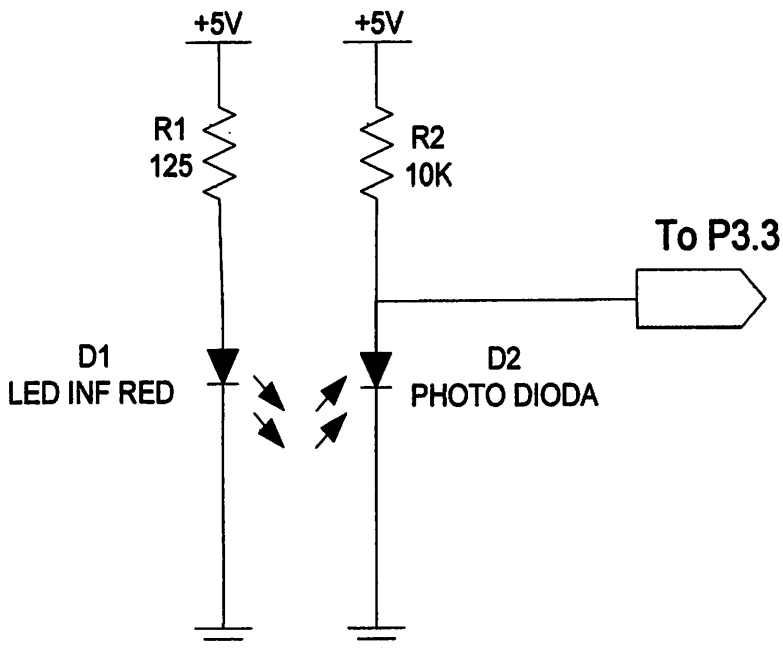
$$2,5V \cdot 10K = 2,5V \cdot R_2$$

$$R_2 = \frac{2,5V \cdot 10K}{2,5V}$$

$$R_2 = 10K\Omega$$

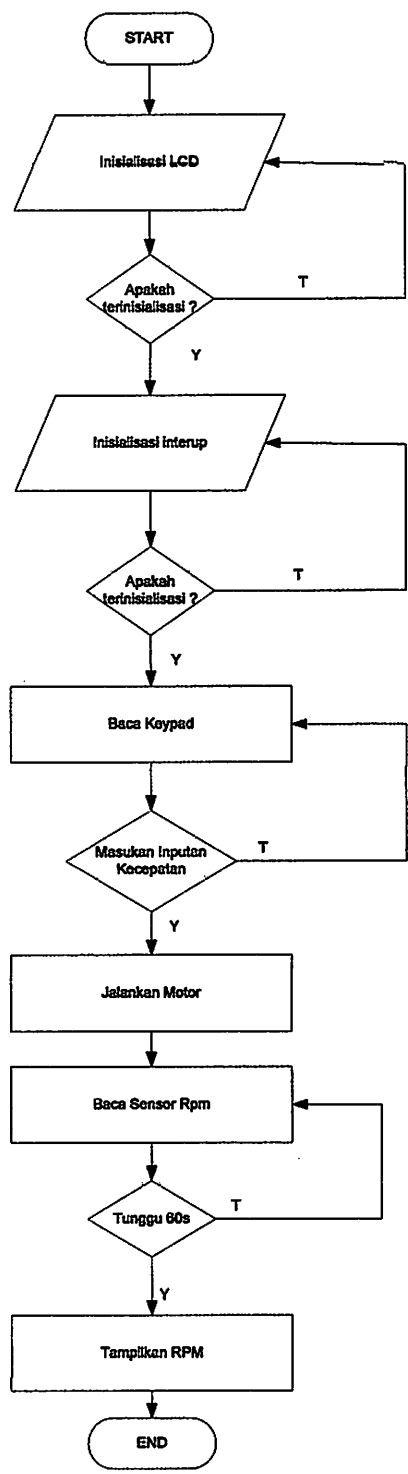
Jadi nilai R_s yang mendekati untuk dipasang sebesar $10K\Omega$.

Rangkaian dari *Led infra red* dan *photo dioda* seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.6. Rangkaian LED (Light Emiting Dioda) *Infra Red* Dan *Photo Dioda*

3.4. Fowchart



Gambar 3.7. Flowchart software

BAB IV

PENGUJIAN DAN PENGUKURAN ALAT

4.1. Pengujian Alat

Untuk mengetahui keberhasilan dari Perancangan Dan Pembuatan Alat Untuk Pengaturan Kecepatan Motor 1 Phase Berbasis Mikorokontroller ATmega 8535, maka diperlukan suatu pengujian tersebut. Pada bab ini akan diuraikan sejumlah pengukuran dan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui sistem kerja alat secara keseluruhan.

Pengujian sistem tersebut adalah pengujian perangkat keras (*hardware*) per blok dan alat secara keseluruhan. Berikut ini akan diberikan prosedur pengujian dan hasil pengamatan terhadap pengujian.

4.2. Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui keadaan masukan atau keadaan keluaran dari tiap blok rangkaian yang direncanakan, sehingga dengan pengujian ini dapat diketahui apakah alat yang direncanakan dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Untuk tujuan ini, pengujian dilakukan dengan urutan rangkaian sebagai berikut :

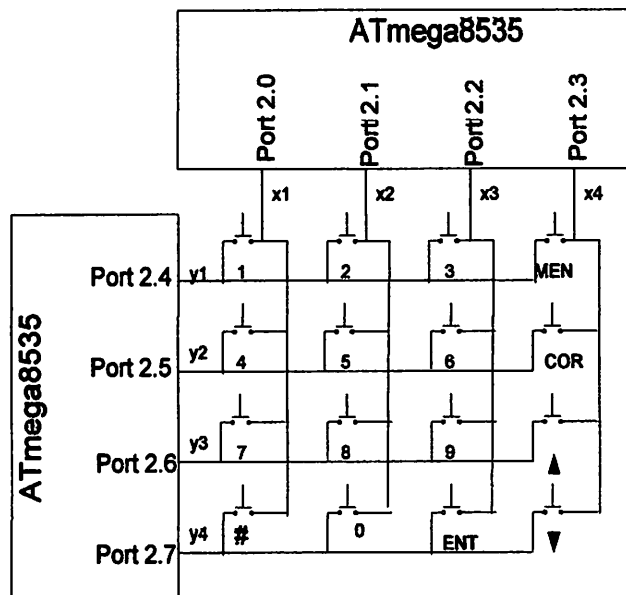
1. Pengujian Rangkaian *Keypad 3X4*.
2. Pengujian Rangkaian *LCD*.
3. Pengujian Rangkaian Driver Motor AC220.
4. Pengujian Rangkaian Sensor RPM.
5. Pengujian Sinyal PWM.

6. Pengujian Kondisi Motor.

7. Pengujian Keseluruhan Sistem.

4.3. Pengujian Rangkaian Keypad 4X4

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui konfigurasi logika keluaran dari unit papan tombol saat tombol ditekan. . Dalam pengujian ini keluaran yang diamati adalah proses *scanning* yang terjadi pada lajur baris dan kolom. Lajur baris merupakan bagian output sedangkan lajur kolom merupakan bagian input. Untuk mengetahui kebenaran rangkaian keypad yang telah dibuat maka keluaran dari rangkaian keypad ini akan ditampilkan ke port 2 MCU Atmega8535.



Gambar 4.1. Diagram Blok Pengujian Pengkode Keypad

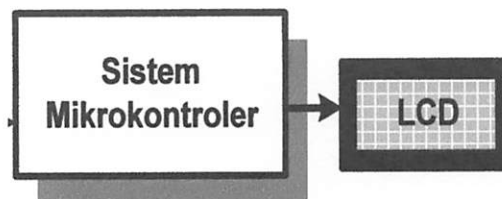
Dari hasil pengujian, didapatkan data seperti dalam Tabel 4.1 maka dapat diketahui bahwa saat tombol ditekan maka keluaran port 1 mikrokontroler Atmega8535 akan berlogika sesuai dengan tombol yang ditekan. Hasil pengujian dalam Tabel 4.1 terlihat bahwa rangkaian papan tombol yang telah direalisasikan sesuai dengan unjuk kerja perencanaan.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Pengkode *Keypad*

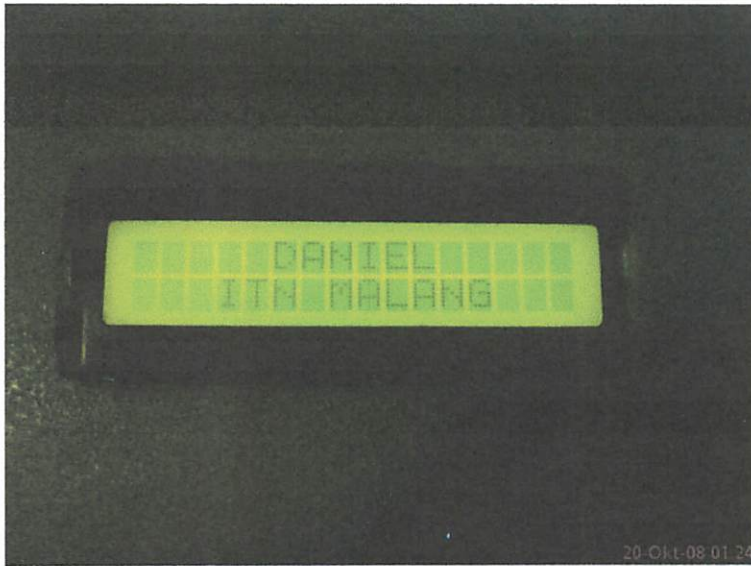
Tombol	D4	D3	D2	D1	D0
0	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>
1	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
2	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
3	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
4	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>
5	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
6	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
7	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
8	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>
9	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
*	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
#	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>On</i>

4.4. Pengujian Rangkaian LCD

Adapun tujuan pengujian adalah untuk mengetahui kemampuan rangkaian tampilan yang sudah dibuat apakah dapat mendukung sistem yang direncanakan untuk menampilkan data pada LCD.



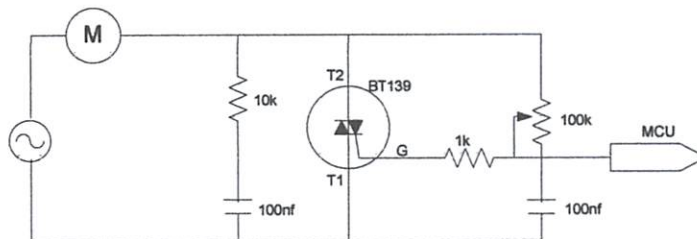
Gambar 4.2. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Tampilan



Gambar 4.3. Foto Pengujian LCD

4.5. Pengujian Rangkaian Driver Motor AC220.

Tujuan dari pengujian driver ini adalah untuk mengetahui apakah driver dapat bekerja dengan baik dan bisa mengatur kecepatan motor secara akurat.

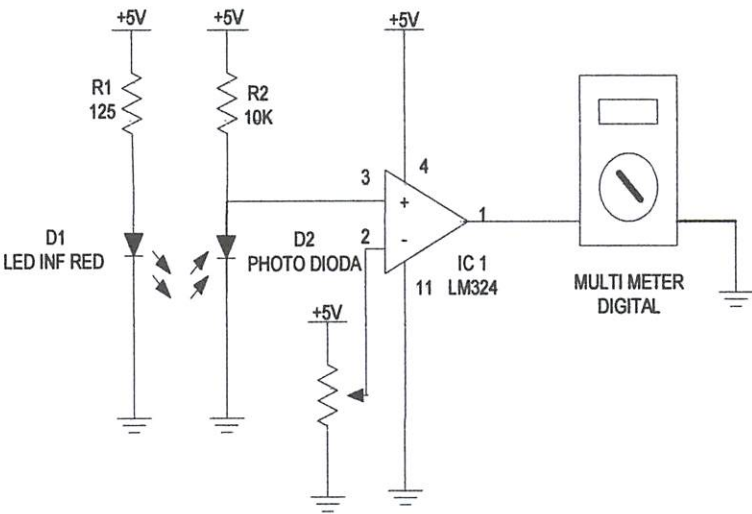


Gambar 4.4. Pengujian Driver Motor AC220

Dari rangkaian driver motor diatas untuk sistem pengaturan kecepatanya dilakukan oleh mikrokontroler dan untuk penampilan data kecepatan didapat dari data output sensor Rpm.

4.6. Pengujian Rangkaian Sensor RPM (Optocoupler)

Tujuan dari pengujian sensor ini adalah untuk mengetahui apakah sensor dapat bekerja dengan baik dan dapat mendeteksi kecepatan motor secara akurat.



Gambar 4.5. Rangkaian Pengujian Sensor Rpm



Gambar 4.6. Foto Pengujian Sensor Rpm Kondisi Terhalang



Gambar 4.7. Foto Pengujian Sensor Rpm Kondisi Tidak Terhalang

Pada pengujian sensor Rpm ini, rangkaian sensor Rpm akan menanggapi benda yang melewati infra merah ini, dan akan menghasilkan data pulsa high atau low, karena infra merah sebagai pemancar akan terhalang oleh benda yang melewati. Sedangkan photo dioda yang terimpit dengan LED infra merah, dengan jarak tertentu terhadap benda akan mengalirkan arus sebagai keluaran sensor penghalang (Infra Merah). Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah tabel hasil pengujian dari sensor penghalang (Infra Merah).

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sensor Rpm (Infra Merah)

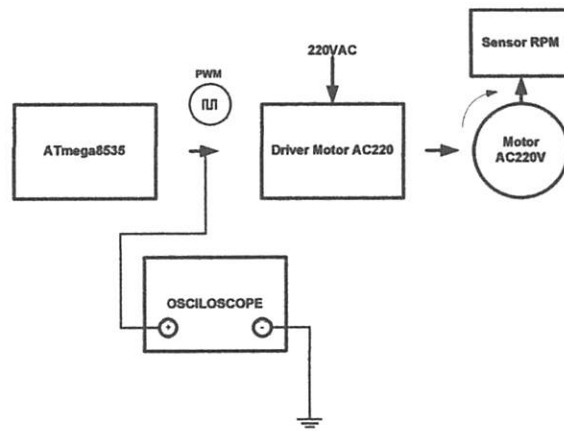
Kondisi	Vout (Volt) Pengujian	Vout (Volt) Perhitungan
Terhalang	5,02	5,0
Tidak Terhalang	0,03	0

$$\text{Sedangkan \% Error} = \frac{5,02 - 5,0}{5,0} \times 100\%$$

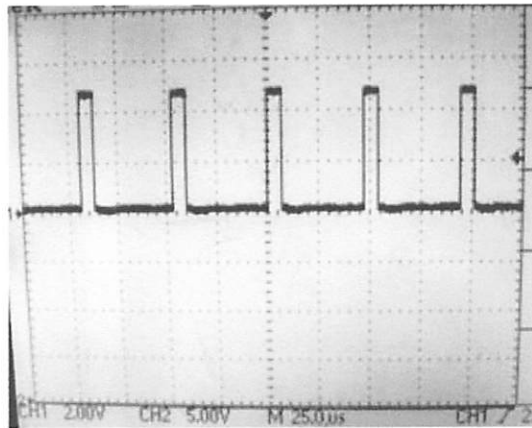
$$=0,4\%$$

4.7. Pengujian Sinyal PWM.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kecepatan motor sesuai dengan data pwm yang dikeluarkan oleh mikrokontroler.



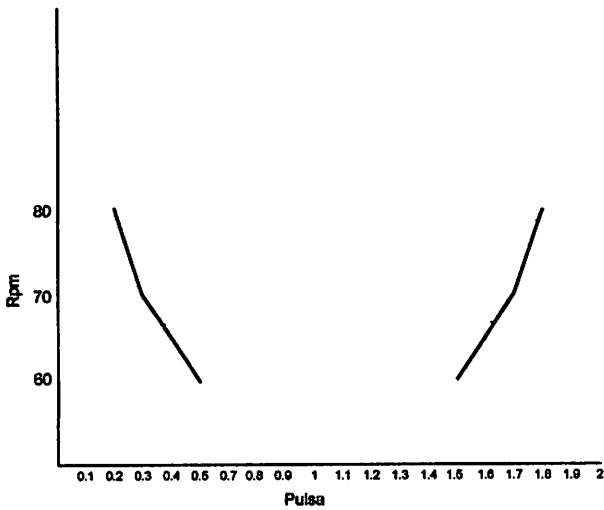
Gambar 4.8. Pengujian Sinyal PWM



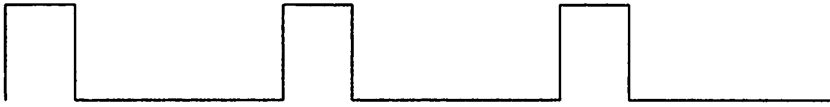
Gambar 4.9. Foto Sinyal PWM Pada Oscilloscope Dengan Kecepatan 70 Rpm

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sinyal PWM

Rpm	Data High	Data Low
60	0,5 detik	1,5 detik
70	0,3 detik	1,7 detik
80	0,2 detik	1,8 detik



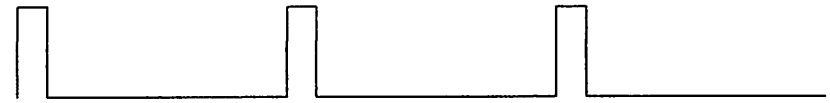
Gambar 4.10. Grafik Sinyal PWM



Gambar 4.11. Pulsa Putaran Motor Pada Kecepatan 60 Rpm



Gambar 4.12. Pulsa Putaran Motor Pada Kecepatan 70 Rpm



Gambar 4.13. Pulsa Putaran Motor Pada Kecepatan 80 Rpm

Dari hasil pengujian diatas diketahui bahwa sinyal pulsa pwm terbentuk dari program asslembly yang ada pada mikrokontroler. Untuk pembentukan pulsa pwm, mikrokontroler mengintruksikan program pwm melalui port 1 dan diteruskan ke driver motor. Cepat atau tidaknya putaran motor dipengaruhi oleh durasi pulsa pwm yang dihasilkan oleh mikrokontroler. Pada putaran motor 60 rpm durasi data high yang dikeluarkan sebesar 0,5s dan data low 1,5s. Jadi semakin besar durasi data high yang dikeluarkan maka putaran motor semakin pelan dan apabila semakin besar durasi data low yang dikeluarkan maka putaran motor akan semakin cepat.

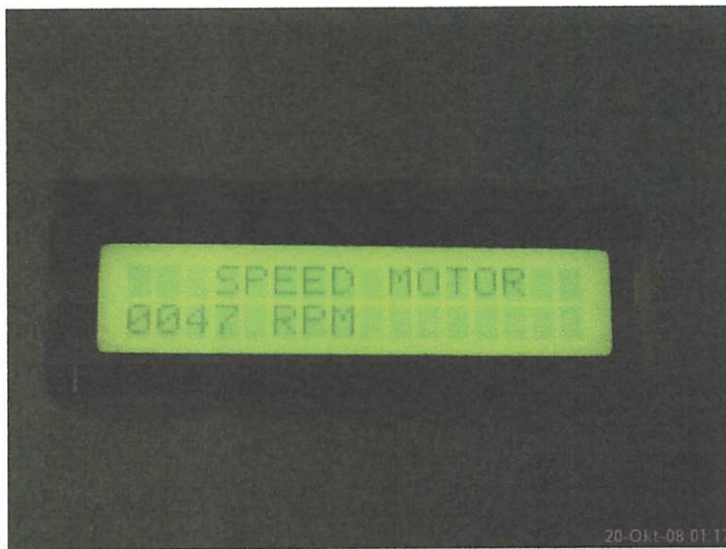
4.8. Pengujian Kondisi Motor

Pengujian disini bertujuan untuk mengetahui kecepatan motor pada saat diberi beban maupun tanpa beban.

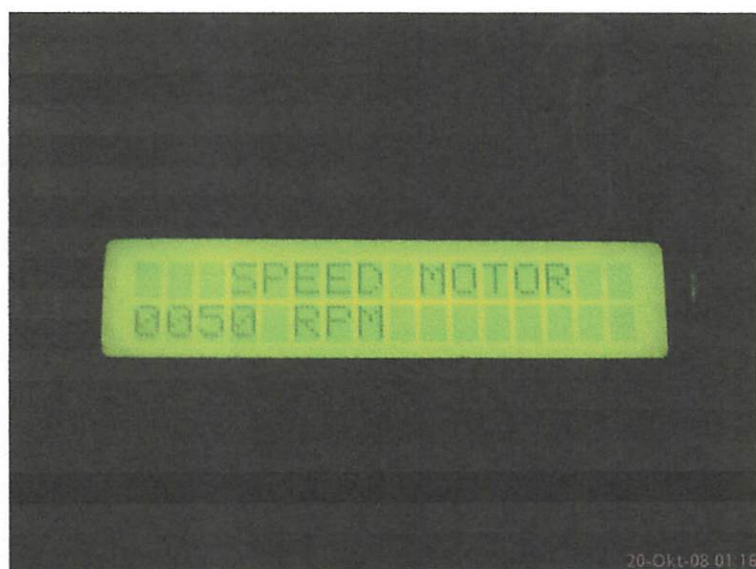
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kondisi Motor

Set Rpm	Kondisi Kecepatan Motor	
	Tanpa Beban (Rpm)	Berbeban (Rpm)
50	50	47
60	62	58
70	71	67

Dari hasil pengujian diatas dapat dilihat apabila motor diberi beban maka kecepatan motor akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena pada waktu motor berputar ada gejala sistem pengereman terhadap motor secara mekanik.

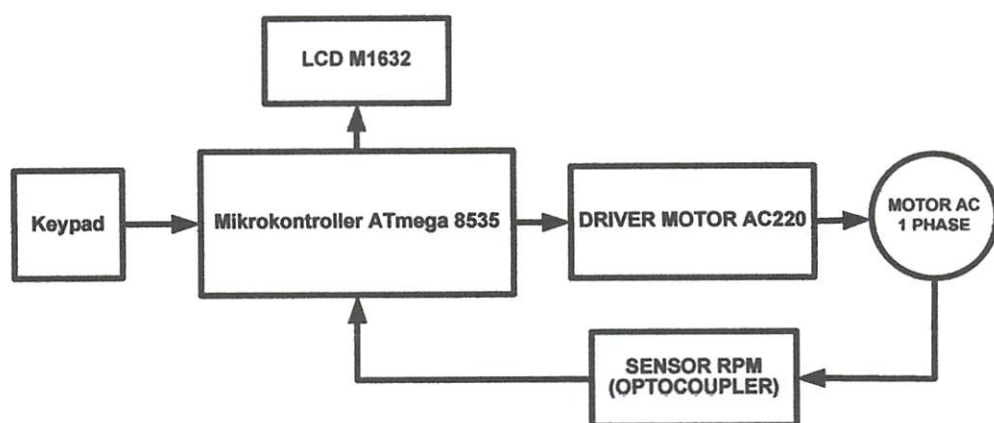


Gambar 4.14. Foto Pengujian Kondisi Motor Pada Waktu Ada Beban



Gambar 4.15. Foto Pengujian Kondisi Motor Pada Waktu Tanpa Beban

4.7. Pengujian Keseluruhan Sistem



Gambar 4.16. Blok Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah motor dapat berjalan sesuai perintah dari mikrokontroller dan alat dapat berjalan dengan benar. Untuk menguji keseluruhan system alat maka kita harus menjalankan seluruh sistem yang ada pada alat ini. Untuk menjalankan alat ini kita harus mengeset inputan



Figure 4.1.1: A block diagram of a control system.

Figure 4.1.1: A block diagram of a control system.

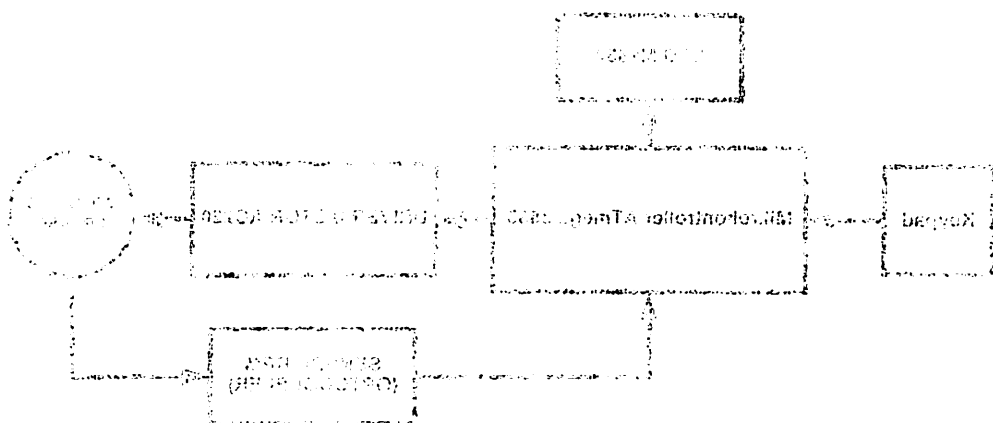
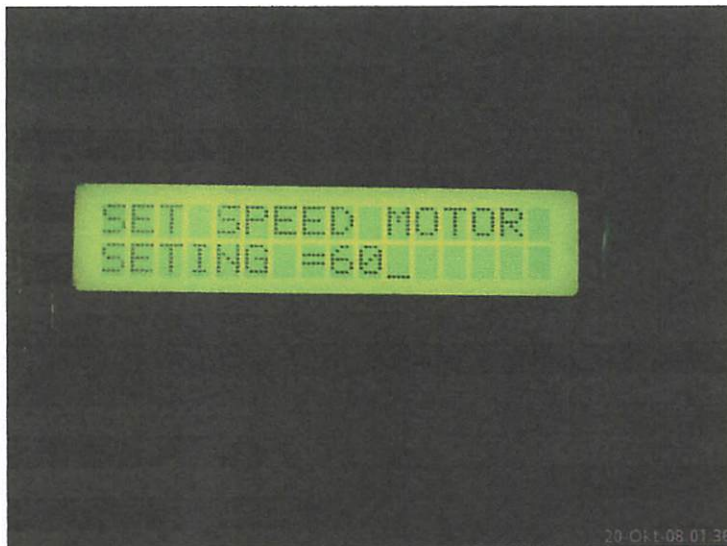


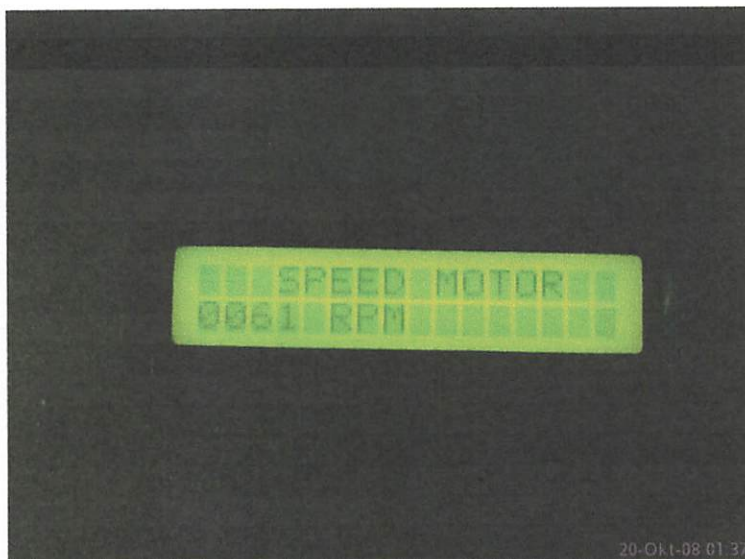
Figure 4.1.1: A block diagram of a control system.

The system is a feedback control system. The reference signal is fed into the controller, which then feeds into the plant. The output of the plant is fed back to the controller through the sensor. The controller adjusts the input to the plant based on the feedback signal to maintain the desired output.

melalui keypad. Adapun gambar tampilan dari program tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4.17. Foto Tampilan Seting Kecepatan



Gambar 4.18. Foto Tampilan Pada Saat Motor Berjalan

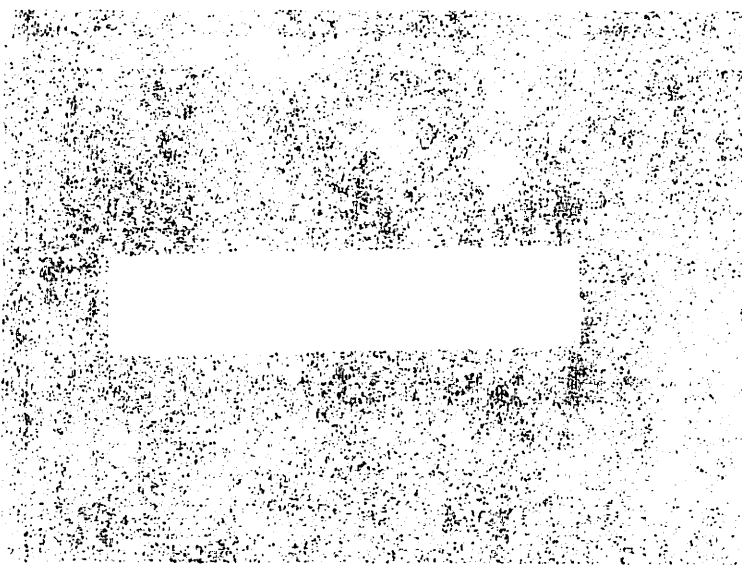
Setelah motor berjalan maka kecepatan motor tersebut akan direspon oleh sensor Rpm dan ditampilkan di LCD.

...and

...



...



...

...

...

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari Perancangan Dan Pembuatan Alat Untuk Pengaturan Kecepatan Motor 1 Phase Berbasis Mikorokontroller ATMEGA 8535 ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tampilan kecepatan pada motor selalu berubah-ubah hal ini disebabkan karena kondisi mekanisme motor yang tidak memadai.
2. Kecepatan putar motor dipengaruhi oleh besar kecilnya frekuensi yang dikeluarkan oleh system PWM.
3. Kondisi output *sensor Rpm* selalu berubah-ubah hal ini disebabkan karena kecepatan motor yang berubah – ubah pula.

5.2. Saran

Aplikasi alat ini masih memiliki keterbatasan, nantinya diharapkan dapat dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan itu. Adapun kekurangan dan langkah-langkah pengembangannya sebagai berikut :

1. Sensor Rpm untuk pengembangan selanjutnya mungkin bisa menggunakan rangkaian encoder atau tachometer.
2. Pada sistem penampilan kecepatan bisa menggunakan PC dengan sistem DCS (Distribution Control System).

Daftar Pustaka

- [1] Albert Paul Malvino, Hanapi Gunawan, Prinsip-prinsip Elektronika, Erlangga, Jakarta, 1990
- [2] Leon W. couch, II. (1995). Digital dan analog Communication System. (3rd edition). Upper [\saddle](#) River, New jersey, 07458:Prentice Hall.
- [3] Zuhail, 1991, "Dasar Tenaga Listrik", Penerbit ITB, Bandung.
- [4] Mochtar Wijaya, ST, 2001, "Dasar-dasar Mesin Listrik", Djambatan, Jakarta. ATMEL, "Datasheet ATmega8535"
- [5] G. Jong Bloed, Elektronika Merencanakan dan Merakit sendiri, Angkasa, Bandung, 1998
- [6] Moh. Ibnu Malik & Anistardi, Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997
<http://www.atmel.com>

LAMPIRAN

МАРИНА

LEMBAR PERSEMBAHAN

Pertama tama saya ingin mengucap syukur pada Tuhan Yesus yang senantiasa menyertai kehidupanku, terlebih membimbingku untuk menyelesaikan studi kuliahku di kampus ITN ini....

Dan juga tidak lupa untuk bapak ibu yang paling kusayang, yang dengan sabar merawatku mulai aku lahir hingga saat ini, serta membilagi sekolahku mulai tingkat taman kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi, pengorbanan bapak-ibu sangatlah besar buat aku, dan biarlah hanya aku yang benar2 tau seperti apa pengorbanan yang bapak-ibu berikan. Demi Tuhan Yesus aku bertaubat dan dan selalu beribadah, bapak ibu juga ibu MISERICORDIA, sebagai pengantar, dalam hal ini saya berharap agar Tuhan mau memberikan kesempatan buat aku untuk melanjutkan studi kebalikan bapak-ibu. ...

"Both all of you best old fellow make of...!!!!!!!"

Pak... Ibu.... sakuriki Daniel sampun lulus.... Daniel yakin ini semua berkat Dugone Bapak lan Ibu, Daniel nedhi sepurane sing katha banget watek kuliah Daniel sering salah lan Bohong kagem bapak-ibu nggih...? Buat mas Yohanes kakakku satu2nya trims banget buat semangat dan dukungannya, serta temen2 seperjuanganku... + temen deket...?? apapun yang telah kalian berikan buat aku, itu semua gk akan pernah aku lupain begitu saja kore!en maaf satu lagi buat bapak/ibu DOSEN tercinta yang udah dengan sabar pula mendidik aku hingga aku lulus saat ini, saya ucapin trims banget banget.

Namun:

Buat temen2ku yang belum bernasib yang sabar dan tetap SEMANGAT gal



PULS

```

DD51
D
    EQU P1
LOM_2    BIT P2.1
LOM_3    BIT P2.2
LOM_4    BIT P2.3
RIS_1A   BIT P2.4
RIS_2A   BIT P2.5
IS_3A    BIT P2.6
IS_4A    BIT P2.7
PAD      EQU P2
JAN      EQU 20H
JHAN     EQU 21H
JSAN     EQU 22H
UAN      EQU 23H
ATA      EQU 24H
_A       BIT P3.7
_B       BIT P3.6
        EQU P0
        BIT 20H
    ORG 00H
    MOV SP, #60H
    JMP MULAI
    ORG 0013H
    JMP BACA

```

```

RT:
MOV TMOD, #00H
SETB EA
SETB ET0

```

```

N:
MOV R0, #10
MOV R1, #20
MOV R2, #30
MOV R3, #40
MOV R4, #50
MOV R5, #60
MOV R6, #70
MOV R7, #80
SETB TR0
P:
AJMP LOOP

```

```

VER_0_INTERRUPT:
JB F0, HIGH_DONE
N_DONE:
SETB F0
MOV TH0, R7
CLR TF0
SETB TR0
RETI
GH_DONE:
CLR F0
MOV A, #100
CLR C
SUBB A, R7
MOV TH0, A
CLR TF0
SETB TR0
RETI

```

lay_10ms:

CALL

TUNDA_5ms

PULS

CALL

TUNDA_5ms

RET

LAY_500ms:

MOV

R2,#64H

LAY_A:

CALL

TUNDA_5ms

DJNZ

R2,DELAY_A

RET

LAY_1dtk:

CALL

DELAY_500ms

RET

AY_1mnt:

MOV

R3,#02h

;3CH

AY_B:

CALL

DELAY_1dtk

DJNZ

R3,DELAY_B

RET

da_10us:

PUSH

1EH

MOV

1EH,#0BH

JMP

Jum_10

da_45us:

PUSH

1EH

MOV

1EH,#02DH

_10:

DJNZ

1EH,\$

POP

1EH

RET

da_1_75ms:

PUSH

1EH

PUSH

1FH

MOV

1EH,#0AH

JMP

Jum_20

da_5ms:

PUSH

1EH

PUSH

1FH

MOV

1EH,#14H

_20:

MOV

1FH,#0FFH

DJNZ

1FH,\$

DJNZ

1EH,Jum_20

POP

1FH

POP

1EH

RET

i_lcd:

MOV

1EH,#03H

n_28:

MOV

A,#43H

MOV

LCD,A

CALL

Tunda_10us

SUBB

A,#40H

MOV

LCD,A

CALL

Tunda_5ms

DJNZ

1EH,Jum_28

RET

_LCD:

PUSH

1EH

MOV

1EH,A

SWAP

A

ANL

A,#0FH

ADD

A,1FH

MOV

LCD,A

CALL

Tunda_10us

SUBB

A,#40H

MOV

LCD,A

CALL

Tunda_10us

MOV

A,1EH

ANL

A,#0FH

ADD

A,1FH

MOV

LCD,A

CALL

Tunda_10us

SUBB

A,#40H

MOV

LCD,A

CALL

Tunda_45us

MOV

A,1EH

PULS

```

POP      1EH
RET
Setup_LCD: MOV    1FH, #40H
            JMP    Jum_60
Tampil_LCD: MOV    1FH, #60H
n_60:      CALL    Ke_LCD
            RET
Hapus_LCD: MOV    A, #01H
            CALL    Setup_LCD
            CALL    Tunda_1_75ms
            RET
Baris_1:   MOV    A, #80H
            JMP    Jum_75
Baris_2:   MOV    A, #0C0H
            JMP    Jum_75
Kursor_off: MOV    A, #0CH
            JMP    Jum_75
Kursor_Kecil: MOV    A, #0EH
            JMP    Jum_75
Kursor_Besar: MOV    A, #0FH
n_75:      CALL    Setup_LCD
            RET
Hapus_Baris_1: CALL    Baris_1
            MOV    1DH, #10H
n_79:      MOV    A, #0FEH
            CALL    Tampil_LCD
            DJNZ   1DH, Jum_79
            CALL    Baris_1
            RET
Hapus_Baris_2: CALL    Baris_2
            MOV    1DH, #10H
n_86:      MOV    A, #0FEH
            CALL    Tampil_LCD
            DJNZ   1DH, Jum_86
            CALL    Baris_2
            RET
Init_LCD:  CALL    Tunda_5ms
            CALL    Tunda_5ms
            CALL    Tunda_5ms
            CALL    Ini_LCD
            MOV    A, #42H
            MOV    LCD, A
            CALL    Tunda_10us
            SUBB   A, #40H
            MOV    LCD, A
            CALL    Tunda_45us
            MOV    A, #28H
            CALL    Setup_LCD
            MOV    A, #0EH
            CALL    Setup_LCD
            CALL    Hapus_LCD
            MOV    A, #06H
            CALL    Setup_LCD
            RET
-----
Init_LCD:  CALL    Kursor_Kecil
            CLR    A
            MOVC   A, @A+DPTR
            CJNE   A, #0FH, Jum_102
            RET
n_102:     CALL    Tampil_LCD
            INC    DPTR
            JMP    Print_LCD

```

PULS

NAN:	CLR SETB RET	POT_A POT_B
RI:	CLR SETB RET	POT_B POT_A
DP:	SETB SETB RET	POT_A POT_B
Y:	MOV CLR JB MOV RET	KEYPAD,#0FFH KOLOM_1 BARIS_1A,JUMM_1 A,#'D'
MM_1:	JB MOV RET	BARIS_2A,JUM_4 A,#'U'
M_4:	CLR SETB JB MOV RET	KOLOM_2 KOLOM_1 BARIS_1A,JUM_5 A,#'E'
M_5:	JB MOV RET	BARIS_2A,JUM_6 A,#9
M_6:	JB MOV RET	BARIS_3A,JUM_7 A,#6
M_7:	JB MOV	BARIS_4A,JUM_8 A,#3
M_8:	SETB CLR JB MOV RET	KOLOM_2 KOLOM_3 BARIS_1A,JUM_9 A,#0
M_9:	JB MOV RET	BARIS_2A,JUM_202 A,#8
M_202:	JB MOV RET	BARIS_3A,JUM_205 A,#5
M_205:	JB MOV RET	BARIS_4A,JUM_208 A,#2
M_208:	SETB SETB CLR JB MOV RET	KOLOM_2 KOLOM_3 KOLOM_4 BARIS_1A,JUM_215 A,#'C'
M_215:	JB MOV RET	BARIS_2A,JUM_218 A,#7
M_218:	JB MOV RET	BARIS_3A,JUM_221 A,#4
M_221:	JB MOV RET	BARIS_4A,JUM_224 A,#1
M_224:	MOV RET	A,#0FH

			PULS
CA_K1:	CJNE JMP CJNE SETB RET	A, #'E', BACA_K1 MASUK A, #0FH, BACA_KEY EX1	

SUK:	CALL CALL MOV CALL CALL MOV CALL CALL	HAPUS_LCD HAPUS_BARIS_1 DPTR, #DATA_4 PRINT_LCD HAPUS_BARIS_2 DPTR, #DATA_5 PRINT_LCD NGENOL	
SUK_1:	MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL CALL CALL	A, #0C8H SETUP_LCD A, #'0' TAMPIL_LCD A, #0C9H SETUP_LCD A, #'0' TAMPIL_LCD A, #0CAH SETUP_LCD A, #'0' TAMPIL_LCD A, #0CBH SETUP_LCD A, #'0' TAMPIL_LCD T_LEPAS RESETE	

M_030:	MOV CALL CALL CJNE JMP	A, #0CAH SETUP_LCD KEY A, #0FH, JUM_031 JUM_030	
M_031:	CJNE RET	A, #'E', JUM_031B	
M_031B:	CJNE JMP	A, #'C', JUM_031A MASUK_1	
M_031A:	MOV CALL CALL	PULUHAN, A TAMPIL_1 T_LEPAS	

M_032:	MOV CALL CALL CJNE JMP	A, #0C9H SETUP_LCD KEY A, #0FH, JUM_033 JUM_032	
M_033:	CJNE RET	A, #'E', JUM_033B	
M_033B:	CJNE JMP	A, #'C', JUM_033A MASUK_1	
M_033A:	MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL MOV CALL CALL	RATUSAN, A TAMPIL_1 A, #0CAH SETUP_LCD PULUHAN, #00 A, PULUHAN TAMPIL_1 T_LEPAS	

PULS

```
-----
M_034:    MOV    A,#0C8H
          CALL   SETUP_LCD
          CALL   KEY
          CJNE   A,#0FH,JUM_035
          JMP    JUM_034
M_035:    CJNE   A,'#'E',JUM_035B
          RET
M_035B:    CJNE   A,'#'C',JUM_035A
          JMP    MASUK_1
M_035A:    MOV    RIBUAN,A
          CALL   TAMPIL_1
          MOV    A,#0C9H
          CALL   SETUP_LCD
          MOV    RATUSAN,#00
          MOV    A,RATUSAN
          CALL   TAMPIL_1
          CALL   T_LEPAS
-----
M_036:    CALL   KEY
          CJNE   A,'#'E',JUM_037
          CALL   T_LEPAS
          RET
M_037:    CJNE   A,'#'C',JUM_036
          CALL   T_LEPAS
          JMP    MASUK_1
-----
IMASI:    CALL   HAPUS_BARIS_1
          MOV    DPTR,#DATA_1
          CALL   PRINT_LCD
          CALL   HAPUS_BARIS_2
          MOV    DPTR,#DATA_2
          CALL   PRINT_LCD
          CALL   DELAY_1DTK
          CALL   DELAY_1DTK
          CALL   DELAY_1DTK
          CALL   HAPUS_LCD
          RET
-----
CA_ADC:   MOV    A,ADC
          RET
-----
ENOL:     MOV    A,ADC
          CJNE   A,#00H,BALIK
          CALL   STOP
          RET
LIK:      CALL   KIRI
          JMP    NGENOL
RI_DATA:  MOV    A,PULUHAN
          CJNE   A,#00,U_PULUHAN
          MOV    A,RATUSAN
          CJNE   A,#00,U_RATUSAN
          MOV    A,RIBUAN
          CJNE   A,#00,U_RIBUAN
          RET
PULUHAN:  CJNE   A,#1,JUM_000
          MOV    S_DATA,#00
M_000:    CJNE   A,#2,JUM_001
          MOV    S_DATA,#00
M_001:    CJNE   A,#3,JUM_002
          MOV    S_DATA,#00
M_002:    CJNE   A,#4,JUM_003
          MOV    S_DATA,#00
-----
```

; JMP CARI_DATA

PULS

M_003:	CJNE	A,#5,JUM_004
	MOV	S_DATA,#00
M_004:	CJNE	A,#6,JUM_005
	MOV	S_DATA,#00
M_005:	CJNE	A,#7,JUM_006
	MOV	S_DATA,#00
M_006:	CJNE	A,#8,JUM_007
	MOV	S_DATA,#00
M_007:	CJNE	A,#9,JUM_008
	MOV	S_DATA,#00
M_008:	JMP	BACA_DATA

RATUSAN:	CJNE	A,#1,JUM_009
	MOV	S_DATA,#00
M_009:	CJNE	A,#2,JUM_010
	MOV	S_DATA,#00
M_010:	CJNE	A,#3,JUM_011
	MOV	S_DATA,#00
M_011:	CJNE	A,#4,JUM_012
	MOV	S_DATA,#00
M_012:	CJNE	A,#5,JUM_013
	MOV	S_DATA,#00
M_013:	CJNE	A,#6,JUM_014
	MOV	S_DATA,#00
M_014:	CJNE	A,#7,JUM_015
	MOV	S_DATA,#00
M_015:	CJNE	A,#8,JUM_016
	MOV	S_DATA,#00
M_016:	CJNE	A,#9,JUM_017
	MOV	S_DATA,#00
M_017:	JMP	BACA_DATA
RIBUAN:	CJNE	A,#1,JUM_018
	MOV	S_DATA,#00
M_018:	CJNE	A,#2,JUM_019
	MOV	S_DATA,#00
M_019:	CJNE	A,#3,JUM_020
	MOV	S_DATA,#00
M_020:	CJNE	A,#4,JUM_021
	MOV	S_DATA,#00
M_021:	CJNE	A,#5,JUM_022
	MOV	S_DATA,#00
M_022:	CJNE	A,#6,JUM_023
	MOV	S_DATA,#00
M_023:	CJNE	A,#7,JUM_024
	MOV	S_DATA,#00
M_024:	CJNE	A,#8,JUM_025
	MOV	S_DATA,#00
M_025:	CJNE	A,#9,BACA_DATA
	MOV	S_DATA,#00

CA_DATA:	MOV	A,ADC
	CJNE	A,S_DATA,PUTAR
	CALL	STOP
	RET	
TAR:	CALL	KANAN
	JMP	BACA_DATA

lai:	CALL	Init_LCD
	CALL	ANIMASI
	CALL	START
LAI_2:	MOV	SATUAN,#00H
	MOV	PULUHAN,#00H
	MOV	RATUSAN,#00H

PULS

lai_1:

```
MOV    RIBUAN,#00H
CALL   TAMPILKAN
CALL   HAPUS_BARIS_1
MOV    DPTR,#DATA_7
CALL   PRINT_LCD
CALL   BACA_KEY
SETB   EA
SETB   EX1
CALL   DELAY_1MNT
CLR     EX1
CALL   TAMPILKAN
CALL   RESETE
SETB   EX1
JMP     mulai_1
```

```
ta_1: DB ' DANIEL ',0FH
ta_2: DB ' ITN MALANG ',0FH
jka: DB '0123456789 ',0FH
TA_3: DB 'RPM ',0FH
TA_4: DB 'SET SPEED MOTOR ',0FH
TA_5: DB 'SETTING = ',0FH
TA_6: DB 'SETTING = ',0FH
TA_7: DB ' SPEED MOTOR ',0FH
)
```

ures

9 – High-performance and Low-power RISC Architecture
118 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
32 x 8 General-purpose Working Registers
Up to 8 MIPS Throughput at 8 MHz
and Nonvolatile Program Memories
32K Bytes of In-System Programmable Flash
SPI Serial Interface for In-System Programming
Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
512 Bytes EEPROM
Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
512 Bytes Internal SRAM
Programming Lock for Software Security
Other Features
3-channel, 10-bit ADC
Programmable UART
Master/Slave SPI Serial Interface
Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and
Capture Modes and Dual 8-, 9-, or 10-bit PWM
Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
On-chip Analog Comparator
Additional Microcontroller Features
Power-on Reset Circuit
Real-time Clock (RTC) with Separate Oscillator and Counter Mode
External and Internal Interrupt Sources
Three Sleep Modes: Idle, Power Save and Power-down
Power Consumption at 4 MHz, 3V, 20°C
Active: 6.4 mA
Idle Mode: 1.9 mA
Power-down Mode: <1 µA
and Packages
32 Programmable I/O Lines
40-lead PDIP, 44-lead PLCC, 44-lead TQFP, and 44-pad MLF
Operating Voltages
V_{CC}: 4.0 - 6.0V AT90S8535
V_{CC}: 2.7 - 6.0V AT90LS8535
and Grades:
0 - 8 MHz for the AT90S8535
0 - 4 MHz for the AT90LS8535



8-bit AVR[®] Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash

AT90S8535
AT90LS8535

Summary

Rev. 1041HS-11/01

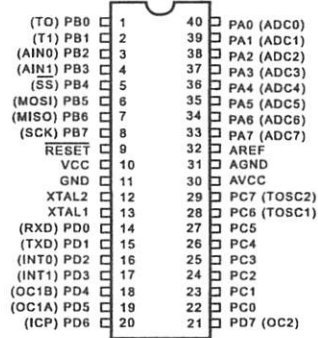


Note: This is a summary document. A complete document is available on our web site at www.atmel.com.

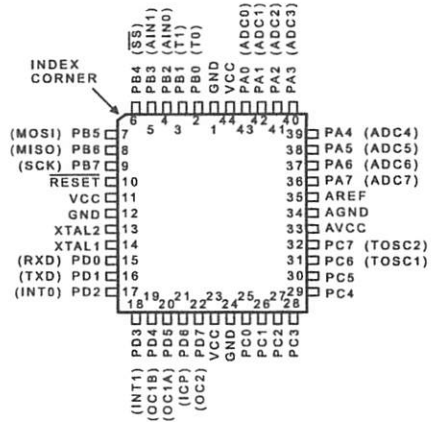


Configurations

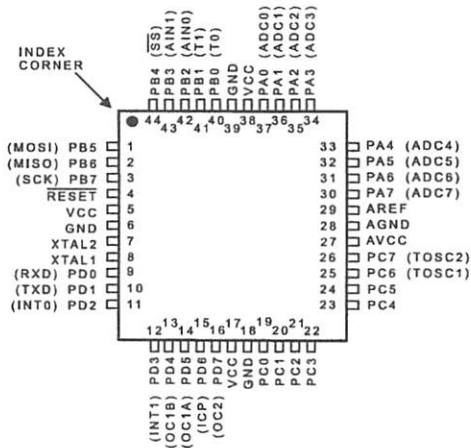
PDIP



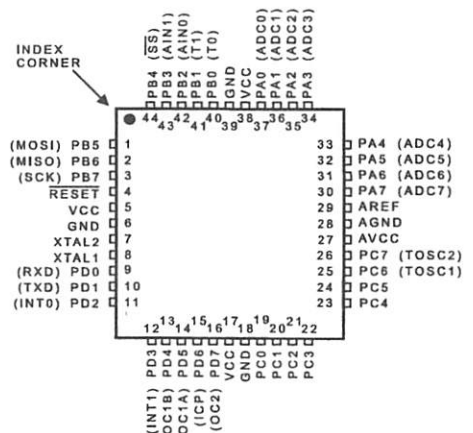
PLCC



TQFP



MLF

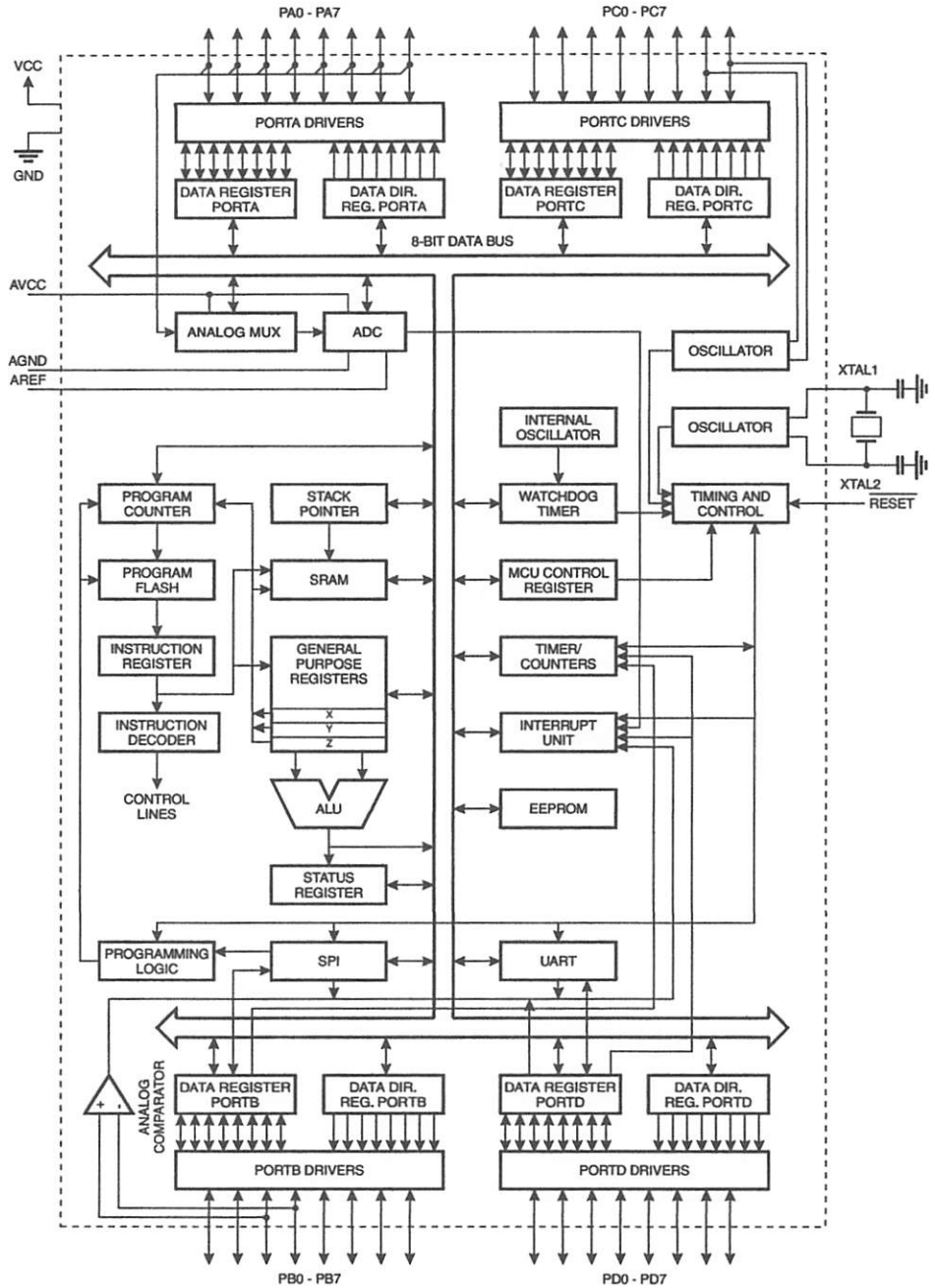


cription

The AT90S8535 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the AT90S8535 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

k Diagram

Figure 1. The AT90S8535 Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general-purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The AT90S8535 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash, 512 bytes EEPROM, 512 bytes SRAM, 32 general-purpose I/O lines, 32 general-purpose working registers, Real-time Clock (RTC), three flexible timer/counters with compare modes, internal and external interrupts, a programmable serial UART, 8-channel, 10-bit ADC, programmable Watchdog Timer with internal oscillator, an SPI serial port and three software-selectable power-saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the SRAM, timer/counters, SPI port and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset. In Power Save Mode, the timer oscillator continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping.

The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT90S8535 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The AT90S8535 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators and evaluation kits.

Descriptions

Digital supply voltage.

Digital ground.

A (PA7..PA0)

Port A is an 8-bit bi-directional I/O port. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated.

Port A also serves as the analog inputs to the A/D Converter.

The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors. The Port B output buffers can sink 20 mA. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. Port B also serves the functions of various special features of the AT90S8535 as listed on page 74.

The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors. The Port C output buffers can sink 20 mA. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source

current if the pull-up resistors are activated. Two Port C pins can alternatively be used as oscillator for Timer/Counter2.

The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

(PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors. The Port D output buffers can sink 20 mA. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated.

Port D also serves the functions of various special features of the AT90S8535 as listed on page 83.

The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Reset input. An external reset is generated by a low level on the $\overline{\text{RESET}}$ pin. Reset pulses longer than 50 ns will generate a reset, even if the clock is not running. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

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

Output from the inverting oscillator amplifier.

AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. If the ADC is not used, this pin must be connected to VCC. If the ADC is used, this pin must be connected to VCC via a low-pass filter. See page 65 for details on operation of the ADC.

AREF is the analog reference input for the A/D Converter. For ADC operations, a voltage in the range 2V to AV_{CC} must be applied to this pin.

Analog ground. If the board has a separate analog ground plane, this pin should be connected to this ground plane. Otherwise, connect to GND.



Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
\$5F	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	page 18
\$5E	SPH	-	-	-	-	-	-	SP9	SP8	page 19
\$5D	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	page 19
\$5C	Reserved									
\$5B	GIMSK	INT1	INT0	-	-	-	-	-	-	page 24
\$5A	GIFR	INTF1	INTF0							page 25
\$59	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	-	TOIE0	page 25
\$58	TIFR	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	-	TOV0	page 26
\$57	Reserved									
\$56	Reserved									
\$55	MCUCR	-	SE	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	page 28
\$54	MCUSR	-	-	-	-	-	-	EXTRF	PORF	page 23
\$53	TCCR0	-	-	-	-	-	CS02	CS01	CS00	page 32
\$52	TCNT0	Timer/Counter0 (8 Bits)								page 33
\$51	Reserved									
\$50	Reserved									
\$4F	TCCR1A	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	-	-	PWM11	PWM10	page 35
\$4E	TCCR1B	ICNC1	ICES1	-	-	CTC1	CS12	CS11	CS10	page 36
\$4D	TCNT1H	Timer/Counter1 – Counter Register High Byte								page 37
\$4C	TCNT1L	Timer/Counter1 – Counter Register Low Byte								page 37
\$4B	OCR1AH	Timer/Counter1 – Output Compare Register A High Byte								page 38
\$4A	OCR1AL	Timer/Counter1 – Output Compare Register A Low Byte								page 38
\$49	OCR1BH	Timer/Counter1 – Output Compare Register B High Byte								page 38
\$48	OCR1BL	Timer/Counter1 – Output Compare Register B Low Byte								page 38
\$47	ICR1H	Timer/Counter1 – Input Capture Register High Byte								page 39
\$46	ICR1L	Timer/Counter1 – Input Capture Register Low Byte								page 39
\$45	TCCR2	-	PWM2	COM21	COM20	CTC2	CS22	CS21	CS20	page 42
\$44	TCNT2	Timer/Counter2 (8 Bits)								page 43
\$43	OCR2	Timer/Counter2 Output Compare Register								page 43
\$42	ASSR	-	-	-	-	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB	page 45
\$41	WDTCSR	-	-	-	WDTOE	WDE	WDP2	WDP1	WDP0	page 47
\$40	Reserved									
\$3F	EEARH								EEAR8	page 49
\$3E	EEARL	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	page 49
\$3D	EEDR	EEPROM Data Register								page 49
\$3C	EEDR	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EEWE	EERE	page 49
\$3B	PORTA	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	page 73
\$3A	DDRA	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	page 73
\$39	PINA	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	page 73
\$38	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	page 75
\$37	DDRB	ddb7	ddb6	ddb5	ddb4	ddb3	ddb2	ddb1	ddb0	page 75
\$36	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	page 75
\$35	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	page 80
\$34	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	page 80
\$33	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	page 81
\$32	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	page 84
\$31	DDRD	DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	page 84
\$30	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	page 84
\$2F	SPDR	SPI Data Register								page 56
\$2E	SPSR	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	-	page 55
\$2D	SPCR	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	page 54
\$2C	UDR	UART I/O Data Register								page 59
\$2B	USR	RXC	TXC	UDRE	FE	OR	-	-	-	page 60
\$2A	UCR	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	CHR9	RXB8	TXB8	page 61
\$29	UBRR	UART Baud Rate Register								page 62
\$28	ACSR	ACD	-	ACO	ACI	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0	page 63
\$27	ADMUX	-	-	-	-	-	MUX2	MUX1	MUX0	page 68
\$26	ADCSR	ADEN	ADSC	ADFR	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	page 69
\$25	ADCH	-	-	-	-	-	-	ADC9	ADC8	page 70
\$24	ADCL	ADC7	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC1	ADC0	page 70
\$23	Reserved									
\$22	Reserved									
\$21	Reserved									
\$20	Reserved									

1. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.
2. Some of the status flags are cleared by writing a logical "1" to them. Note that the CBI and SBI instructions will operate on all bits in the I/O register, writing a one back into any flag read as set, thus clearing the flag. The CBI and SBI instructions work with registers \$00 to \$1F only.



Instruction Set Summary

Symbolic	Operands	Description	Operation	Flags	# Clocks
METRIC AND LOGIC INSTRUCTIONS					
	Rd, Rr	Add Two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z,C,N,V,H	1
	Rd, Rr	Add with Carry Two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z,C,N,V,H	1
	Rdl, K	Add Immediate to Word	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl + K$	Z,C,N,V,S	2
	Rd, Rr	Subtract Two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z,C,N,V,H	1
	Rd, K	Subtract Constant from Register	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,H	1
	Rd, Rr	Subtract with Carry Two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z,C,N,V,H	1
	Rd, K	Subtract with Carry Constant from Reg.	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z,C,N,V,H	1
	Rdl, K	Subtract Immediate from Word	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl - K$	Z,C,N,V,S	2
	Rd, Rr	Logical AND Registers	$Rd \leftarrow Rd \& Rr$	Z,N,V	1
	Rd, K	Logical AND Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \& K$	Z,N,V	1
	Rd, Rr	Logical OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z,N,V	1
	Rd, K	Logical OR Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
	Rd, Rr	Exclusive OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z,N,V	1
	Rd	One's Complement	$Rd \leftarrow \$FF - Rd$	Z,C,N,V	1
	Rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow \$00 - Rd$	Z,C,N,V,H	1
	Rd, K	Set Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
	Rd, K	Clear Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \& (\$FF - K)$	Z,N,V	1
	Rd	Increment	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z,N,V	1
	Rd	Decrement	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z,N,V	1
	Rd	Test for Zero or Minus	$Rd \leftarrow Rd \& Rd$	Z,N,V	1
	Rd	Clear Register	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	Z,N,V	1
	Rd	Set Register	$Rd \leftarrow \$FF$	None	1
BRANCH INSTRUCTIONS					
	k	Relative Jump	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
		Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
	k	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	3
		Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
		Subroutine Return	$PC \leftarrow STACK$	None	4
		Interrupt Return	$PC \leftarrow STACK$	I	4
	Rd, Rr	Compare, Skip if Equal	If $(Rd = Rr)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
	Rd, Rr	Compare	$Rd - Rr$	Z,N,V,C,H	1
	Rd, Rr	Compare with Carry	$Rd - Rr - C$	Z,N,V,C,H	1
	Rd, K	Compare Register with Immediate	$Rd - K$	Z,N,V,C,H	1
	Rr, b	Skip if Bit in Register Cleared	If $(Rr(b) = 0)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
	Rr, b	Skip if Bit in Register is Set	If $(Rr(b) = 1)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
	P, b	Skip if Bit in I/O Register Cleared	If $(P(b) = 0)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
	P, b	Skip if Bit in I/O Register is Set	If $(P(b) = 1)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
	s, k	Branch if Status Flag Set	If $(SREG(s) = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	s, k	Branch if Status Flag Cleared	If $(SREG(s) = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Equal	If $(Z = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Not Equal	If $(Z = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Carry Set	If $(C = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Carry Cleared	If $(C = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Same or Higher	If $(C = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Lower	If $(C = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Minus	If $(N = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Plus	If $(N = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Greater or Equal, Signed	If $(N \oplus V = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Less Than Zero, Signed	If $(N \oplus V = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Half-carry Flag Set	If $(H = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Half-carry Flag Cleared	If $(H = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if T-flag Set	If $(T = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if T-flag Cleared	If $(T = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Overflow Flag is Set	If $(V = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Overflow Flag is Cleared	If $(V = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Interrupt Enabled	If $(I = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Interrupt Disabled	If $(I = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
TRANSFER INSTRUCTIONS					
	Rd, Rr	Move between Registers	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
	Rd, K	Load Immediate	$Rd \leftarrow K$	None	1
	Rd, X	Load Indirect	$Rd \leftarrow (X)$	None	2
	Rd, X+	Load Indirect and Post-inc.	$Rd \leftarrow (X), X \leftarrow X + 1$	None	2
	Rd, -X	Load Indirect and Pre-dec.	$X \leftarrow X - 1, Rd \leftarrow (X)$	None	2

Instruction Set Summary (Continued)

Instruction	Operands	Description	Operation	Flags	# Clocks
	Rd, Y	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Y)$	None	2
	Rd, Y+	Load Indirect and Post-inc.	$Rd \leftarrow (Y), Y \leftarrow Y + 1$	None	2
	Rd, -Y	Load Indirect and Pre-dec.	$Y \leftarrow Y - 1, Rd \leftarrow (Y)$	None	2
	Rd, Y+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow (Y + q)$	None	2
	Rd, Z	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Z)$	None	2
	Rd, Z+	Load Indirect and Post-inc.	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	None	2
	Rd, -Z	Load Indirect and Pre-dec.	$Z \leftarrow Z - 1, Rd \leftarrow (Z)$	None	2
	Rd, Z+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow (Z + q)$	None	2
	Rd, k	Load Direct from SRAM	$Rd \leftarrow (k)$	None	2
	X, Rr	Store Indirect	$(X) \leftarrow Rr$	None	2
	X+, Rr	Store Indirect and Post-inc.	$(X) \leftarrow Rr, X \leftarrow X + 1$	None	2
	-X, Rr	Store Indirect and Pre-dec.	$X \leftarrow X - 1, (X) \leftarrow Rr$	None	2
	Y, Rr	Store Indirect	$(Y) \leftarrow Rr$	None	2
	Y+, Rr	Store Indirect and Post-inc.	$(Y) \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y + 1$	None	2
	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-dec.	$Y \leftarrow Y - 1, (Y) \leftarrow Rr$	None	2
	Y+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Y + q) \leftarrow Rr$	None	2
	Z, Rr	Store Indirect	$(Z) \leftarrow Rr$	None	2
	Z+, Rr	Store Indirect and Post-inc.	$(Z) \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z + 1$	None	2
	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-dec.	$Z \leftarrow Z - 1, (Z) \leftarrow Rr$	None	2
	Z+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Z + q) \leftarrow Rr$	None	2
	k, Rr	Store Direct to SRAM	$(k) \leftarrow Rr$	None	2
		Load Program Memory	$RO \leftarrow (Z)$	None	3
	Rd, P	In Port	$Rd \leftarrow P$	None	1
	P, Rr	Out Port	$P \leftarrow Rr$	None	1
	Rr	Push Register on Stack	$STACK \leftarrow Rr$	None	2
	Rd	Pop Register from Stack	$Rd \leftarrow STACK$	None	2
AND BIT-TEST INSTRUCTIONS					
	P, b	Set Bit in I/O Register	$I/O(P,b) \leftarrow 1$	None	2
	P, b	Clear Bit in I/O Register	$I/O(P,b) \leftarrow 0$	None	2
	Rd	Logical Shift Left	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), Rd(0) \leftarrow 0$	Z,C,N,V	1
	Rd	Logical Shift Right	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), Rd(7) \leftarrow 0$	Z,C,N,V	1
	Rd	Rotate Left through Carry	$Rd(0) \leftarrow C, Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), C \leftarrow Rd(7)$	Z,C,N,V	1
	Rd	Rotate Right through Carry	$Rd(7) \leftarrow C, Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), C \leftarrow Rd(0)$	Z,C,N,V	1
	Rd	Arithmetic Shift Right	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), n = 0..6$	Z,C,N,V	1
	Rd	Swap Nibbles	$Rd(3..0) \leftarrow Rd(7..4), Rd(7..4) \leftarrow Rd(3..0)$	None	1
	s	Flag Set	$SREG(s) \leftarrow 1$	SREG(s)	1
	s	Flag Clear	$SREG(s) \leftarrow 0$	SREG(s)	1
	Rr, b	Bit Store from Register to T	$T \leftarrow Rr(b)$	T	1
	Rd, b	Bit Load from T to Register	$Rd(b) \leftarrow T$	None	1
		Set Carry	$C \leftarrow 1$	C	1
		Clear Carry	$C \leftarrow 0$	C	1
		Set Negative Flag	$N \leftarrow 1$	N	1
		Clear Negative Flag	$N \leftarrow 0$	N	1
		Set Zero Flag	$Z \leftarrow 1$	Z	1
		Clear Zero Flag	$Z \leftarrow 0$	Z	1
		Global Interrupt Enable	$I \leftarrow 1$	I	1
		Global Interrupt Disable	$I \leftarrow 0$	I	1
		Set Signed Test Flag	$S \leftarrow 1$	S	1
		Clear Signed Test Flag	$S \leftarrow 0$	S	1
		Set Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 1$	V	1
		Clear Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 0$	V	1
		Set T in SREG	$T \leftarrow 1$	T	1
		Clear T in SREG	$T \leftarrow 0$	T	1
		Set Half-carry Flag in SREG	$H \leftarrow 1$	H	1
		Clear Half-carry Flag in SREG	$H \leftarrow 0$	H	1
		No Operation		None	1
		Sleep	(see specific descr. for Sleep function)	None	1
		Watchdog Reset	(see specific descr. for WDR/timer)	None	1



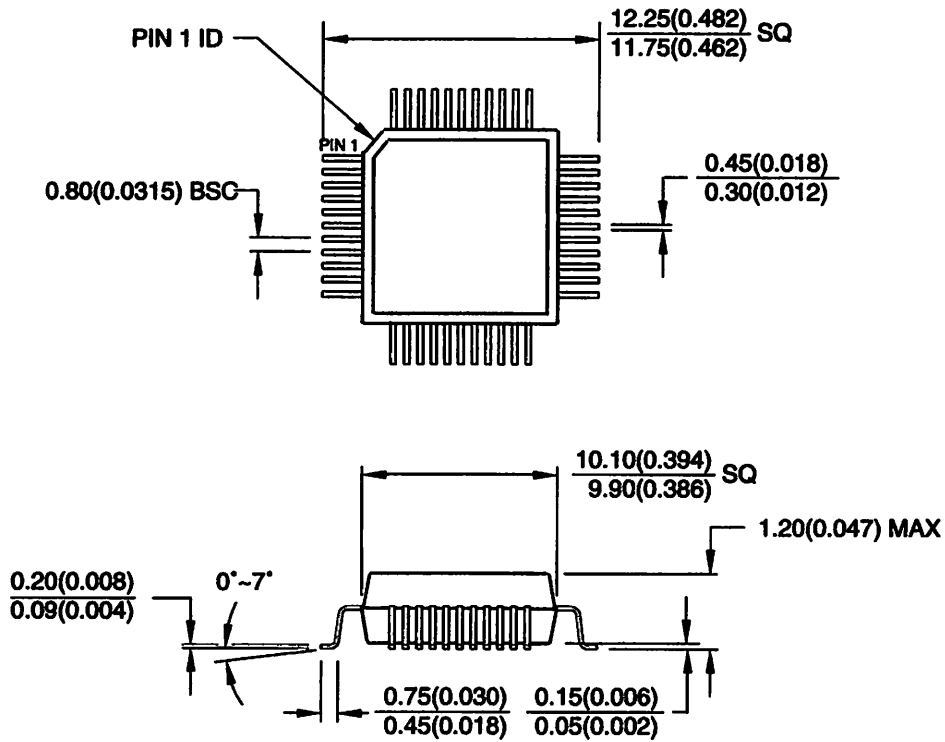
Ordering Information

Power Supply	Speed (MHz)	Ordering Code	Package	Operation Range
2.7 - 6.0V	4	AT90LS8535-4AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT90LS8535-4JC	44J	
		AT90LS8535-4PC	40P6	
		AT90LS8535-4MC	44M1	
		AT90LS8535-4AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT90LS8535-4JI	44J	
		AT90LS8535-4PI	40P6	
		AT90LS8535-4MI	44M1	
4.0 - 6.0V	8	AT90S8535-8AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT90S8535-8JC	44J	
		AT90S8535-8PC	40P6	
		AT90LS8535-8MC	44M1	
		AT90S8535-8AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT90S8535-8JI	44J	
		AT90S8535-8PI	40P6	
		AT90LS8535-8MI	44M1	

Package Type	
A	44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
M1	44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm body, lead pitch 0.50 mm, Micro Lead Frame Package (MLF)

Pinning Information

44-lead, Thin (1.0mm) Plastic Quad Flat Package
(TQFP), 10x10mm body, 2.0mm footprint, 0.8mm pitch.
Dimension in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-026 ACB



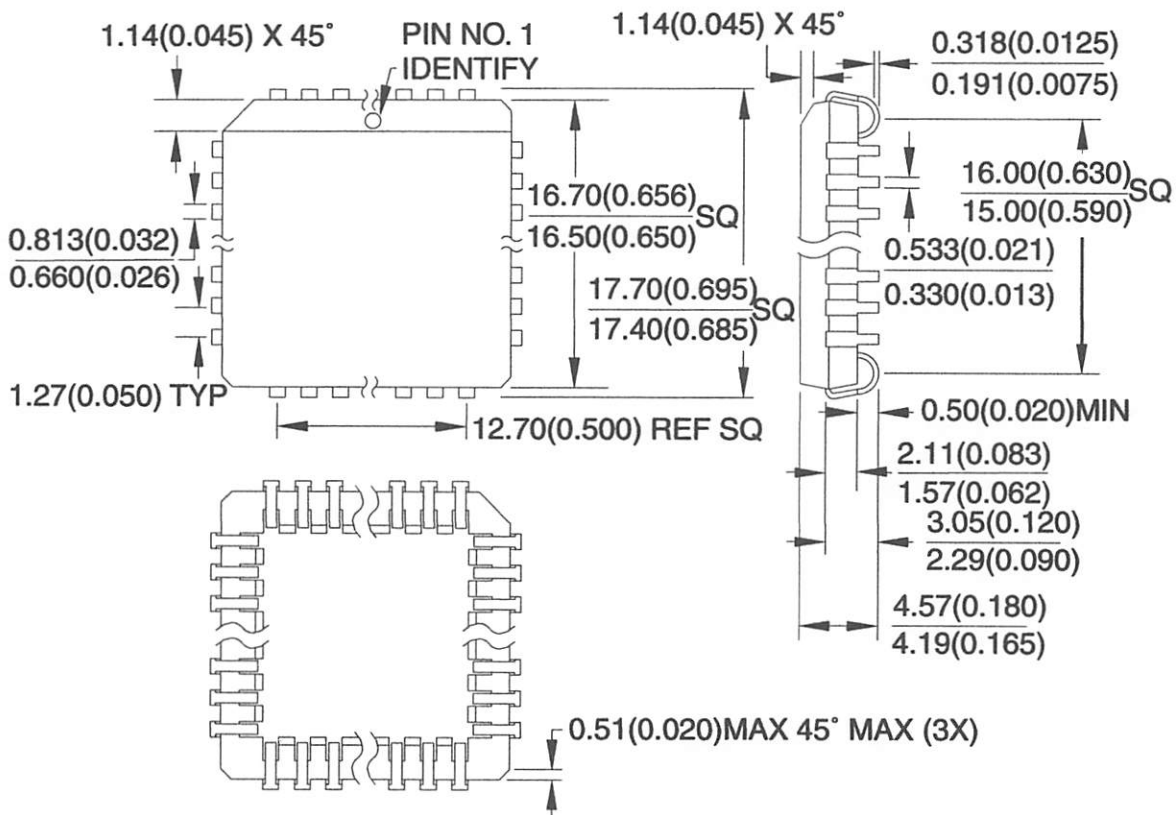
*Controlling dimension: millimeter

REV. A 04/11/2001





44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Millimeters and (Inches)*
JEDEC STANDARD MS-018 AC



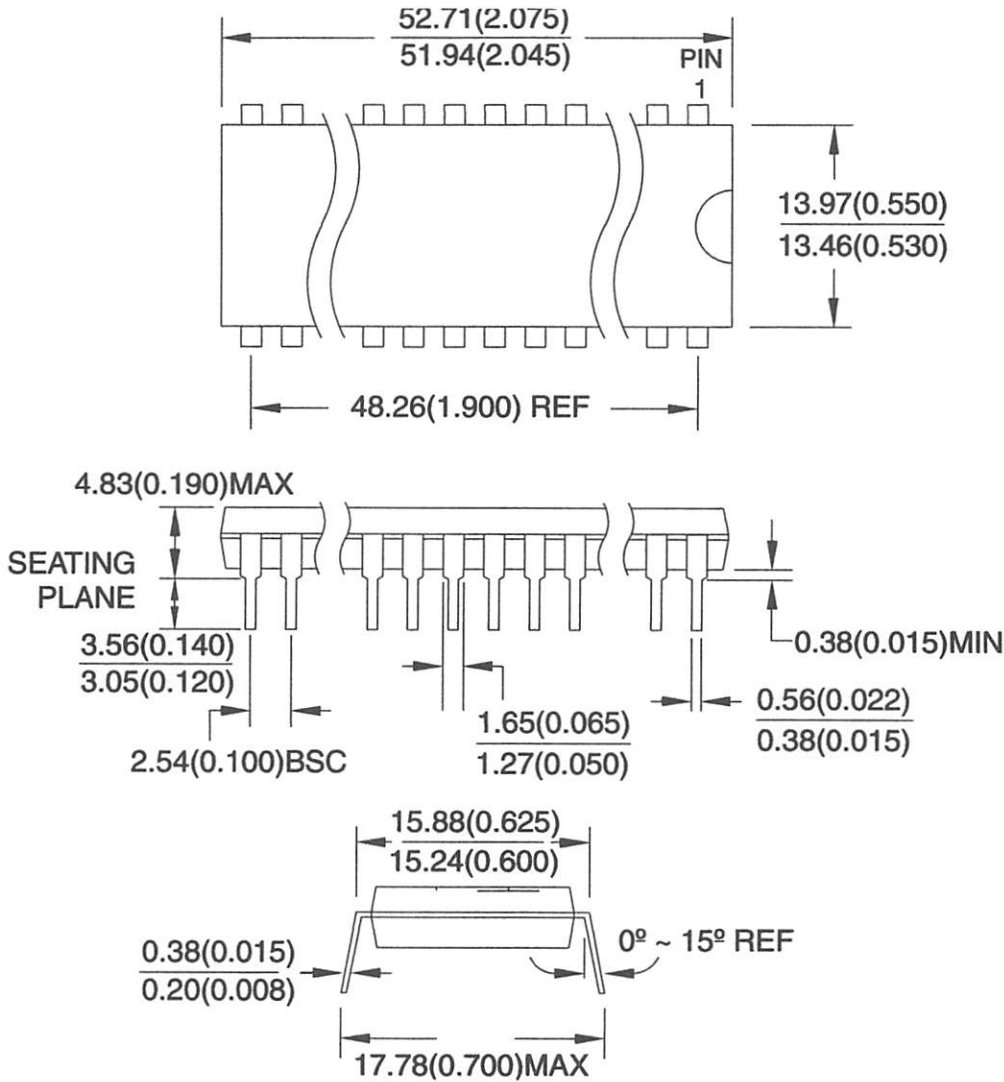
*Controlling dimensions: Inches

REV. A 04/11/2001

AT90S/LS8535

1041HS-11/01

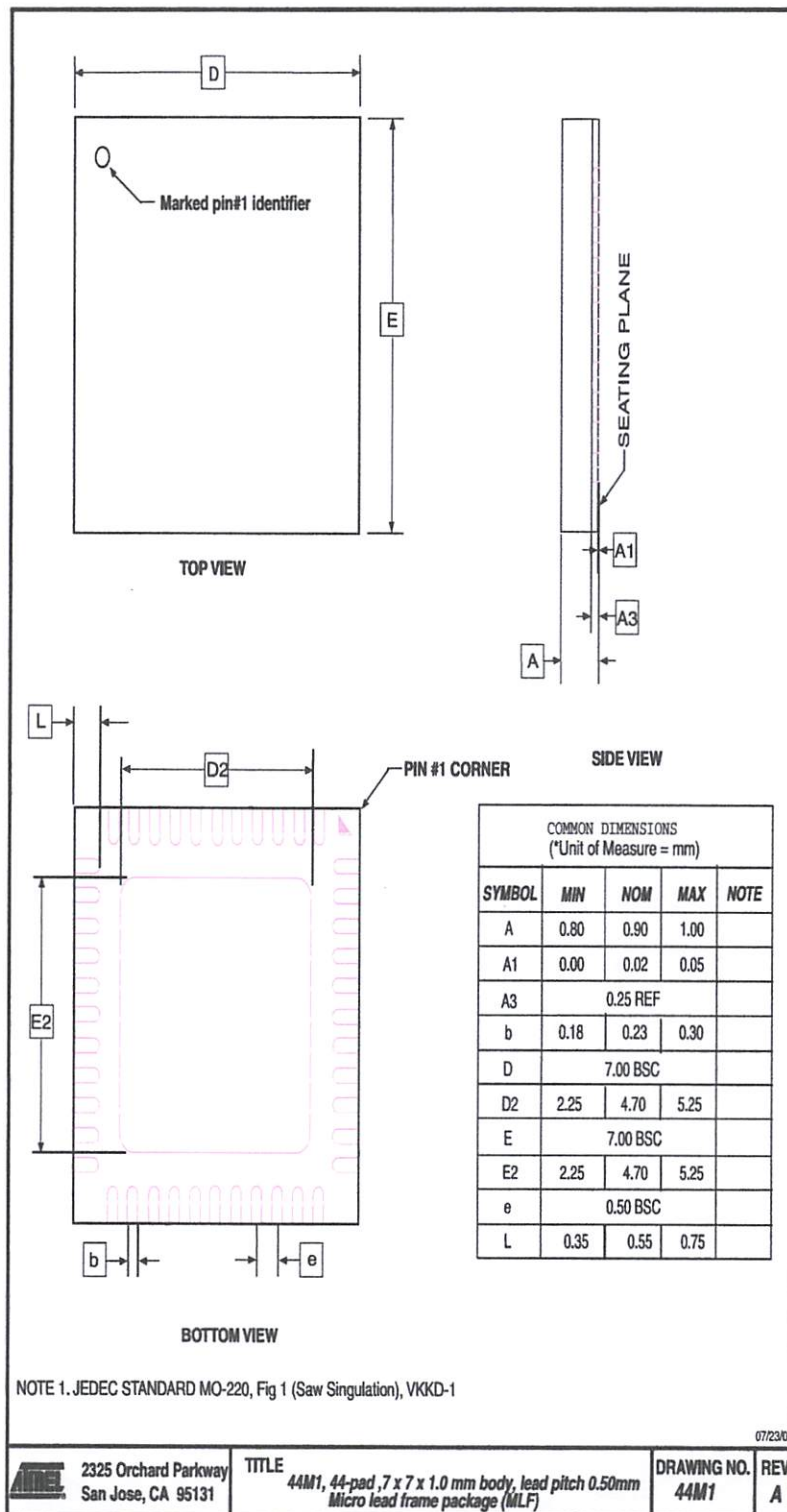
40-lead, Plastic Dual Inline
 Package (PDIP), 0.600" wide
 Dimension in Millimeters and (Inches)*
 JEDEC STANDARD MS-011 AC



*Controlling dimension: Inches

REV. A 04/11/2001







Atmel Headquarters

Corporate Headquarters

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

Europe

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

Asia

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

Japan

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

Atmel Product Operations

Atmel Colorado Springs

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

Atmel Grenoble

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

Atmel Heilbronn

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

Atmel Nantes

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

Atmel Rousset

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

Atmel Smart Card ICs

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

e-mail

literature@atmel.com

Web Site

http://www.atmel.com

Atmel Corporation 2001.

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

Atmel, AVR and AVR are the registered trademarks of Atmel.

Other terms and product names may be the trademarks of others.



Printed on recycled paper.

1041HS-11/01/0M

Photodiode/Phototransistor Application Circuit

FUNDAMENTAL PHOTODIODE CIRCUITS

Figures 1 and 2 show the fundamental photodiode circuits.

The circuit shown in Figure 1 transforms a photocurrent produced by a photodiode without bias into a voltage. The output voltage (V_{OUT}) is given as $V_{OUT} = I_P \times R_L$. It is more or less proportional to the amount of incident light when $V_{OUT} < V_{OC}$. It can also be compressed logarithmically relative to the amount of incident light when V_{OUT} is near V_{OC} . (V_{OC} is the open-terminal voltage of a photodiode).

Figure 1 (B) shows the operating point for a load resistor (R_L) without application of bias to the photodiode.

Figure 2 shows a circuit in which the photodiode is reverse-biased by V_{CC} and a photocurrent (I_P) is transformed into an output voltage. Also in this arrangement,

the V_{OUT} is given as $V_{OUT} = I_P \times R_L$. An output voltage proportional to the amount of incident light is obtained. The proportional region is expanded by the amount of V_{CC} {proportional region: $V_{OUT} < (V_{OC} + V_{CC})$ }. On the other hand, application of reverse bias to the photodiode causes the dark current (I_d) to increase, leaving a voltage of $I_d \times R_L$ when the light is interrupted, and this point should be noted in designing the circuit.

Figure 2 (B) shows the operating point for a load resistor R_L with reverse bias applied to the photodiode.

Features of a circuit used with a reverse-biased photodiode are:

- High-speed response
- Wide-proportional-range of output

Therefore, this circuit is generally used.

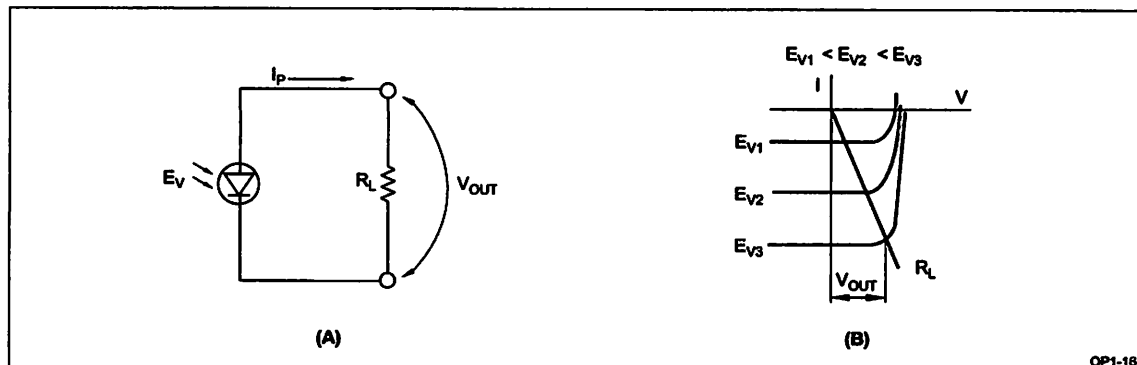


Figure 1. Fundamental Circuit of Photodiode (Without Bias)

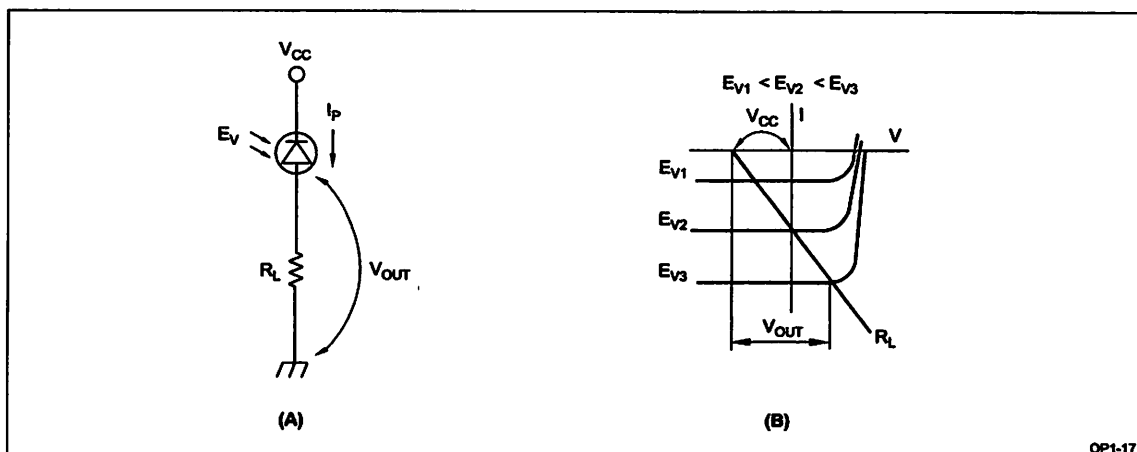


Figure 2. Fundamental Circuit of Photodiode (With Bias)

The response time is inversely proportional to the reverse bias voltage and is expressed as follows:

$r = C_j \times R_L$

$C_j = A(V_D - V_R) - \frac{1}{n}$

C_j : junction capacitance of the photodiode

R_L : load resistor

V_D : diffusion potential (0.5 V - 0.9 V)

V_R : Reverse bias voltage (negative value)

n : 2 - 3

PHOTOCURRENT AMPLIFIER CIRCUIT USING THE TRANSISTOR OF PHOTODIODE

Figures 3 and 4 show photocurrent amplifiers using transistors.

The circuit shown in Figure 3 are most basic combinations of a photodiode and an amplifying transistor. In the arrangement of Figure 3 (A), the photocurrent produced by the photodiode causes the transistor (Tr_1) to decrease its output (V_{OUT}) from high to low. In the arrangement of Figure 3 (B), the photocurrent causes the V_{OUT} to increase from low to high. Resistor R_{BE} in the circuit is effective for suppressing the influence of dark current (I_d) and is chosen to meet the following conditions:

$R_{BE} < V_{BD}/I_d$

$R_{BE} > V_{BE}/\{I_P - V_{CC}/(R_L \times h_{FE})\}$

Figure 4 shows simple amplifiers utilizing negative feedback.

In the circuit of Figure 4 (A), the output (V_{OUT}) is given as:

$V_{OUT} = I_P \times R_1 + I_B \times R_1 + V_{BE}$

This arrangement provides a large output and relatively fast response.

The circuit of Figure 4 (B) has an additional transistor (Tr_2) to provide a larger output current.

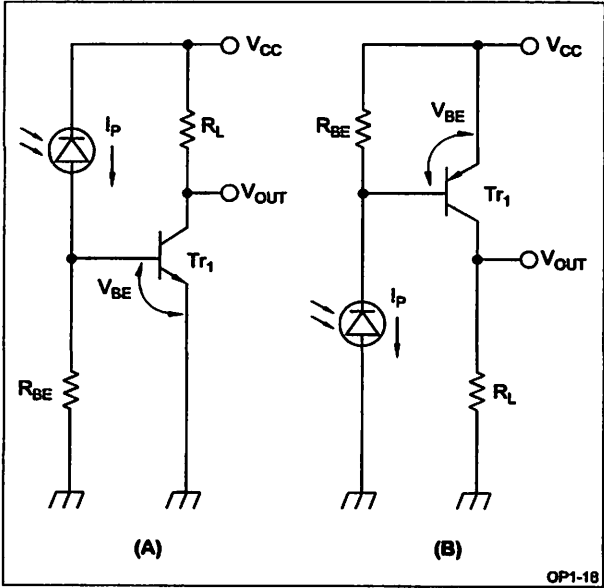


Figure 3. Photocurrent Amplifier Circuit using Transistor

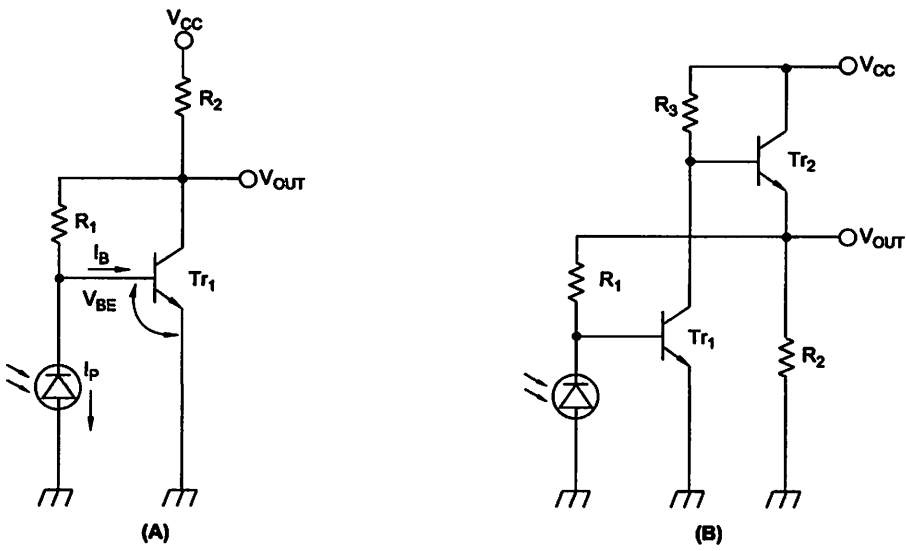


Figure 4. Photocurrent Amplifier Circuit with Negative Feedback

AMPLIFIER CIRCUIT USING OPERATIONAL AMPLIFIER

Figure 6 shows a photocurrent-voltage conversion circuit using an operational amplifier. The output voltage (V_{OUT}) is given as $V_{OUT} = I_F \times R_1$ ($I_P \equiv I_{SC}$). The arrangement utilizes the characteristics of an operational amplifier with two input terminals at about zero voltage to operate the photodiode without bias. The circuit provides an ideal short-circuit current (I_{SC}) in a wide operating range.

Figure 6 (B) shows the output voltage vs. radiant intensity characteristics. An arrangement with no bias and high impedance loading to the photodiode provides the following features:

- Less influence by dark current
- Wide linear range of the photocurrent relative to the radiant intensity.

Figure 5 shows a logarithmic photocurrent amplifier using an operating amplifier. The circuit uses a logarithmic diode for the logarithmic conversion of photocurrent into an output voltage. In dealing with a very wide radiation intensity range, linear amplification results in

a saturation of output because of the limited linear region of the operational amplifier, whereas logarithmic compression of the photocurrent prevents the saturation of output. With its wide measurement range, the logarithmic photocurrent amplifier is used for the exposure meter of cameras.

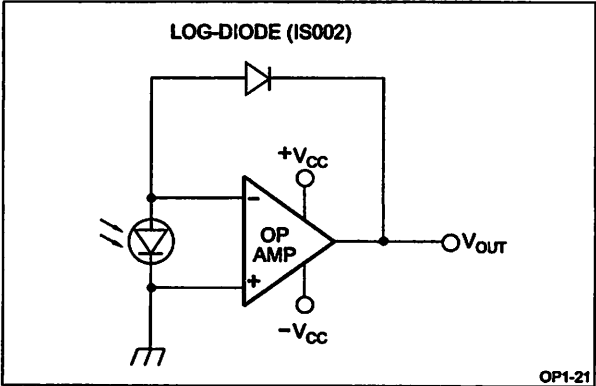


Figure 5. Logarithmic Photocurrent Amplifier using an Operational Amplifier

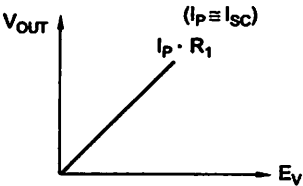
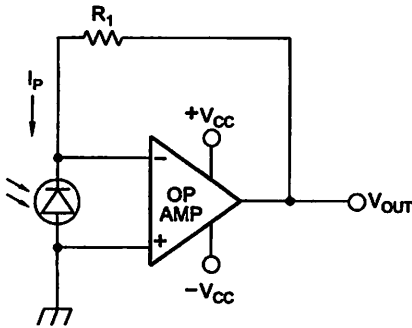


Figure 6. Photocurrent Amplifier using an Operational Amplifier (Without Bias)

LIGHT DETECTING CIRCUIT FOR MODULATED LIGHT INPUT

Figure 7 shows a light detecting circuit which uses an optical remote control to operate a television set, air conditioner, or other devices. Usually, the optical remote control is used in the sunlight or the illumination of a fluorescent lamp. To alleviate the influence of such a disturbing light, the circuit deals with pulse-modulation signals.

The circuit shown in Figure 7 detects the light input by differentiating the rising and falling edges of a pulse signal. To amplify a very small input signal, an FET providing a high input impedance is used.

COLOR SENSOR AMPLIFIER CIRCUIT

Figure 8 shows a color sensor amplifier using a semiconductor color sensor. Two short circuit currents (I_{SC1} , I_{SC2}) conducted by two photodiodes having different spectral sensitivities are compressed logarithmically and applied to a subtraction circuit which produces a differential output (V_{OUT}). The output voltage (V_{OUT}) is formulated as follows:

$$V_{OUT} = \frac{kT}{q} \times \log \left(\frac{I_{SC2}}{I_{SC1}} \right) \times A$$

Where A is the gain of the differential amplifier. The gain becomes $A = R_2/R_1$ when $R_1 = R_3$ and $R_2 = R_4$, then:

$$V_{OUT} = \frac{kT}{q} \times \log \left(\frac{I_{SC2}}{I_{SC1}} \right) \times \frac{R_2}{R_1}$$

The output signal of the semiconductor color sensor is extremely low level. Therefore, great care must be taken in dealing with the signal. For example, low-biased, low-drift operational amplifiers must be used, and possible current leaks of the surface of P.W.B. must be taken into account.

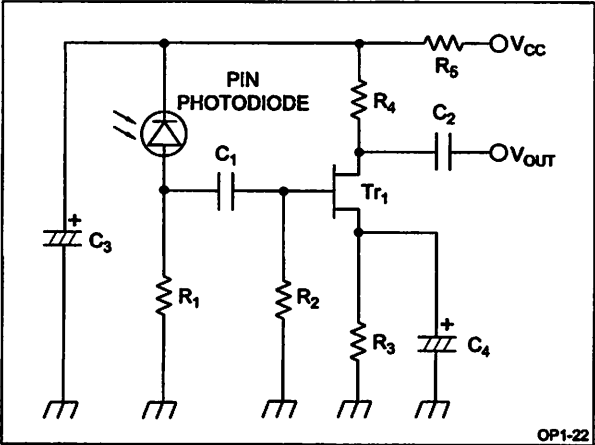


Figure 7. Light Detecting Circuit for Modulated Light Input PIN Photodiode

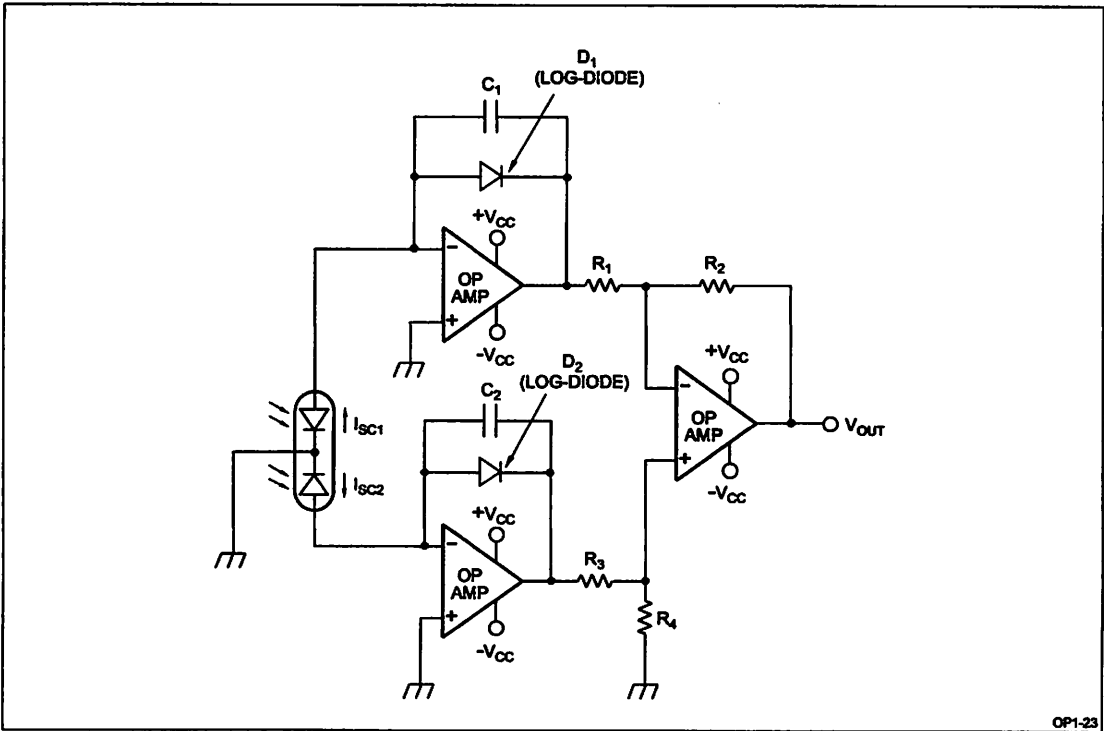


Figure 8. Color Sensor Amplifier Circuit

FUNDAMENTAL PHOTOTRANSISTOR CIRCUITS

Figures 9 and 10 show the fundamental phototransistor circuits. The circuit shown in Figure 9 (A) is a common-emitter amplifier. Light input at the base causes the output (V_{OUT}) to decrease from high to low. The circuit shown in Figure 9 (B) is a common-collector amplifier with an output (V_{OUT}) increasing from low to high in response to light input. For the circuits in Figure 9 to operate in the switching mode, the load resistor (R_L) should be set in relation with the collector current (I_C) as $V_{CC} < R_L \times I_C$.

The circuit shown Figure 10 (A) uses a phototransistor with a base terminal. A R_{BE} resistor connected between the base and emitter alleviates the influence of a dark current when operating at a high temperature. The circuit shown in Figure 10 (B) features a cascade connection of the grounded-base transistor (Tr_1) so that the phototransistor is virtually less loaded, thereby improving the response.

AMPLIFIER CIRCUIT USING TRANSISTOR

Figure 11 shows the transistor amplifiers used to amplify the collector current of the phototransistor using a transistor (Tr_1). The circuit in Figure 11 (A) increases the output from high to low in response to a light input. The value of resistor R_1 depends on the input light intensity, ambient temperature, response speed, etc., to meet the following conditions:

$R_1 < V_{BE}/I_{CEO}, R_1 > V_{BE}/I_C$

Where I_{CBO} is the dark current of phototransistor and I_C is the collector current.

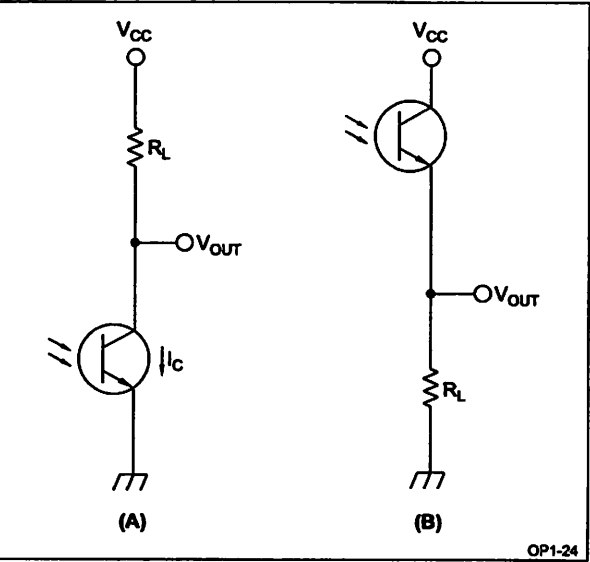


Figure 9. Fundamental Phototransistor Circuit (I)

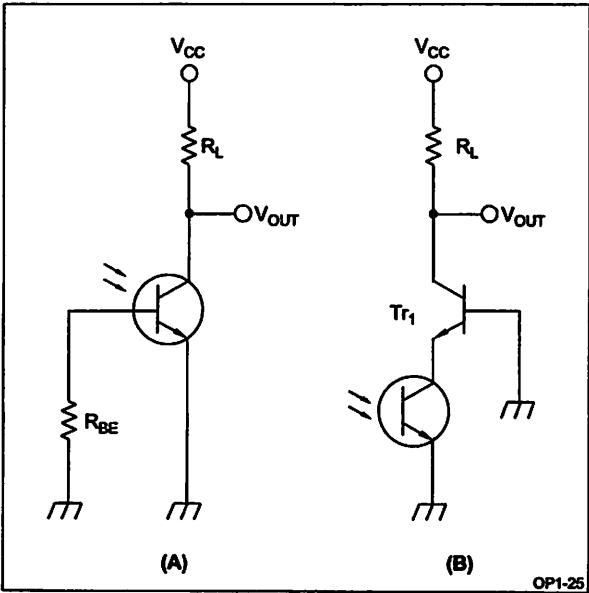


Figure 10. Fundamental Phototransistor Circuit (II)

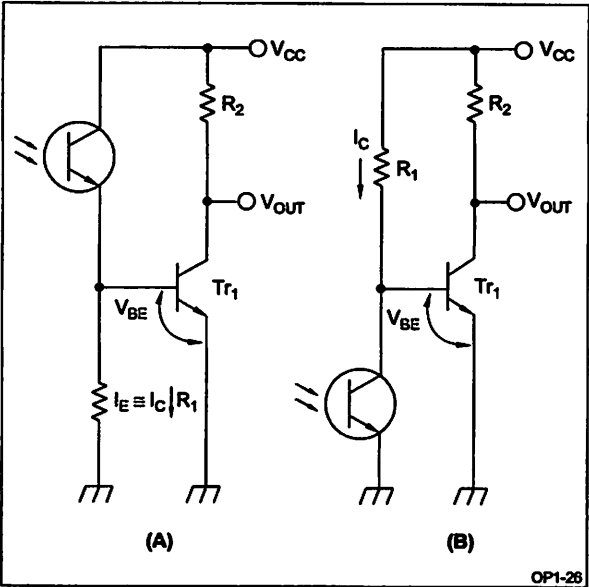


Figure 11. Amplifier Circuit using Transistor

MODULATED SIGNAL DETECTION CIRCUIT

Figure 12 shows the circuits used to detect a modulated signal such as an AC or pulse signal. The phototransistor has a base terminal with a fixed bias through resistors R_1 and R_2 . An R_4 emitter resistor maintains the C output voltage constant. A modulated signal provides base current through bypass capacitor C causing current amplification so that the signal is greatly amplified.

AMPLIFIER CIRCUIT USING OPERATIONAL AMPLIFIER

Figure 13 shows a current-voltage conversion circuit using an operational amplifier. Its output voltage (V_{OUT}) is expressed as $V_{OUT} = I_C \times R_1$.

The current-voltage conversion circuit for the phototransistor is basically identical to that of the photodiode, except that the phototransistor requires a bias. The circuit shown in Figure 13 (A) has a negative bias ($-V$) for the emitter against the virtually grounded collector potential. Figure 13 (B) shows the output voltage vs. irradiation intensity characteristics.

AUTO-STROBOSCOPE CIRCUIT

Figure 14 shows the auto-stroboscope circuit of the current cut type. This circuit is most frequently used because of advantages such as continuous light emission and lower battery power consumption.

When the switch is in the ON-state, the SCR_2 and SCR_3 turn on to discharge capacitor C_4 so that the xenon lamp is energized to emit light. The anode of the SCR_2 is then reverse-biased, causing it to turn off and light emission of the xenon lamp ceases. The irradiation time is set automatically in response to variations in the collector current of the phototransistor. This follows the intensity of reflected light from the object and the value of C_1 in the circuit. In other words, the irradiation time is long for a distant object, and short for a near object.

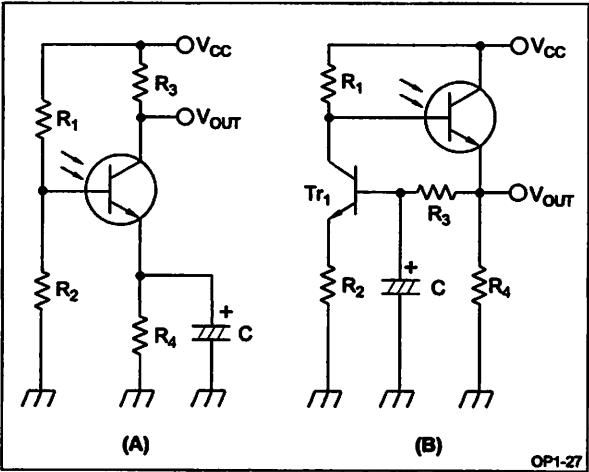


Figure 12. Modulated Signal Detection Circuit

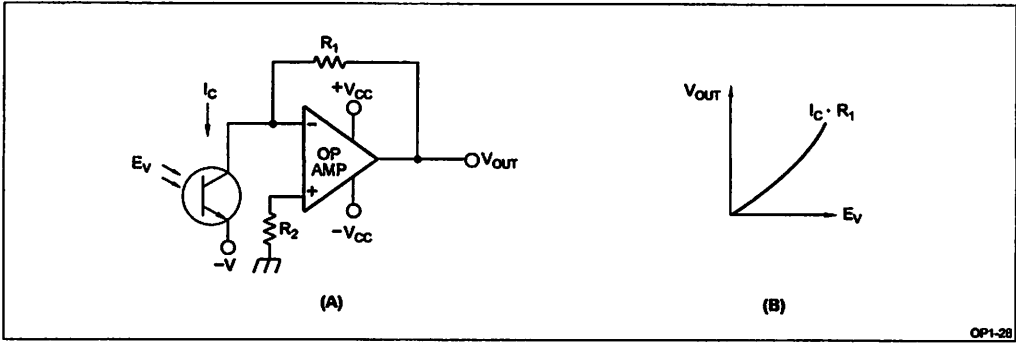


Figure 13. Amplifier Circuit using an Operational Amplifier

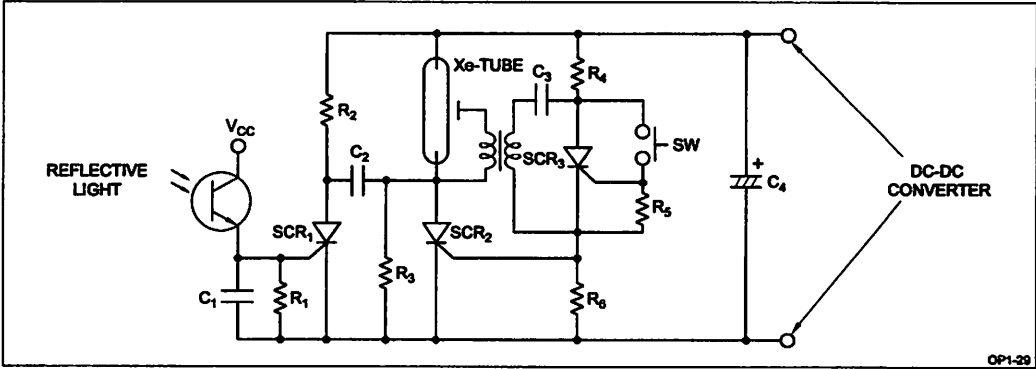


Figure 14. Auto-Stroboscope Circuit

LIFE SUPPORT POLICY

SHARP components should not be used in medical devices with life support functions or in safety equipment (or similar applications where component failure would result in loss of life or physical harm) without the written approval of an officer of the SHARP Corporation.

LIMITED WARRANTY

SHARP warrants to its Customer that the Products will be free from defects in material and workmanship under normal use and service for a period of one year from the date of invoice. Customer's exclusive remedy for breach of this warranty is that SHARP will either (i) repair or replace, at its option, any Product which fails during the warranty period because of such defect (if Customer promptly reported the failure to SHARP in writing) or, (ii) if SHARP is unable to repair or replace, refund the purchase price of the Product upon its return to SHARP. This warranty does not apply to any Product which has been subjected to misuse, abnormal service or handling, or which has been altered or modified in design or construction, or which has been serviced or repaired by anyone other than Sharp. The warranties set forth herein are in lieu of, and exclusive of, all other warranties, express or implied. ALL EXPRESS AND IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR USE AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE SPECIFICALLY EXCLUDED. In no event will Sharp be liable, or in any way responsible, for any incidental or consequential economic or property damage.

The above warranty is also extended to Customers of Sharp authorized distributors with the following exception: reports of failures of Products during the warranty period and return of Products that were purchased from an authorized distributor must be made through the distributor. In case Sharp is unable to repair or replace such Products, refunds will be issued to the distributor in the amount of distributor cost.

SHARP reserves the right to make changes in specifications at any time and without notice. SHARP does not assume any responsibility for the use of any circuitry described; no circuit patent licenses are implied.

SHARP.**NORTH AMERICA**

SHARP Microelectronics
of the Americas
5700 NW Pacific Rim Blvd., M/S 20
Camas, WA 98607, U.S.A.
Phone: (360) 834-2500
Telex: 49608472 (SHARPCAM)
Facsimile: (360) 834-8903
<http://www.sharpsma.com>

EUROPE

SHARP Electronics (Europe) GmbH
Microelectronics Division
SonninstraÙe 3
20097 Hamburg, Germany
Phone: (49) 40 2376-2286
Facsimile: (49) 40 2376-2232
<http://www.sharpmed.com>

ASIA

SHARP Corporation
Electronic Components & Devices
22-22, Nagaike-Cho, Abeno-Ku
Osaka 545-8522, Japan
Phone: (81) 6-6621-1221
Facsimile: (81) 6117-725300
<http://www.sharp.co.jp/e-device/index.html>

Documentasi Pemrograman LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2
di Minimum Sistem Mikrokontroler 8031

oleh upank *)
ver 1.1

*) mahasiswa teknik elektro universitas brawijaya angkatan 1998

LCD (*Liquid Crystal Display*) banyak digunakan pada alat-alat elektronika yang memerlukan penampil, seperti pada boks telpon magnetik guna menampilkan jumlah pulsa yang tersisa pada kartu, ada juga yang digunakan pada alat penghitung debit air yang elektrik yang hanya butuh tampilan sederhana agar orang yang mungkin awam dapat mengerti penggunaan alat tersebut. Dengan keunggulan bentuk yang kecil dan dapat menampilkan bisa menampilkan dalam karakter ASCII pada tampilannya juga membutuhkan daya yang kecil.

Spesifikasi alat yang digunakan :

- Mikrokontroler 8031 (*minimum sistem Eltech + EPROM emulator*) dan AT89C31
- LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 TM16ABC

LCD TM16ABC

LCD TM16ABC mempunyai beberapa keunggulan sebagai berikut :

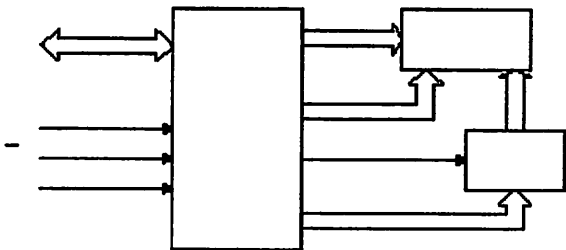
- Menampilkan 16 x 2 karakter , dengan display 5 x 7 dot matrik + cursor
- Duty ratio 1/16
- *Character generator ROM* dengan 192 tipe karakter (huruf : 5 x 7 do matrik)
- 80 x 8 bit *Display data RAM* (maksimum 80 karakter
- Interface dengan 4 bit atau 8 bit MPUs
- *Display data RAM* dan *character generator RAM* dapat dibaca oleh MPUs
- Mempunyai banyak instruksi :
Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift
- *Built-in osilator circuit*
- *Built-in* reset otomatis pada saat power on
- CMOS proses
- Beroperasi pada range temperatur : 0° C to 50° C
- Mempunyai 16 pinout dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. terminal I/O LCD

No	Simbol	Level	Fungsi	
1	Vss	-	Power Supply	0 V
2	Vcc	-		5 V ± 10%
3	Vee	-		untuk LCD drive
4	Rs	H/L	H : Data Input L : Instruction Input	

5	R/W	H/L	H : Read L : Write	
6	E	H, 	Enable Signal	
7	DB0	H/L	Data Bus	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		
10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L		
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		
15	V+ BL	-	Back Light Supply	4 – 4,2 V 50 –200 mA
16	V- BL	-		0 V (GND)

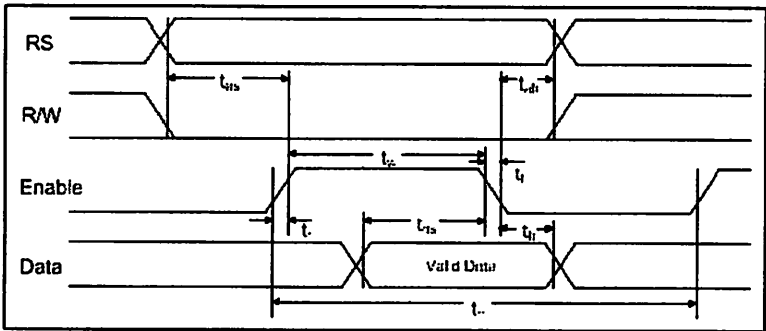
Dari tabel 1 terlihat bahwa LCD TM16ABC mempunyai 8 bit data (bidirectional bus) dan 3 buah sinyal kontrol yaitu $\overline{Rs}$, R/W , dan E. secara diagram blok terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram LCD

Ketiga sinyal kontrol tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut

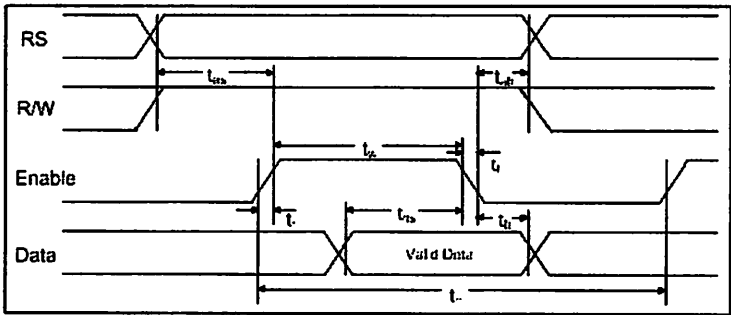
- 1. $\overline{Rs}$ digunakan untuk memilih register yaitu register IR (*instruction register*) atau DR (*data register*)
- 2. R/W digunakan untuk memilih fungsi yaitu kita membaca atau menulis pada kedua register IR dan DR.
- 3. E berguna untuk memberikan sinyal pada bahwa data akan ditulis atau dibaca ke register



Gambar 2. Timing Diagram Proses Menulis (write)

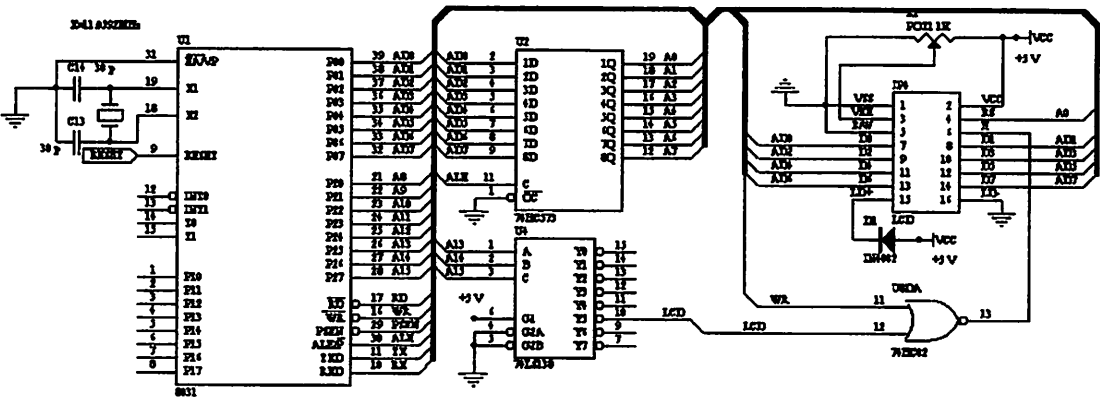
Dengan adanya ketiga sinyal kontrol tersebut hubungan antara hardware dan software sangat lah erat banyak sekali cara menggunakan memprogram LCD ini dikarenakan penyusunan hardware yang berbeda. Tetapi jika kita melihat lagi pada hasil keluaran mikrokontroler atau alat yang menggunakan

LCD pasti mempunyai kesamaan yaitu bentuk sinyal kontrol yang sama pada saat menulis ke register atau pun membacanya. Timing diagram membaca atau menulis dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 3. Timing Diagram Proses membaca (Read)

Dalam proses timing diagram Gambar 2 dan 3 terlihat sinyal kontrol **R/W** seperti pada sinyal enable pada pengalamatan memori mikrokontroler sedangkan sinyal **Enable** lebih terlihat sinyal **R/W** pada mikrokontroler. Dengan kesamaan seperti tersebut maka timing diagram sangatlah penting dalam perancangan hardware suatu alat. Sebagai contoh pada minimum sistem MK 8031 buatan elitech (*pasar genteng surabaya*) hanya dapat melakukan proses menulis saja. Gambar rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian interface LCD dengan mk 8031

Dengan rangkaian seperti terlihat di Gambar 4. kita hanya bisa melakukan proses menulis pada LCD. Pada pemrograman mikrokontroler 8031 kita tidak akan bisa menggunakan fasilitas yang menggunakan proses pembacaan di LCD. Gambar 5 akan memperlihatkan contoh listing program MK 8031 untuk menulis ke LCD.

```
org 0000h
jmp utama

delay_lcd:
ul1:      mov r0,#10h          ; subrutin delay untuk memberikan waktu
          mov r1,#50h          ; untuk LCD melakukan proses internal
ul2:      djnz r1,ul1
          djnz r0,ul1
          ret
```

```

delay_lcd1:      mov    r0,#0fh          ; subrutin delay untuk memberikan waktu
ul11:            mov    r1,#0ffh        ; blink pada tampilan LCD
ul21:            mov    r2,#0ffh
ul31:            djnz   r2,ul31
                  djnz   r1,ul21
                  djnz   r0,ul11
                  ret

init_lcd:        mov    dptr,#0a000h    ; subrutin inialisasi instruksi di LCD
                  mov    a,#38h        ; instruksi menggunakan interface
                  movx   @dptr,a        ; data 8 bit
                  call   delay_lcd

                  mov    a,#06h        ; instruksi increament untuk alamat
                  movx   @dptr,a        ; data
                  call   delay_lcd

                  mov    a,#0ch        ; instruksi Display ON
                  movx   @dptr,a
                  call   delay_lcd

                  mov    a,#01h        ; instruksi Clear display
                  movx   @dptr,a
                  call   delay_lcd
                  ret

init_line_lcd:   mov    dptr,#0a000h    ; subrutin inialisasi baris
                  movx   @dptr,a
                  call   delay_lcd
                  ret

write_lcd:       clr    a              ; subrutin menulis data pada LCD
                  movc   a,@a+dptr
                  cjne   a,#00h,oke
                  jmp    complete
oke:             push   dpl
                  push   dph

                  mov    dptr,#0a001h
                  movx   @dptr,a
                  call   delay_lcd

                  pop    dph
                  pop    dpl
                  inc    dptr

                  jmp    write_lcd
complete:        ret

utama:           call   init_lcd        ; program utama memanggil subrutin
                  ; init_lcd

lcd:             mov    a,#80h          ; baris pertama
                  call   init_line_lcd
                  mov    dptr,#lcd1
                  call   write_lcd

                  mov    a,#0c0h        ; baris kedua
                  call   init_line_lcd
                  mov    dptr,#lcd2
                  call   write_lcd

```



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FALKUTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KOSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

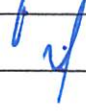
Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)
yang diselenggarakan pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 25 september 2008

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : DANIEL BAMBANG DWI PRASETYO
2. NIM : 02.12.016
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Kosentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UNTUK
PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1 PHASE
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535"

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Flowchart diperbaiki dan harus sesuai program	
2.	Perbaikan alat	

Anggota Penguji

Penguji I



Irrine Budi S, ST, MT
NIP. 132314400

Pembimbing I



Ir.M. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 1018800188

Pembimbing II



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



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)
yang diselenggarakan pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 25 September 2008

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

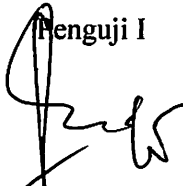
1. Nama : DANIEL BAMBANG DWI PRASETYO
2. NIM : 02.12.016
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UNTUK
PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1 PHASE
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535"

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Perbaikan Alat	
2.	Buat grafik dan data Putaran motor	
3.	Buat data putaran motor tanpa beban dan berbeban	

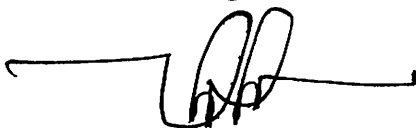
Anggota Penguji

Penguji I



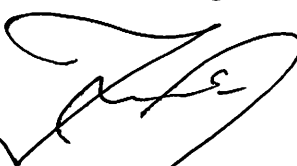
Ir. Eko Nurcahyo
NIP. Y. 102 8700 172

Pembimbing I



Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 101 8800 188

Pembimbing II



I Komang Somawirata, ST, MT
NIP. Y. 103 0100 361



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

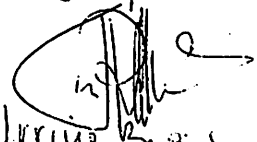
Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Danell Bambang DP
NIM : 02.12.016
Perbaikan meliputi :

- flouclant & perbaik hrs men-palca aliran
alat belan jalan

Malang, 28 sept 2008


(Irine S, ST, MT)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

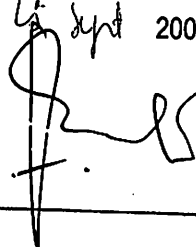
Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Daniel Bambang
NIM : 02.12.016
Perbaikan meliputi :

- Perbaikan alat (Harcus jati)
- Buat grafik ^{+ sek} yg menyatakan line plot vector or pergeseran
alat freg
- Buat grafik dan data yg menunjukkan stabilitas untuk tanpa
beda dan berbeda

Malang,

14 Sept 2008

()



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Daniel Bambang D.P
NIM : 0212016
Semester : XI
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika / I. Energi Listrik
Alamat : Jl. B. Vindia II / 32 Malang

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

(.....)

Malang, 3 - 10 -2007
Pemohon

(..... Daniel Bambang D.P.)

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

(.....)

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

Mengetahui
Dosen Wali

(..... Ir. Teguh Herbasuki, 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 3.5 / - 2.64
2. 134
3. - MK : 134 / 134

- prakt : perancangan
Mikroprosesor
Elda (Baku)
MML



Institut Teknologi Nasional Malang
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Elektro S-1

LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>Daniel Bambang D.P</u>		Nim: <u>0212016</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: <u>17.</u>	Bulan: <u>04</u> Tahun: <u>2008</u>
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang**) a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya		
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ir. M. Abdul Hamid, MT</u>		Ketua Jurusan <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>Perancangan dan Pembuatan INVERTER frekuensi motor 1/3 HP 1 Phase Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535</u>	
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	<u>Perancangan dan Pembuatan INVERTER untuk pengatur kecepatan motor 1 Phase Berbasis Mikrokontroler</u>	
7.	Catatan: <u>judul diajukan 2 bulan sebelum disetujui</u>		Disetujui Dosen <u>April 2008</u> <u>[Signature]</u>
	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu		

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

Form S-2



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Malang, 25 April 2008

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir.M.Abdul Hamid.MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama	:	Daniel Bambang. D. P
Nim	:	02.12.016
Semester	:	XII
Jurusan	:	TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi	:	ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / ~~Pendamping~~ dari 1 atau 2 Dosen Pembimbing, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *INVERTER* UNTUK
PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1 PHASE BERBASIS
MIKROKONTROLER ATmega 8535**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sajana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

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

Malang, 25 April 2008

Pemohon,

Daniel Bambang. D. P
Nim : 02.12.016

Form S-3a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Malang, 25 April 2008

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. I Komang Somawirata, ST, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T. Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama	:	Daniel Bambang. D. P
Nim	:	02.12.016
Semester	:	XII
Jurusan	:	TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi	:	ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing ~~Utama~~ / Pendamping dari 1 atau 2 Dosen Pembimbing, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *INVERTER* UNTUK
PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1 PHASE BERBASIS
MIKROKONTROLER ATmega 8535**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

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

Malang, 25 April 2008

Pemohon,

Daniel Bambang. D. P
Nim : 02.12.016

Form S-3a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Daniel Bambang. D. P
Nim : 02.12.016
Semester : XII
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-I

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia " menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping ", untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *INVERTER* UNTUK PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1 PHASE BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega 8535

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 25 April 2008
Yang Membuat Pernyataan,

Ir. M. Abdul Hamid, MT
Nip.Y.1018800188

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. " Coret yang tidak perlu

Form. S – 3b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : Daniel Bambang. D. P
Nim : 02.12.016
Semester : XII
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia ^{*)} menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping ^{*)}, untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *INVERTER* UNTUK
PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1 PHASE BERBASIS
MIKROKONTROLER ATmega 8535**

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 25 April 2008
Yang Membuat Pernyataan,

I Komang Somawirata, ST, MT
Nip. P 1030100361

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. ^{*)} Coret yang tidak perlu



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: Daniel Bambang Dwi. P			Nim: 0212016
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	31-05-2008		Ruang:
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)			
	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.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Perancangan dan Pembuatan INVERTER untuk pengatur kecepatan motor 1 phase berbasis Mikrokontroler ATmega 8535		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
6.	Catatan:			
7.	Catatan:			
	Persetujuan Judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
	Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. P. 1039500274	Ir. Abdul Hamid, MT		

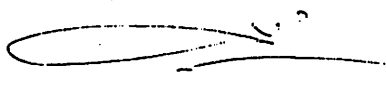
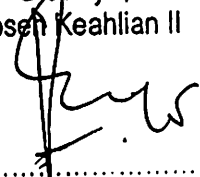
Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c,atau g sesuai bidang keahlian



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>Daniel Bambang Dwi P.</u>			Nim: <u>0212016</u>
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<u>31-05-2008</u>		Ruang:
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)				
3.	☒ 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.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>Perancangan dan Pembuatan INVERTER untuk</u> <u>Perubahan kecepatan pada motor 1 phase</u> <u>Berbasis mikrocontroller AT mega 8535</u>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
6.	Catatan:			
Catatan:				
Persetujuan Judul Skripsi				
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I 		Disetujui, Dosen Keahlian II 	
	Mengetahui, Ketua Jurusan  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs <u>I Komang Samawirata, ST, MT.</u>	

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : DANIEL BAMBANG DWI PRASETYO
Nim : 02.12.016
Masa Bimbingan : 2 JUNI 2008 s/d 2 NOPEMBER 2008
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *INVERTER*
UNTUK PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1
PHASE BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.		Memeriksa (proposal)	
2.	3/08 4	Konsultasi Bab I & Bab II	
3.	5/08 4	Konsultasi Bab IV	
4.	10/08 4	Revisi Memeriksa Skripsi	
5.	24/08 4	Revisi Skripsi	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing,

I KOMANG SOMAWIRATA, ST, MT
NIP. P 1030100361

Form.S-4b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : DANIEL BAMBANG DWI PRASETYO
Nim : 02.12.016
Masa Bimbingan : 2 JUNI 2008 s/d 2 NOPEMBER 2008
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *INVERTER*
UNTUK PENGATURAN KECEPATAN MOTOR 1
PHASE BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	10 juli 2008	Revisi judul.	
2.	1 agustus 2008	Revisi bab I, II, III	
3.	5 agustus 2008	Acc Bab IV & Bab V	
4.	12 agustus 2008	Acc bab I, II, III	
5.	8 September	Acc Makalah seminar Hasil	
6.	19 September	Acc Makalah seminar Skripsi	
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing,

(Ir. M. ABDUL HAMID, MT)
NIP. Y. 1018800188

Form.S-4b



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (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

Malang, 2 Juni 2008

Nomor : ITN-001/1.TA/2/08
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. M. ABDUL HAMID, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
Untuk Mahasiswa :

Nama : DANIEL BAMBANG D. P
Nim : 0212016
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

2 Juni 2008 s-d 2 Nopember 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1
Demikian agar maklum atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

- Tindasan Kepada Yth :
1. Mahasiswa yang bersangkutan
 2. Arsip
 3. *) coret yang tidak perlu



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

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, 2 Juni 2008

Nomor : ITN-002/1.TA/2/08
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr. I KOMANG SOMAWIRATA, ST, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
Untuk Mahasiswa :

Nama : DANIEL BAMBANG D. P
Nim : 0212016
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

2 Juni 2008 s-d 2 Nopember 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik,
Jurusan Teknik Elektro S-1
Demikian agar maklum atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

- Tindakan Kepada Yth :
1. Mahasiswa yang bersangkutan
 2. Arsip
 3. *) coret yang tidak perlu