

**RANCANG BANGUN CHOPPER UNTUK MENGATUR KECEPATAN
MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

SKRIPSI



Disusun oleh :

Tommy William Rantetoding
NIM. 0812215

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

RECEIVED BY THE DIRECTOR OF THE FBI
ON 10-10-68 10:10 AM
FROM THE NEW YORK OFFICE
SUBJECT: [REDACTED]

10-10-68

TO THE DIRECTOR
FROM THE NEW YORK OFFICE
SUBJECT: [REDACTED]

RE: [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN CHOPPER UNTUK MENGATUR KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

SKRIPSI

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

Tommy William Rantetoding
08.12.215

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



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

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y. 101880019

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

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

NAMA : Tommy William Rantetoding
NIM : 08.12.215
JURUSAN : Teknik Elektro S-1
JUDUL : **RANCANG BANGUN CHOPPER UNTUK MENGONTROL KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG.**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada hari : Selasa

Tanggal : 7 Agustus 2012

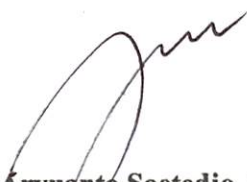
Dengan Nilai : B+ (74,55) ✓

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua


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

Sekretaris

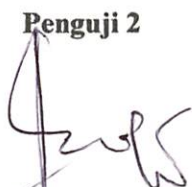

Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP.Y. 1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Penguji 1


Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP.Y. 1030800417

Penguji 2


Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP .Y. 1028700172

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tommy William Rantetoding

NIM : 08.12.215

Program Studi : Teknik Elektro S1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 8 Oktober 2012

Yang membuat Pernyataan,



Tommy William Rantetoding
NIM : 08.12.215

**RANCANG BANGUN *CHOPPER* UNTUK MENGATUR KECEPATAN MOTOR DC
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DI LABORATORIUM KONVERSI
TENAGA ELEKTRIK ITN MALANG**

Tommy William R.

08.12.215

Email : tommy.rantetoding@gmail.com

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang

Abstrak

Motor DC merupakan alat pengubah energi listrik menjadi energi gerak yang dicatu oleh tegangan DC. Kecepatan putaran dapat diatur dengan mengubah nilai tegangan atau arus yang masuk ke motor. Salah satu cara pengaturan kecepatan pada motor DC yaitu dengan menggunakan DC-DC konverter atau sering disebut dengan chopper. Chopper adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC tetap menjadi tegangan DC yang bervariasi. Tegangan keluaran chopper dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan inputnya. Dalam skripsi ini saya menggunakan chopper jenis boost konverter untuk menaikkan tegangan dc dari 15-85 Volt sebagai input ke motor dc. Output boost konverter ini dikontrol oleh mikrokontroler ATmega 16 dengan cara pengaturan frekuensi dari boost konverter itu sendiri.

Kata kunci : Motor DC, Mikrokontroler ATmega 16, Chopper(Boost Konverter)

Abstract

DC motors are converts electrical energy into movement energy is supplied by a DC voltage. Rotation speed can be adjusted by changing the voltage or current into the motor. One way of setting the pace in a DC motor using a DC-DC converter is often called a chopper. Chopper is a tool that serves to convert the DC voltage remains a DC voltage is varied. Chopper output voltage can be greater or smaller than its input voltage. In this skripsi I use the boost chopper type converter to raise dc voltage from 15-85 volts dc as an input to the motor. Boost converter output is controlled by the microcontroller. ATmega16 by way of setting frequency of boost converter it self.

Key words : DC Motors, Chopper(Boost Konverter), microcontroller ATmega 16,.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Chopper Untuk Mengontrol Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang” dapat terselesaikan.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan pada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. Eng Aryunto Soetedjo, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir, Abdul Hamid, MT selaku Dosen Pembimbing I dari Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak Ir, Choirul Saleh, MT selaku Dosen Pembimbing II dari Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Semua Pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan skripsi ini.

Malang, Agustus 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan.....	i
Abstrak	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar.....	vi
Daftar Tabel	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Metodologi Penulisan	3
1.6. Sistematika Penulisan	4

BAB II DASAR TEORI

2.1. Chopper.....	5
2.2. Mikrokontroler Atmega 16	6
2.2.1. Spesifikasi Mikrokontroler Atmega 16.....	7
2.2.2. Konfigurasi Pin Atmega 16.....	9
2.2.3. Arsitektur mikrokontroler ATMegal6.....	12
2.2.4. Peta Memori ATMegal6	12
2.2.5. Software Mikrokontroler ATMegal6	15
2.3. LCD (Liquid Crystal Display)	17
2.4. KEYPAD 4X4.....	21
2.5. SENSOR KECEPATAN (OPTOCOUPLER)	22
2.6. MOTOR	23
2.7. POWER SUPPLY (CATU DAYA)	26
2.8. INDUKTOR.....	32
2.9. MOSFET	33
2.10. RANGKAIAN DAC	36

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Pendahuluan	38
3.2. Spesifikasi Alat	38

3.3. Diagram Blok Rangkaian.....	39
3.4. Prinsip Kerja	40
3.5. Gambar Skematik Perancangan Alat.....	41
3.6. Perancangan Perangkat Keras.....	41
3.6.1 Catu Daya.....	41
3.6.2 Rangkaian Sistem Minimum Atmega 16	42
3.6.3 Rangkaian Display	43
3.6.4 Rangkaian Keypad	43
3.6.5 Rangkaian Boost Konverter	44
3.6.6 Rangkaian Optocoupler.....	45
3.6.7 Rangkaian DAC	47
3.7. Perancangan Perangkat Lunak.....	49

BAB IV PENGUJIAN

4.1. Pengujian LCD.....	51
4.2. Pengujian Keypad Matrix 4X4	53
4.2.1. Tujuan Pengukuran	53
4.2.2. Langkah-Langkah Pengukuran	53
4.2.3. Pengujian Rangkaian Keypad	53
4.2.4. Data Hasil Pengukuran.....	59
4.2.5. Analisa	60
4.3 Pengujian Kecepatan Motor DC	61
4.3.1 Tujuan Pengujian	61
4.3.2 Langkah-Langkah Pengukuran	61
4.3.3 Hasil Pengujian Alat	61

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA	65
----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Rangkaian Boost Converter..... 6

Gambar 2.2 : Atmega 16 7

Gambar 2.3 : Konfigurasi Pin ATmega 16..... 9

Gambar 2.4 : Arsitektur Mikrokontroler ATmega 16 13

Gambar 2.5 : Peta Memori ATmega 16 13

Gambar 2.6 : Peta Memori Data 14

Gambar 2.7 : LCD Modul 2x16..... 17

Gambar 2.8 : Keypad 4X4 21

Gambar 2.9 : Optocoupler..... 22

Gambar 2.10 : Konstruksi Motor DC..... 24

Gambar 2.11 : Skema Transformator..... 26

Gambar 2.12 : Simbol Dioda 27

Gambar 2.13 : Penyearah Setengah Gelombang Dengan 1 Dioda 28

Gambar 2.14 : Penyearah Gelombang Penuh 29

Gambar 2.15 : Penyearah Gelombang Penuh 29

Gambar 2.16 : Penyearah Gelombang Penuh menggunakan Dioda Bridge 31

Gambar 2.17 : Penyearah Gelombang Penuh menggunakan Dioda Bridge 31

Gambar 2.18 : Simbol Induktor 32

Gambar 2.19 : Bentuk Fisik Induktor 32

Gambar 2.20 : Mosfet Tipe Deplesi Kanal N 34

Gambar 2.21 : Mosfet Tipe Deplesi Kanal P 35

Gambar 2.22 : Mosfet Tipe Enhancement Kanal N..... 35

Gambar 2.23 : Mosfet Tipe Enhancement Kanal P 36

Gambar 2.24 : Rangkaian DAC pada boost konverter..... 37

Gambar 3.1 : Blok Diagram Pengaturan Kecepatan Motor DC 39

Gambar 3.2 : Gambar Skematik Perancangan Alat 41

Gambar 3.3 : Rangkain Catu Daya 41

Gambar 3.4 : Sistem Minimum ATmega 16 42

Gambar 3.5 : Rangkaian Display LCD 16X2 43

Gambar 3.6 : Rangkaian Keypad 4X4 44

Gambar 3.7 : Rangkaian Chopper dan Motor	45
Gambar 3.8 : Rangkaian Optocoupler	46
Gambar 3.9 : Roda Cacah.....	47
Gambar 3.10 : Perencanaan Rangkaian DAC	48
Gambar 3.11 : Flowchart Perancangan Perangkat Lunak	50
Gambar 4.1 : Rangkaian LCD	51
Gambar 4.2 : Foto Pengujian LCD	52
Gambar 4.3 : Rangkaian Keypad	54
Gambar 4.4 : Foto Pengujian Keypad	60
Gambar 4.5 : Foto Pengujian Alat	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Fungsi Khusus Port B.....	10
Tabel 2.2	: Fungsi Khusus Port C.....	11
Tabel 2.3	: Fungsi Khusus Port D.....	11
Tabel 2.4	: Fungsi Pin-Pin LCD 2X16	18
Tabel 4.1	: Hasil Pengujian Alat.....	61
Tabel 4.2	: Pengujian Sensor Kecepatan	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Chopper umumnya banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, ini dikarenakan Chopper dapat mengubah sumber tegangan DC yang tetap menjadi tegangan DC yang variable. Karena Chopper mengubah secara langsung dari tegangan DC ke DC dan biasa disebut DC-DC Converter. Alat-alat yang menggunakan motor DC ini umumnya harus memiliki pengontrolan akselerasi yang bagus, efisiensi yang tinggi dan respon yang cepat.

Penggunaan motor DC dewasa ini sudah umum salah satu kelebihan motor DC adalah relative mudah didapat dan mudah diatur kecepatan putarnya. Pada motor arus searah (DC) energi listrik dirubah menjadi energi mekanik. Dalam dunia industri motor arus searah banyak digunakan sebagai motor penggerak. Pemilihan motor arus searah sebagai motor penggerak dibandingkan motor induksi maupun motor sinkron karena motor arus searah memiliki rentang pengaturan kecepatan yang lebar ataupun pengaturan yang teliti pada keluaran rotornya. Pengaturan kecepatan motor arus searah juga sangat mudah dilakukan dalam berbagai kecepatan dan beban variasi. Secara umum pengaturan kecepatan motor DC adalah dengan menggunakan cara analog. Pada skripsi ini akan di bahas tentang Rancang Bangun Chopper Untuk Mengatur Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Atmega 16.

Pada penelitian ini dirancang alat yang dapat mengatur dan mengendalikan kecepatan motor DC secara otomatis. Alat ini mengendalikan kecepatan motor DC berdasarkan pengaturan pasokan tegangan yang diberikan pada motor. Secara garis besar alat ini terdiri dari rangkaian Chopper (Boost Converter), Mikrokontroler dan Motor DC.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam beberapa bahasan tentang chopper untuk mengendalikan kecepatan motor DC berbasis mikrokontroler yang akan dibuat, dimana alat tersebut dibutuhkan guna membantu mahasiswa khususnya mahasiswa teknik Elektro ITN Malang, maka penulis memberikan skala prioritas dalam pembahasan-pembahasan permasalahan tersebut.

Sesuai dengan uraian latar belakang di atas, maka terdapat beberapa rumusan masalah yang dalam penerapannya akan digunakan sebagai acuan dalam membuat alat Chopper untuk mengatur kecepatan motor DC berbasis mikrokontroler atmega 16.

1. Bagaimana merancang suatu sistem kontrol yang mampu mengontrol kecepatan motor DC menggunakan mikrokontroler ATMEGA 16.
2. Bagaimana merancang dan membuat Chopper yang dapat dikontrol menggunakan mikrokontroler dengan input keypad.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini penulis akan memberikan batasan-batasan agar tidak terjadi penyimpangan maksud dan tujuan utama dalam penyusunan skripsi ini. Adapun batasan-batasan masalah pada skripsi ini adalah :

1. Pengaturan kecepatan motor dc dilakukan dengan pengaturan tegangan yang masuk ke motor dc tersebut dari chopper (boost konverter) menggunakan mikrokontroler ATMega 16.
2. Hanya membahas Chopper (boost konverter) dapat menaikkan tegangan dari 15-100 Volt.
3. Hanya mengontrol motor dc tanpa beban.
4. Tidak membahas motor dc secara detail.

1.4 Tujuan

Pembuatan skripsi ini bertujuan untuk membuat system control kecepatan motor DC menggunakan rangkaian chopper berbasis mikrokontroler ATmega 16, sehingga proses pengontrolan motor dc di laboratorium konversi energi elektrik ITN Malang lebih mudah.

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari bahan-bahan kepustakaan, referensi, dan dari survei lapangan dari berbagai sumber sebagai landasan teori yang ada hubungannya dengan permasalahan yang dijadikan objek penelitian.

2. Analisa Kebutuhan Aplikasi

Data dan informasi yang telah diperoleh akan dianalisa agar dihasilkan kerangka global yang bertujuan untuk mendefinisikan kebutuhan sistem dimana nantinya akan digunakan sebagai acuan perancangan sistem.

3. Perancangan dan Implementasi

Berdasarkan data dan informasi yang telah diperoleh serta analisa kebutuhan untuk membangun sistem ini, akan dibuat rancangan kerangka global yang menggambarkan mekanisme dari sistem yang akan dibuat dan di implementasikan ke dalam sistem.

4. Eksperimen dan Evaluasi

Pada tahap ini, sistem yang telah selesai dibuat akan diuji coba, yaitu pengujian berdasarkan fungsionalitas program dan penyempurnaan sistem jika diperlukan.

5. Penulisan laporan tugas akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terbagi dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang penguraian secara singkat latar belakang, tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan tentang teori penunjang yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini.

BAB III : PERANCANGAN 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

Penulis menarik kesimpulan dari apa yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya dan mengemukakan saran yang mungkin akan bermanfaat bagi laporan akhir ini.

BAB 2

LANDASAN TEORI

Landasan teori sangat membantu untuk dapat memahami suatu sistem. Selain dari pada itu dapat juga dijadikan sebagai bahan acuan didalam merencanakan suatu system. Dengan pertimbangan hal-hal tersebut, maka landasan teori merupakan bagian yang harus dipahami untuk pembahasan selanjutnya. Pengetahuan yang mendukung perencanaan dan realisasi alat meliputi Chopper (Boost Converter), Motor DC universal, Keypad, LCD, dan Mikrokontroler.

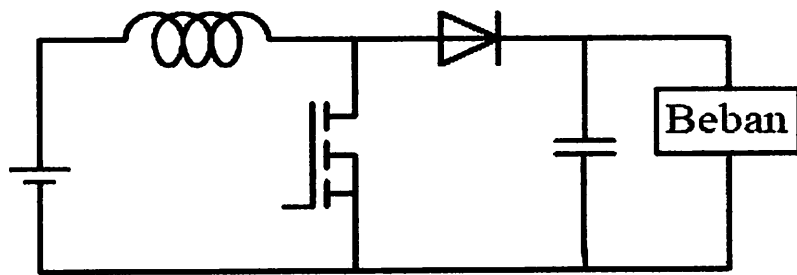
2.1. CHOPPER

Pengubah daya DC ke DC (DC-DC Converter) tipe peralihan atau dikenal juga dengan sebutan Chopper dimanfaatkan terutama untuk penyediaan tegangan keluaran DC yang bervariasi besarnya sesuai dengan permintaan pada beban. Daya masukan dari proses DC-DC tersebut adalah berasal dari sumber daya DC yang biasanya memiliki tegangan masukan yang tetap. Secara umum ada dua fungsi pengoperasian dari DC Chopper yaitu penurunan tegangan (Buck Converter), dan kenaikan tegangan (Boost Converter).

Dalam perancangan tugas akhir ini kita menggunakan **Boost Converter**. Boost converter bekerja dengan menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi dari tegangan masukannya. Dalam perancangan tugas akhir ini Boost Converter yang akan dibuat dan memiliki kemampuan untuk menaikkan tegangan inputnya yang berasal dari DC Power Supply sebesar 15 Volt menjadi 85 Volt dengan arus output hingga mencapai 10 Ampere.

Boost juga memiliki efisiensi tinggi, rangkaian sederhana, tanpa transformer dan tingkat ripple yang rendah pada arus masukan. Tetapi boost tidak memiliki isolasi antara masukan dan keluaran, hanya satu keluaran yang dihasilkan, dan tingkatan ripple yang tinggi pada tegangan keluaran. Skema konverter ini Jika saklar MOSFET ditutup maka arus di induktor akan naik (energi tersimpan di induktor naik). Saat

saklar dibuka maka arus induktor akan mengalir menuju beban melewati dioda (energi tersimpan di induktor turun). Rasio antara tegangan keluaran terhadap tegangan masukan konverter sebanding dengan rasio antara periode penyaklaran dan waktu pembukaan saklar. Ciri khas utama konverter ini adalah bisa menghasilkan arus masukan yang kontinyu.



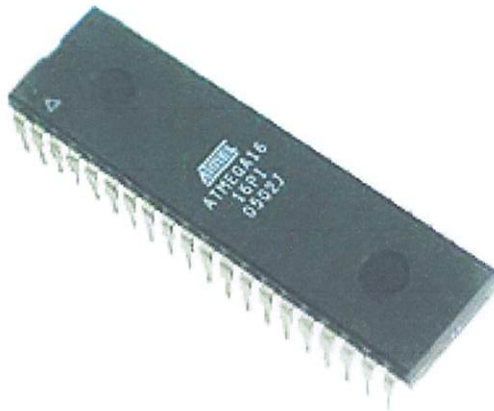
Gambar 2.1. Rangkaian Boost Converter

2.2 MIKROKONTROLER ATMEGA 16

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan keluaran spesifik berdasarkan masukan yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks.

Mikrokontroler adalah suatu *chip* dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (*Central Proccesssing Unit*), RAM (*Random Acess Memory*), EEPROM/EPROM/PROM/ROM, I/O, *Timer* dan lain sebagainya. Rata-rata mikrokontroler memiliki instruksi manipulasi bit, akses ke I/O secara langsung dan mudah, dan proses interupsi yang cepat dan efisien.

Mikrokontroler sekarang ini sudah banyak dapat kita temui dalam berbagai peralatan elektronik, misalnya peralatan yang terdapat di rumah, seperti telepon digital, *microwave oven*, televisi, dan masih banyak lagi. Mikrokontroler juga dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian suatu alat, otomasi dalam industri dan lain-lain. Keuntungan menggunakan mikrokontroler adalah harganya murah, dapat diprogram berulang kali, dan dapat diprogram sesuai dengan keinginan kita.



Gambar 2.2 Atmega 16

2.2.1 Spesifikasi Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit berdasarkan arsitektur *Harvard*, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi

dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Mikrokontroler ATMega16 memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, PWM, Port I/O, komunikasi serial, Komparator, I2C,dll).

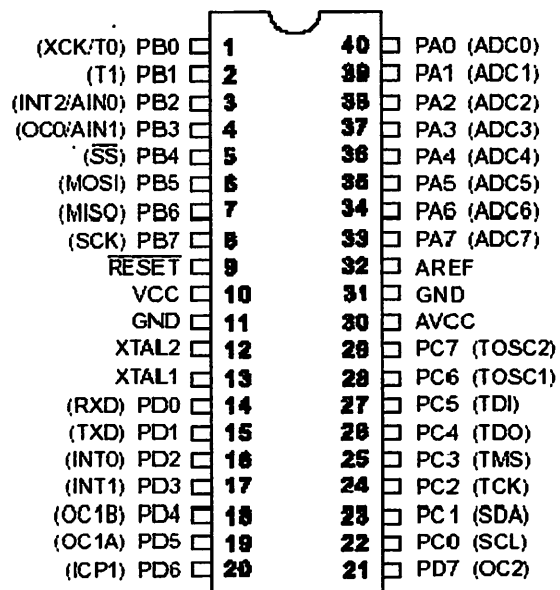
Berikut ini merupakan beberapa spesifikasi ATMega16:

1. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz.
2. Memiliki kapasitas *flash* memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran Port I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register
5. User interupsi internal dan eksternal
6. Port USART sebagai komunikasi serial
7. Konsumsi daya rendah (DC 5V)
8. Fitur *peripheral*, yang terdiri dari
 - a) Tiga buah *Timer/Counter* dengan perbandingan
 - a. 2 (dua) buah *Timer/Counter* 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 - b. 1 (satu) buah *Timer/Counter* 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare*, dan *Mode Capture*
 - b) *Real Time Counter* dengan osilator tersendiri
 - c) 4 *channel* PWM
 - d) 8 *channel*, 10-bit ADC
 - a. 8 *Single-ended Channel*

- b. 7 *Differential Channel* hanya pada kemasan TQFP
- c. 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain* 1x, 10x, atau 200x
- e) *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
- f) Antarmuka SPI
- g) *Watchdog Timer* dengan osilator internal
- h) *On-chip Analog Comparator*

2.2.2 Konfigurasi Pin ATmega16

Susunan pin mikrokontroler ATmega16 diperlihatkan pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega16

Konfigurasi pin ATmega16 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual In-line Package*) dapat dilihat pada Gambar 2.2. Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega16 sebagai berikut:

- 1. Vcc merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- 2. GND merupakan pin *Ground*
- 3. Port A (PA0...7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin masukan ADC.
- 4. Port B (PB0...7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus seperti pada tabel di bawah ini:

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PB0	XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>) T0 (<i>Timer/Counter0 External Counter Input</i>)
PB1	T1 (<i>Timer/Counter1 External Counter Input</i>)
PB2	INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>) AIN0 (<i>Analaog Comparator Negative Input</i>)
PB3	OC0 (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>) AIN1 (<i>Analaog Comparator Negative Input</i>)
PB4	(<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output /Slave Input</i>)
PB6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B

- 5. Port C (PC0...7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus, seperti pada tabel dibawah ini:

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial BusData Input/Output Line</i>)
PC2	TCK (<i>Joint Test Action Group Test Clock</i>)
PC3	TMS (<i>JTAG Test Mode Select</i>)
PC4	TDO (<i>JTAG Data Out</i>)
PC5	TDI (<i>JTAG Test Data In</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator pin 1</i>)
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator pin 2</i>)

Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C

6. Port D (PD0...7) merupakan pin input/output dua arah dan pin dengan fungsi khusus, seperti tabel berikut ini:

<i>Pin</i>	Fungsi Khusus
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD7	OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i>)

Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D

7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.

8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

2.2.3 Arsitektur Mikrokontroler ATmega16

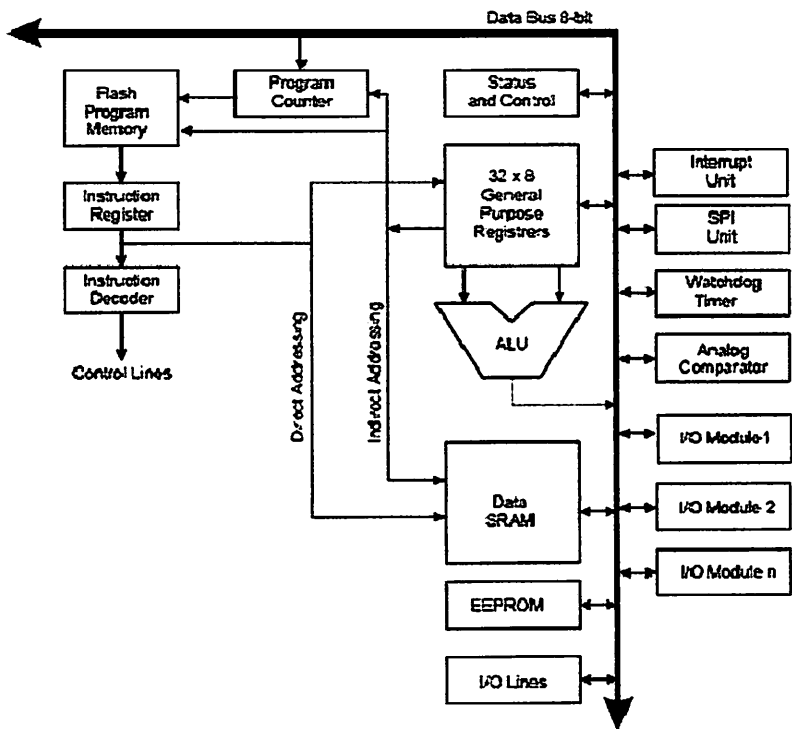
ATmega16 menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan antara memori dan bus untuk program dan data untuk memaksimalkan kemampuan dan kecepatan. Instruksi dalam memori program dieksekusi dengan *pipelining single level* dimana ketika satu instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya diambil dari memori program. Konsep ini mengakibatkan instruksi dieksekusi setiap siklus *clock*. CPU terdiri dari 32x8 bit *general purpose register* yang dapat diakses dengan cepat dalam satu siklus *clock*, yang mengakibatkan operasi *Arithmetic Logic Unit* (ALU) dapat dilakukan dalam satu siklus. Pada operasi ALU, dua operand berasal dari register, kemudian operasi dieksekusi dan hasilnya disimpan kembali pada register dalam satu siklus *clock*. Operasi aritmetik dan logika pada ALU akan mengubah bit-bit yang terdapat pada *Status Register* (SREG). Arsitektur Mikrokontroler ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 2.3 yang terdapat di bawah ini.

2.2.4 Peta Memori ATmega16

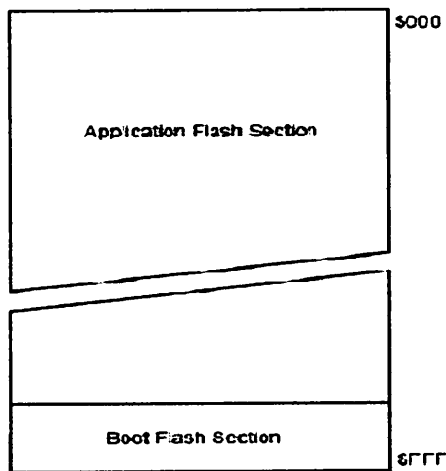
2.1.4.1 Memori Program

Arsitektur ATmega16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega16 memiliki 16K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi ATmega16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori *flash* diatur dalam 8K x 16 bit. Memori *flash* dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program *boot* dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.5. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada

saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



Gambar 2.4 Arsitektur Mikrokontroler ATMega16



Gambar 2.5 Peta Memori ATMega16

2.1.4.2 Memori Data (SRAM)

Memori data AVR ATMega16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O dan 1 Kbyte SRAM internal. *General purpose register* menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai fitur mikrokontroler seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat berikutnya mulai dari \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal

Register File	Data Address Space
R0	\$0000
R1	\$0001
R2	\$0002
...	...
R29	\$001D
R30	\$001E
R31	\$001F
I/O Registers	
\$00	\$0020
\$01	\$0021
\$02	\$0022
...	...
\$3D	\$005D
\$3E	\$005E
\$3F	\$005F
Internal SRAM	
\$0060	
\$0061	
...	
\$045E	
\$045F	

Gambar 2.6 Peta Memori Data ATMega16

2.1.4.3 Memori Data EEPROM

ATMega16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/dibaca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *nonvolatile*. Alamat EEPROM mulai dari \$000 sampai \$1FF.

2.1.5 *Software* Mikrokontroler ATMega16

Sebuah mikrokontroler tidak akan bekerja bila tidak diberikan program untuk diisikan ke dalam mikrokontroler tersebut. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini akan digunakan perangkat lunak CodeVisionAVR sebagai media penghubung antara program yang akan diisikan ke mikrokontroler ATMega16 yang menggunakan bahasa C.

Pemrograman mikrokontroler AVR dapat menggunakan *low level language* (assembly) dan *high level language* (C, Basic, Pascal, JAVA, dll) tergantung *compiler* yang digunakan. Bahasa Assembler pada mikrokontroler AVR memiliki kesamaan instruksi, sehingga jika telah menguasai pemrograman satu jenis mikrokontroler AVR, maka akan dengan mudah untuk memprogram mikrokontroler AVR jenis lain, tetapi bahasa assembler relatif lebih sulit dipelajari daripada bahasa C, untuk pembuatan suatu proyek yang besar akan memakan waktu yang lama, serta penulisan programnya akan panjang. Sedangkan bahasa C memiliki keunggulan dibandingkan bahasa *assembly* yaitu penyusunan program akan lebih sederhana dan mudah pada proyek yang lebih besar. Bahasa C hampir bisa melakukan semua operasi yang dapat dikerjakan oleh bahasa mesin.

CodeVisionAVR pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: *Compiler* C, IDE dan program *generator*.

Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangnya, *Compiler C* yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen standar. yang ada pada bahasa C standar ANSI (seperti struktur program, jenis tipe data, jenis operator, dan *library* fungsi standar berikut penamaannya). Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, *compiler C* untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang disesuaikan dengan arsitektur AVR tempat program C tersebut ditanamkan (*embedded*).

Khusus untuk *library* fungsi, disamping *library* standar (seperti fungsi-fungsi matematik, manipulasi *string*, pengaksesan memori dan sebagainya), CodeVisionAVR juga menyediakan fungsi-fungsi tambahan yang sangat bermanfaat dalam pemrograman antarmuka AVR dengan perangkat luar yang umum digunakan dalam aplikasi kontrol. Beberapa fungsi *library* yang penting diantaranya adalah fungsi-fungsi untuk pengaksesan LCD, komunikasi I2C, IC RTC (*Real time Clock*), sensor suhu, SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan lain sebagainya.

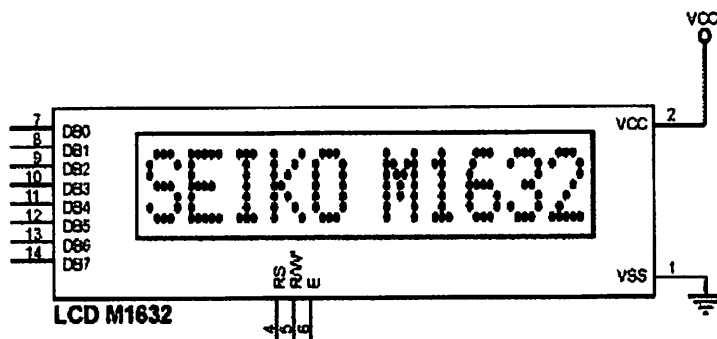
Untuk memudahkan pengembangan program aplikasi, CodeVisionAVR juga dilengkapi IDE yang sangat *user friendly*. Selain menu-menu pilihan yang umum dijumpai pada setiap perangkat lunak berbasis Windows, CodeVisionAVR ini telah mengintegrasikan perangkat lunak *downloader* yang bersifat *In System Programmer* yang dapat digunakan untuk mentransfer kode mesin hasil kompilasi ke dalam sistem memori mikrokontroler AVR yang sedang diprogram.

Selain itu, CodeVisionAVR juga menyediakan sebuah fitur yang dinamakan dengan *Code Generator* atau CodeWizardAVR. Secara praktis, fitur ini sangat bermanfaat membentuk sebuah kerangka program (*template*), dan juga memberi kemudahan bagi *programmer* dalam peng-inisialisasian register-register yang terdapat pada mikrokontroler AVR yang sedang diprogram. Dinamakan *Code Generator*, karena perangkat lunak CodeVision ini akan membangkitkan kode-kode program secara otomatis setelah fase inisialisasi pada jendela CodeWizardAVR selesai dilakukan.

Penggunaan fitur ini pada dasarnya hampir sama dengan *application wizard* pada bahasa-bahasa pemrograman visual untuk komputer.

2.3 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD Display Module M1632 buatan Seiko Instrument Inc. terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang menggunakan M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.



Gambar 2.7 LCD Modul 2x1

Gambar di atas adalah konfigurasi dari pin LCD 2x16 yang terdiri dari 16 pin, yang masing-masing pin mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Berikut adalah penjelasan dari konfigurasi pin-pin LCD 2x16.

Pin	Simbol	Logika	Keterangan
1	Vss	-	Catu Daya 0 Volt (Ground)
2	Vcc	-	Catu Daya +5 Volt
3	Vee	-	Catu daya untuk LCD
4	RS	H/L	H: Masukan Data, L: Masukan Instruksi
5	R/W	H/L	H: Baca (Read), L: Tulis (Write)
6	E	H/L (L)	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bit 0
8	DB1	H/L	Data Bit 1
9	DB2	H/L	Data Bit 2
10	DB3	H/L	Data Bit 3
11	DB4	H/L	Data Bit 4
12	DB5	H/L	Data Bit 5
13	DB6	H/L	Data Bit 6
14	DB7	H/L	Data Bit 7
15	V+ BL	-	Backlight 4-4,2 Volt ; 50-200 mA
16	V- BL	-	Backlight 0 Volt (ground)

Tabel 2.5. Fungsi Pin-Pin LCD 2x16

LCD M1632 terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf / angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, yang berfungsi mengatur tampilan informasi serta mengatur komunikasi LCD M1632 dengan mikrokontroler. Adapun karakteristik dari LCD M1632 adalah sebagai berikut:

- a. 16 karakter, dua baris tampilan kristal cair (LCD) dari matriks titik.
- b. Duty Ratio : 1/16.
- c. Room pembangkit karakter untuk 192 tipe karakter (bentuk karakter 5 x 7 matriks titik).
- d. Mempunyai dua jenis RAM, yaitu RAM pembangkit karakter dan RAM data tampilan.
- e. RAM pembangkit karakter untuk 8 tipe karakter program tulis dengan bentuk 5 x 7 matrik titik.
- f. RAM data tampilan dengan bentuk 80 x 8 matrik titik (maksimum 80 karakter).
- g. Mempunyai pembangkit *clock* internal.
- h. Sumber tegangan tunggal +5 volt.
- i. Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
- j. Jangkauan suhu pengoperasian 0 sampai 50 derajat.

M1632 LCD, mempunyai dua buah Register yaitu register perintah dan register data, yang aksesnya diatur dengan menggunakan kaki RS. Pada saat RS berlogika 0, maka register yang diakses adalah Register Perintah dan pada saat RS berlogika 1, maka register yang diakses adalah Register Data.

Penulisan Data ke Register Perintah

Penulisan data ke Register Perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur Address Counter maupun Address Data. Kondisi RS berlogika 0 menunjukkan akses data ke Register Perintah. Kondisi RW berlogika 0 yang menunjukkan proses penulisan data akan dilakukan. Jika penulisan menggunakan mode 8 bit interface, maka proses penulisan dapat langsung dilakukan secara 8 bit (bit 7 ... bit 0) dan diawali sebuah pulsa logika 1 pada E Clock. Sedangkan jika penulisan menggunakan mode 4 bit interface, maka Nibble tinggi (bit 7 sampai bit 4) terlebih dahulu dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clock. Kemudian Nibble rendah (bit 3 sampai bit 0) dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clock lagi

Pembacaan Data dari Register Perintah

Proses pembacaan data pada register perintah biasa digunakan untuk melihat status busy dari LCD atau membaca Address Counter. RS diatur pada logika 0 untuk akses ke Register Perintah, R/W diatur pada logika 1 yang menunjukkan proses pembacaan data. Untuk mode 8-bit interface, pembacaan 8 bit (nibble tinggi dan rendah) dilakukan sekaligus dengan diawali sebuah pulsa logika 1 pada E Clock. Sedangkan pada mode 4-bit interface, nibble tinggi dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clock dan kemudian 4 bit nibble rendah dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clock.

Register Data

Register ini adalah register di mana mikrokontroler dapat menuliskan atau membaca data ke atau dari DDRAM. Penulisan data pada register ini akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya

Penulisan Data ke Register Data

Penulisan data pada Register Data dilakukan untuk mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD. Proses diawali dengan adanya logika 1 pada RS yang menunjukkan akses ke Register Data, kondisi R/W diatur pada logika 0 yang menunjukkan proses penulisan data. Pada mode data 4-bit nibble tinggi (bit 7 hingga

bit 4) dikirim dengan diawali pulsa logika 1 pada sinyal E Clock dan kemudian diikuti 4 bit nibble rendah (bit 3 hingga bit 0) yang juga diawali pulsa logika 1 pada sinyal E Clock.

Pembacaan Data dari Register Data

Pembacaan data dari Register Data dilakukan untuk membaca kembali data yang tampil pada LCD. Proses dilakukan dengan mengatur RS pada logika 1 yang menunjukkan adanya akses ke Register Data. Kondisi R/W diatur pada logika 1 yang menunjukkan adanya proses pembacaan data. Data 4 bit nibble tinggi (bit 7 hingga bit 4) dibaca dengan diawali adanya pulsa logika 1 pada E Clock dan dilanjutkan dengan data 4 bit nibble rendah (bit 3 hingga bit 0) yang juga diawali dengan pulsa logika 1 pada E Clock.

2.4 KEYPAD 4X4

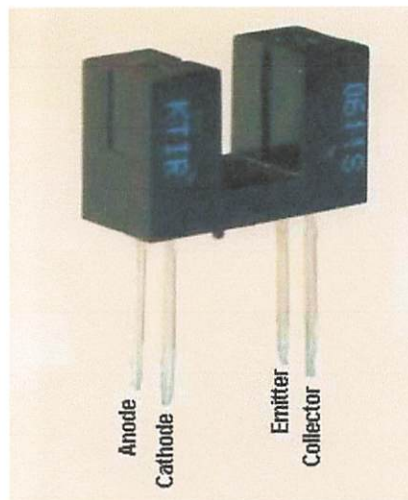
Keypad merupakan papan ketik yang digunakan untuk memberikan masukan sebagai acuan kecepatan dan fungsi perintah lainnya ke layar LCD. Keypad ada beberapa jenis tetapi yang digunakan disini mempunyai stuktur 4 baris dan 4 kolom. Keypad ini dihubungkan ke port dari mikrokontroler. Keypad Matriks ini mempunyai tombol-tombol yang disusun secara maktriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol.



Gambar 2.8 Keypad 4X4

2.5 SENSOR KECEPATAN (OPTOCOUPLER)

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Optocoupler atau optoisolator merupakan komponen penggandeng (coupling) antara rangkaian input dengan rangkaian output yang menggunakan media cahaya (opto) sebagai penghubung. Dengan kata lain, tidak ada bagian yg konduktif antara kedua rangkaian tersebut. Optocoupler sendiri terdiri dari 2 bagian, yaitu transmitter (pengirim) dan receiver (penerima). Dalam skripsi ini menggunakan optocoupler tipe “U”.



Gambar 2.9 Optocoupler

1. Transmitter.

Merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian input atau rangkaian kontrol. Pada bagian ini terdapat sebuah LED infra merah (IR LED) yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal kepada receiver. Pada transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang

dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.

2.Receiver

Merupakan bagian yang terhubung dengan rangkaian output atau rangkaian beban, dan berisi komponen penerima cahaya yang dipancarkan oleh transmitter. Komponen penerima cahaya ini dapat berupa photodiode ataupun phototransistor. Pada bagian receiver dibangun dengan dasar komponen phototransistor. Phototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spektrum infra mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka phototransistor lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.

2.6 MOTOR

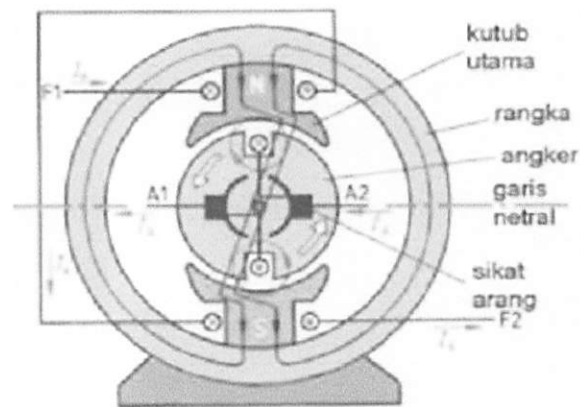
A. Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.

Motor DC memiliki 2 bagian dasar :

1. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.

Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh megnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lourentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya F , timbul tergantung pada arah arus I , dan arah medan magnet B .



Gambar 2.10 Konstruksi Motor DC

Belitan stator merupakan elektromagnet, dengan penguat magnet terpisah $F1$ - $F2$. Belitan jangkar ditopang oleh poros dengan ujung-ujungnya terhubung ke komutator dan sikat arang $A1$ - $A2$. Arus listrik DC pada penguat magnet mengalir dari $F1$ menuju $F2$ menghasilkan medan magnet yang memotong belitan jangkar. Belitan jangkar diberikan listrik DC dari $A2$ menuju ke $A1$. Sesuai kaidah tangan kiri jangkar akan berputar berlawanan jarum jam.

Gaya elektromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh megnet permanen. Garis-garis gaya magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya Lourentz, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya. Gaya F , timbul tergantung pada arah arus I , dan arah medan magnet B .

B. Motor AC

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara kecepatan rotasi rotor dan kecepatan rotasi medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator. Kumparan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan akan menghasilkan medan magnet yang berotasi dengan kecepatan rotasi sinkron (persamaan di bawah). Medan magnet putar pada stator tersebut akan memotong penghantar-penghantar pada rotor, sehingga terinduksi arus dan sesuai dengan hukum lenz rotor akan ikut berputar mengikuti medan magnet putar stator. Perbedaan kecepatan rotasi relatif antara medan magnet putar stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban akan memperbesar torsi beban motor, sehingga memperbesar arus induksi pada rotor dan slip antara medan magnet putar stator dan putaran rotor juga bertambah, putaran rotor cenderung menurun.

Keistimewaan umum dari sebuah motor ac adalah medan magnet putar yang diatur dengan lilitan stator. Konsep ini diilustrasikan pada motor 3 fasa dengan mempertimbangkan tiga kumparan yang diletakkan bergeser 120° fasa listrik. Masing-masing kumparan dihubungkan dengan satu fasa dari sumber daya tiga fasa, seperti ditunjukkan gambar di atas. Apabila arus tiga fasa melalui lilitan tersebut, terjadi pengaruh medan magnet berputar melalui bagian dalam inti stator.

C. Motor Universal

Motor universal merupakan suatu motor seri yang mempunyai kemampuan bekerja dengan tegangan masukan ac maupun tegangan masukan dc. Pengaturan starting motor universal dapat dilakukan dengan mengatur tegangan input pada motor universal. Untuk menghasilkan tegangan bolak balik maupun tegangan

searah yang bervariasi untuk suplai daya motor universal terdapat beberapa alternatif diantaranya dengan menggunakan rangkaian AC atau DC terkontrol maupun rangkaian AC atau DC tak terkontrol.

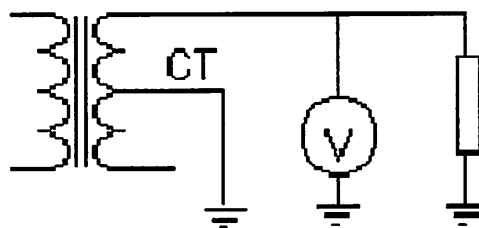
2.7 POWER SUPPLY (CATU DAYA)

Power Supply (catu daya) adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh power supply arus searah DC (direct current) yang stabil. Pada dasarnya pencatu daya bukanlah sebuah alat yang menghasilkan energi listrik saja, namun ada juga beberapa daya yang menghasilkan energi mekanik, dan energi yang lain.

Power Supply juga merupakan sebuah perangkat yang dapat memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik. Istilah ini paling sering diterapkan ke perangkat yang mengubah satu energi listrik yang lain, meskipun juga dapat merujuk ke perangkat yang mengkonversi bentuk energi lain (misalnya, mekanik, kimia, solar) menjadi energi listrik. Sebuah catu daya diatur adalah salah satu yang mengontrol tegangan output atau arus ke nilai tertentu, nilai dikendalikan diadakan hampir konstan meskipun variasi baik dalam arus beban atau tegangan yang diberikan oleh pasokan energi sumber daya.

Power supply terdiri dari:

1. Transformator



Gambar 2.11 Skema transformator

Transformator berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan AC. Dalam percobaan ini digunakan transformator untuk menurunkan tegangan sekunder.

Setiap transformator memiliki hambatan keluaran R_o , yang akan menyebabkan turunnya tegangan sekunder dari transformator sehingga apabila dipasang beban antara CT dan V, tegangan turun sebesar $V = I_L R_o$, dengan I_L adalah arus beban. Makin besar arus beban yang ditarik, makin kecil tegangan keluaran. Tegangan keluaran dalam keadaan terbebani (V_{ob}) adalah $V_{ob} = V_o - I_L R_o$. V_o adalah tegangan keluaran tanpa beban yang merupakan tegangan keluaran transformator yang diukur dengan multimeter tanpa beban. Hal tersebut perlu kita lakukan untuk dapat menentukan hambatan keluaran transformator, karena kita tidak dapat memiliki amperemeter yang dapat mengukur langsung arus beban.

2. Dioda Sebagai Penyearah

Dioda, sebagai komponen yang mengalirkan arus listrik searah dapat dimanfaatkan sebagai penyearah arus listrik AC menjadi arus listrik DC. Berikut adalah aplikasi sederhana dioda sebagai penyearah arus listrik AC menjadi DC.



Gambar 2.12 symbol diode

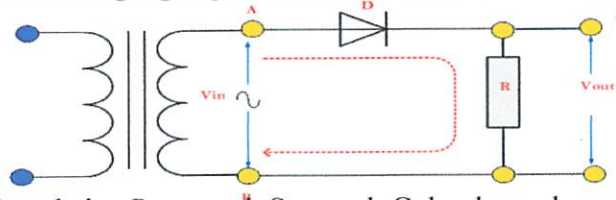
Dioda terbagi 2 yaitu:

1. Penyearah Setengah Gelombang

Sebagai penyearah (diode rectifier) dioda berfungsi menyearahkan/merubah tegang input yang ac (bolak-balik) menjadi dc (searah). Tegangan ac merupakan gelombang sinus bolak-balik, yang akan

berganti dari gelombang positif ke negative terus menerus. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini merupakan rangkaian penyearah setengah gelombang dengan menggunakan satu buah diode. Resistor dipasang sebagai tahanan beban rangkaian. Prinsip kerja rangkaian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Saat titik A mendapatkan tegangan positif (+) dan B negative (-), Dioda dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif. Karena diode dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik A – Dioda – R dan kembali ketitik B-. karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.386$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).
2. Saat titik A mendapatkan tegangan negative (-) dan B positif (+), Dioda dalam kondisi dipanjar terbalik karena kaki anoda mendapat tegangan negatif. Sehingga diode dalam kondisi off, maka tidak ada Arus yang mengalir .Kondisi menyebabkan tegangan pada keluaran/output sama dengan 0/tidak ada.



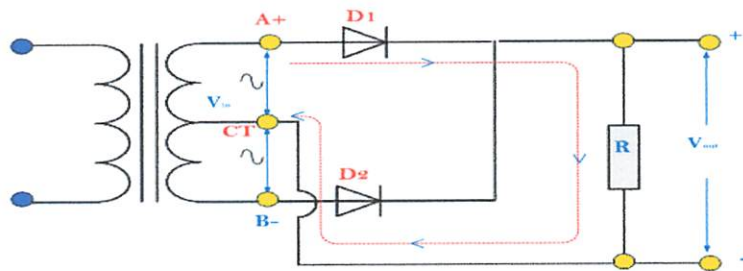
Gambar 2.13 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang dengan 1 dioda

2. Penyearah Gelombang Penuh

a. Dengan 2 buah diode

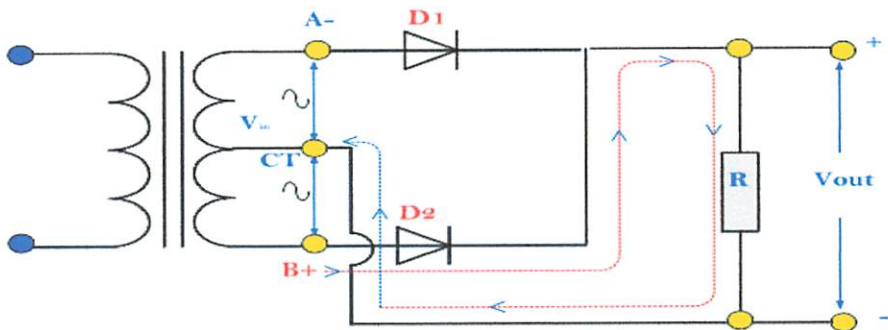
Penyearah tegang dengan menggunakan 2 buah diode memerlukan transformator/trafo yang mempunyai terminal CT (center tep/titik tengah). Dioda akan bekerja secara bergantian. Sehingga tegangan pada output akan selalu ada. Prinsip kerja rangkaian bias dijelaskan sebagai berikut:

1. Saat titik A mendapatkan tegangan positif (+) dan B negatif (-), Dioda D1 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif dan D2 dalam kondisi dipanjar terbalik (off). Karena diode D1 dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik A – D1 – R dan kembali ketitik CT. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).



Gambar 2.14 Rangkaian Penyearah gelombang penuh

2. Saat titik A mendapatkan tegangan negative (-) dan B positif (+), Dioda D2 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan Positif dan D2 dalam kondisi dipanjar maju (On). Karena diode D2 dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik B – D2 – R dan kembali ketitik CT. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).



Gambar 2.15 Rangkaian Penyearah gelombang penuh

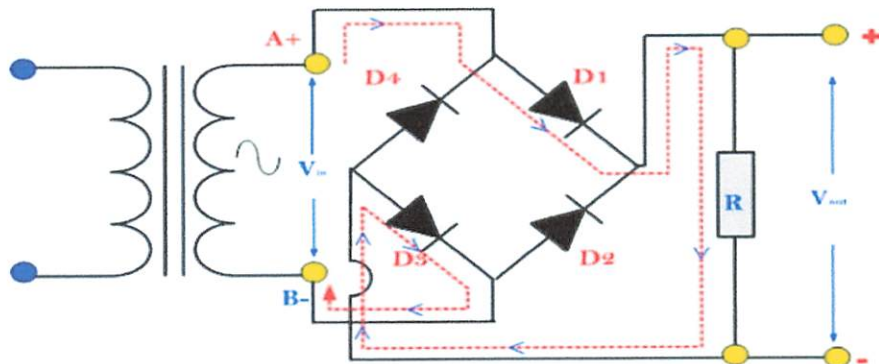
3. Saat titik A mendapatkan tegangan positif (+) dan B negative (-), Dioda D1 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif dan D2 dalam kondisi dipanjar terbalik (off). Karena diode D1 dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik A – D1 – R dan kembali ketitik CT. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).
4. Saat titik A mendapatkan tegangan negative (-) dan B positif (+), Dioda D2 dalam kondisi dipanjar terbalik karena kaki anoda mendapat tegangan negative (off) dan D2 dalam kondisi dipanjar maju (On). Karena diode D2 dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik B – D2 – R dan kembali ketitik CT. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).

b. Dengan 4 buah diode (bridge/jembatan)

Prinsip kerja penyearah dengan 4 buah diode sama dengan penyearah gelombang penuh menggunakan 2 buah diode, hanya pada penyearah system bridge ini transformator yang digunakan tidak harus CT. Dioda akan bekerja secara berpasangan, jika D1 & D3 On, D2 & D3 off, begitu juga sebaliknya.

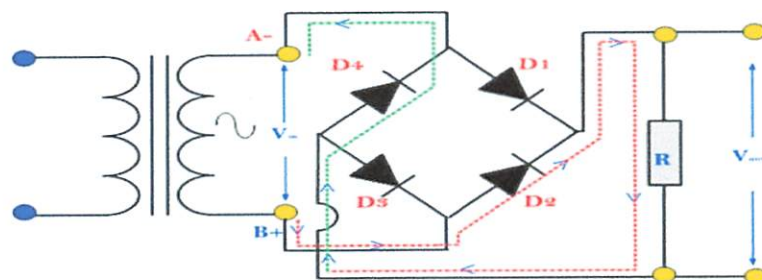
1. Saat titik A mendapatkan tegangan positif (+) dan B negative (-), Dioda D1 & D3 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif dan D2 & D3 dalam kondisi dipanjar terbalik (off). Karena diode D1 & D3 dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik A – D1 – R- D3 dan

kembali ketitik B-. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).



Gambar 2.16 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Menggunakan Dioda Bridge

2. Saat titik A mendapatkan tegangan negative (-) dan B positif (+), Dioda D2 & D4 dalam kondisi dipanjar maju karena kaki anoda mendapat tegangan positif (On) dan D1 & D3 dalam kondisi dipanjar terbalik (Off). Karena diode D2 & D4 dalam kondisi On, maka Arus akan mengalir dari titik B – D2 – R – D4 dan kembali ketitik A-. Karena arus mengalir melewati R, maka pada R akan timbul tegangan sebesar $V_{in} \times 0.636$. Tegangan yang timbul pada R merupakan tegangan output (V_{out}).



Gambar 2.17 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Menggunakan Dioda Bridge

2.8 INDUKTOR

Induktor adalah komponen yang tersusun dari lilitan kawat. Induktor termasuk juga komponen yang dapat menyimpan muatan listrik. Bersama kapasitor induktor dapat berfungsi sebagai rangkaian resonator yang dapat beresonansi pada frekuensi tertentu.

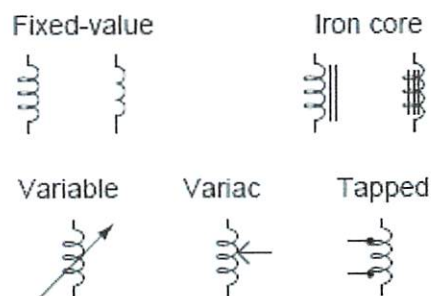
Fungsi Induktor:

1. Menyimpan arus listrik dalam bentuk medan magnet
2. Menahan arus bolak-balik/ac
3. Meneruskan/meloloskan arus searah/dc
4. Sebagai penapis (*filter*)
5. Sebagai penalaan (*tuning*)

Kumparan/coil ada yang memiliki inti udara, inti besi, atau inti ferit.

Nilai/harga dari inductor disebut sebagai induktansi dengan satuan dasar **henry**.

5 Inductors



Gambar 2.18 Simbol dari inductor

Contoh bentuk fisik induktor



Gambar 2.19 Bentuk Fisik Induktor

Jenis induktor :

1. **Fixed coil**, yaitu inductor yang memiliki harga yang sudah pasti. Biasanya dinyatakan dalam kode warna seperti yang diterapkan pada resistor. Harganya dinyatakan dalam satuan mikrohenry (μH).
2. **Variable coil**, yaitu inductor yang harganya dapat diubah-ubah atau disetel. Contohnya adalah coil yang digunakan dalam radio.
3. **Choke coil** (kumparan redam), yaitu coil yang digunakan dalam teknik sinyal frekuensi tinggi.

2.9 MOSFET

Transistor efek-medan semikonduktor logam-oksida (MOSFET) adalah salah satu jenis transistor efek medan. Prinsip dasar perangkat ini pertama kali diusulkan oleh Julius Edgar Lilienfeld pada tahun 1925 . MOSFET mencakup kanal dari bahan semikonduktor tipe-N dan tipe-P, dan disebut NMOSFET atau PMOSFET (juga biasa nMOS, pMOS). Ini adalah transistor yang paling umum pada sirkuit digital maupun analog, namun transistor sambungan dwikutub pada satu waktu lebih umum.

Metal Oxide Semiconductor FET atau MOSFET adalah suatu komponen yang dikendalikan oleh tegangan dan memerlukan arus masukan yang kecil. MOSFET memiliki kecepatan switching sangat tinggi dan waktu switching memiliki orde nanodetik. MOSFET memiliki dua tipe :

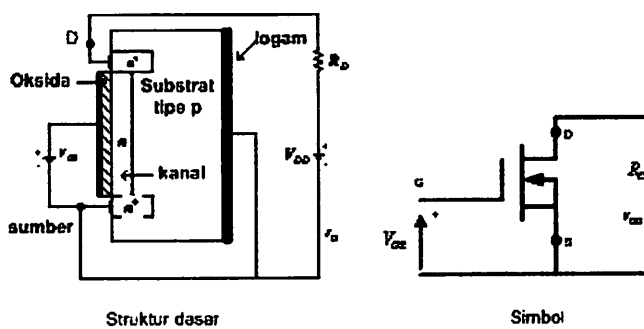
1. MOSFET deplesi.
 - a. Kanal-n
 - b. Kanal-p

2. MOSFET tipe enhancement.

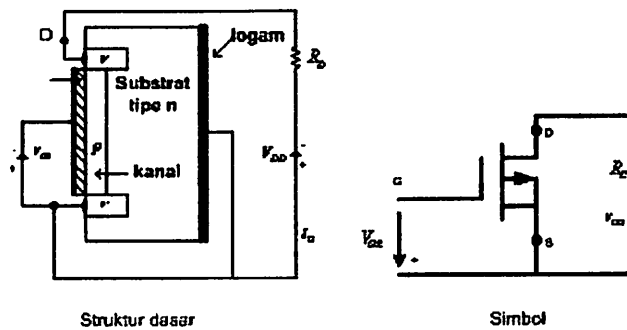
a. Kanal-n

b. Kanal-p

MOSFET tipe deplesi kanal-n dibentuk dari substrat silikon tipe-p, dengan dua silikon yang didoping n+ dengan berat agar memiliki resistansi hubungan yang rendah. Gerbang di isolasi dari kanal dengan lapisan tipis oksida. MOSFET memiliki tiga terminal yang disebut gerbang, drain, sumber. Substrat biasanya dihubungkan dengan sumber. Tegangan gerbang kesumber V_{gs} dapat bernilai positif ataupun negative. Jika V_{gs} bernilai negative banyak elektron dari daerah kanal n akan tersingkir dan suatu daerah deplesi akan terbentuk dibawah lapisan oksida yang menghasilkan kanal elektron yang lebih lebar dan resistansi yang tinggi dari drain ke sumber (R_{ds}). Jika V_{ds} dibuat cukup negative, kanal akan terdiplesi penuh, yang menghasilkan R_{ds} yang tinggi dan tidak akan ada arus mengalir dari drain ke sumber ($I_{ds} = 0$). Nilai ketika hal ini terjadi disebut tegangan pinch-off. Jika V_{gs} dibuat positif kanal menjadi lebih lebar dan I_{ds} akan meningkat karena reduksi dari R_{ds} . Untuk MOSFET tipe deplesi kanal-p polaritas R_{ds} , I_{gs} , V_{gs} akan terbalik

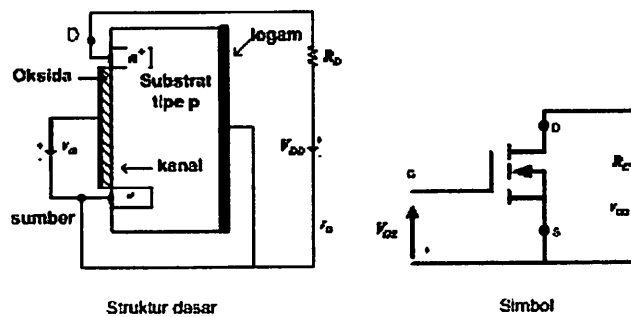


Gambar 2.20 MOSFET tipe deplesi kanal n

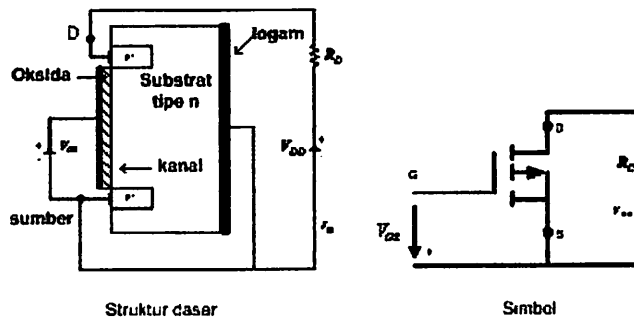


Gambar 2.21 MOSFET tipe deplesi kanal p

MOSFET tipe enhancement tidak memiliki kanal n fisik, seperti pada gambar dibawah ini. Jika V_{gs} positif pada suatu harga, tegangan induksi akan menarik elektron dari substrat p dan mengumpulkannya pada permukaan dibawah lapisan oksidasi. Jika V_{gs} lebih besar atau sama dengan nilai yang dikenal dengan tegangan threshold, maka jumlah elektron yang terakumulasi akan cukup untuk membentuk kanal n virtual dan arus mengalir dari drain ke sumber. Polaritas dari R_{ds} , I_{gs} , V_{ds} akan terbalik pada MOSFET tipe enhancement.



Gambar 2.22 MOSFET tipe enhancement kanal n



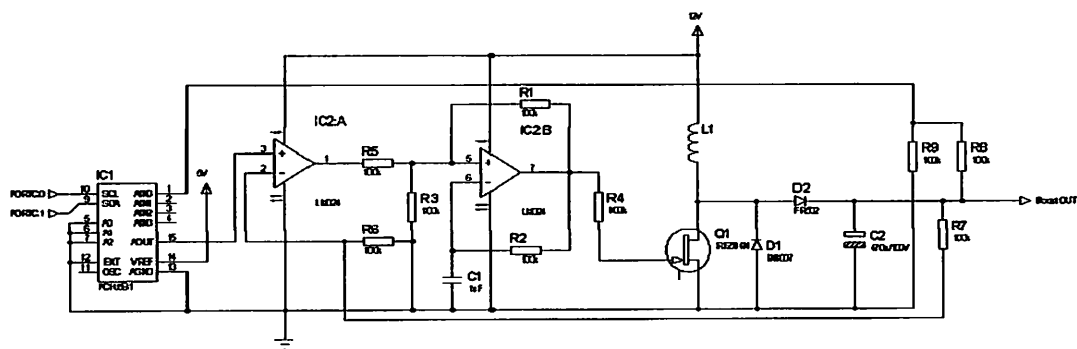
Gambar 2.23 MOSFET tipe enhancement kanal p

2.10 RANGKAIAN DAC

Pada dasarnya rangkaian DAC dibuat untuk memenuhi kebutuhan akan besarnya pengaruh rangkaian elektronika digital dalam perkembangan dunia elektronika. Sejak ditemukannya bahan semikonduktor Silicon dan Germanium maka dengan cepat terjadi revolusi dalam hal penyederhanaan dan keakurasian suatu rangkaian elektronika. Disamping itu dengan diterapkannya rangkaian digital akan menunjang sekali dalam hal penyimpanan dan mobilitas data. Banyak sekali data-data yang sekarang bisa dioperasikan dengan komputer adalah merupakan data-data yang dikonversi dari sinyal-sinyal analog. Sebagai contoh sinyal suara ataupun video yang berbentuk analog bisa diputar dan disimpan dengan menggunakan komputer setelah sinyal-sinyal analog tersebut diubah menjadi data-data digital.

Kelebihan yang dimiliki oleh data-data digital dibandingkan dengan sinyal analog adalah adanya sifat kepastian data atau logika. Data digital hanya dibedakan menjadi dua macam yaitu logika tinggi "1" dan logika rendah "0". Logika 1 mewakili tegangan 5 volt dan logika rendah mewakili tegangan 0 volt. Contoh kelebihan sinyal digital dibanding sinyal analog adalah pada penerima televisi atau radio digital.

Dengan menerapkan system digital sinyal yang dipancarkan oleh stasiun televisi atau radio akan berbentuk data-data 1 dan 0, dengan begitu pada saat proses transmisi atau pengiriman data sinyal yang berubah atau rusak akibat gangguan transmisi hampir tidak akan mengubah logika dari sinyal tersebut. Tetapi jika sinyal yang dipancarkan adalah sinyal asli yang berupa sinyal analog maka jika terjadi kerusakan sedikit saja akibat gangguan transmisi maka sinyal yang akan diterima adalah sinyal yang telah rusak tersebut.



Gambar 2.24 rangkaian DAC pada boost konverter

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pendahuluan

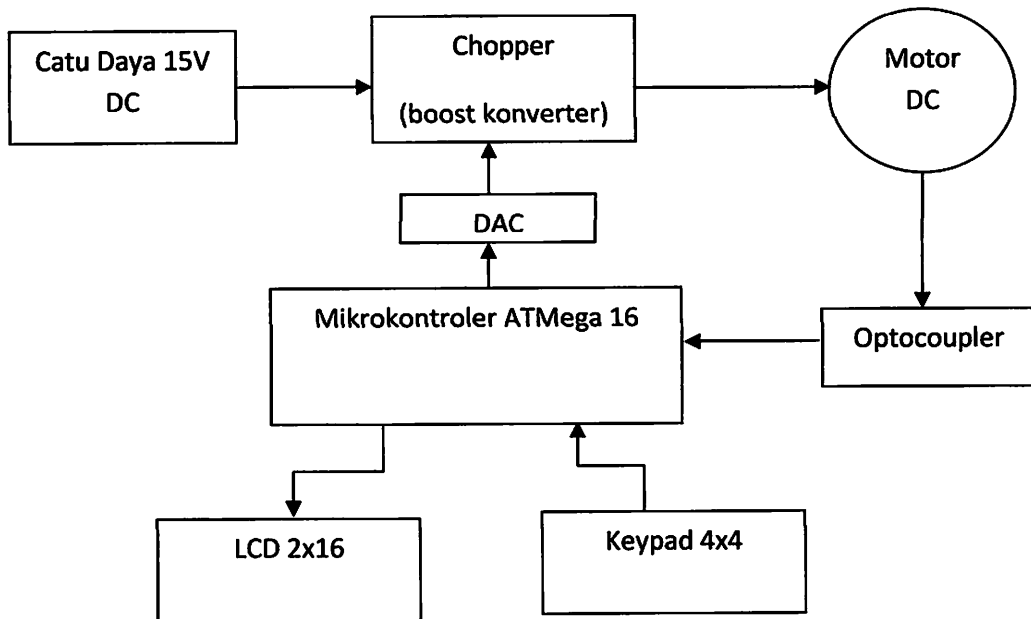
Dalam perancangan dan pembuatan sebuah alat diperlukan perencanaan yang matang agar alat yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan tanpa perencanaan yang matang maka alat yang dibuat tentunya tidak akan teratur dan akan mengalami berbagai kesulitan sebab harus melakukan berbagai perubahan selama proses pembuatan alat karena munculnya kesalahan-kesalahan yang tidak diharapkan.

Skripsi ini bersifat aplikatif, yaitu perancangan dan pembuatan alat agar dapat menampilkan unjuk kerja sesuai yang direncanakan dengan dibentuk dari dua buah bagian utama yaitu bagian perancangan perangkat keras (*hardware*) dan bagian perancangan perangkat lunak (*software*). Pada bagian perancangan *hardware* dilakukan pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang ada di pasaran. Pada bagian *software* dilakukan perancangan pembuatan diagram alir program. Dengan terbentuknya bagian-bagian tersebut akan dihasilkan alat budidaya bunga krisan berbasis mikrokontroler ATMEGA16.

3.2 Spesifikasi Alat

1. Alat yang digunakan berupa pengaturan kecepatan motor dc menggunakan chopper berbasis mikrokontroler atmega 16.
2. Pada alat ini hanya menggunakan satu buah mikrokontroler keluarga AVR yaitu ATmega 16.
3. Alat ini juga menggunakan penampilan display berupa LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris 16 kolom).
4. Alat ini menggunakan keypad 4x4 sebagai input kecepatan yang diinginkan
5. Pada alat ini juga menggunakan optocoupler sebagai sensor kecepatan motor dc yang di tampilkan pada LCD 2x16.

3.3 Diagram Blok Rangkaian



Gambar 3.1 Blok Diagram Pengaturan Kecepatan Motor DC

Adapun fungsi dari tiap-tiap blok diagram dijelaskan sebagai berikut:

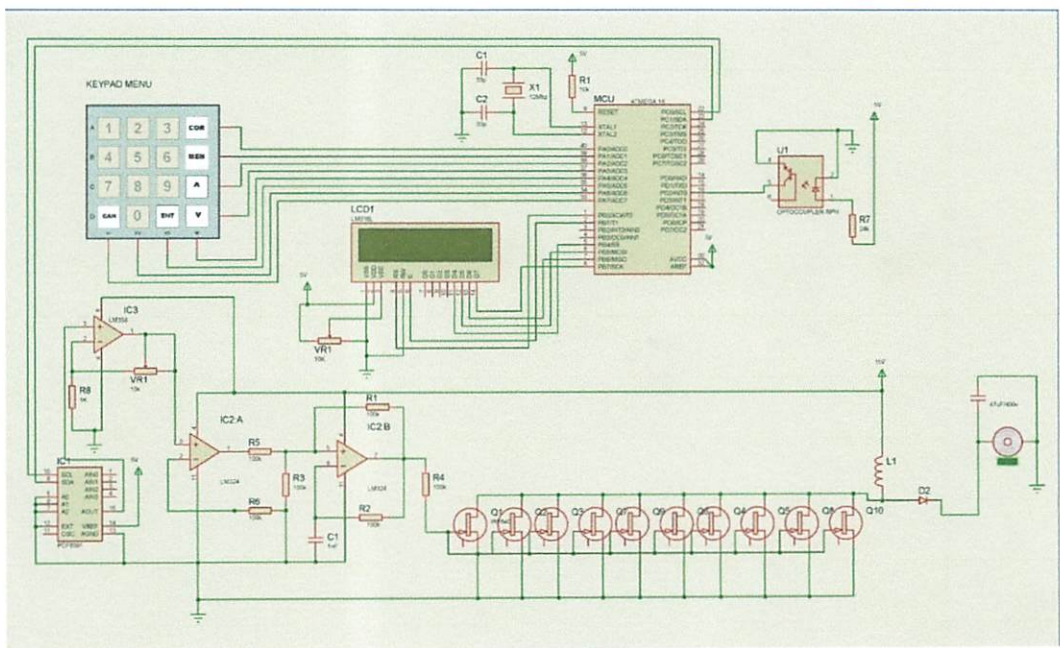
1. Catu Daya 15 Volt DC adalah sebagai sumber tegangan dc dan mensupplay tegangan ke seluruh rangkaian yang ada.
2. Chopper adalah sebagai pengubah tegangan dc dari power supply menjadi tegangan dc lagi yang memiliki output variabel.
3. Mikrokontroler ATmega 16 adalah sebagai pengontrol output tegangan dari chopper boost konverter sesuai dengan keinginan kita.
4. LCD 2x16 berfungsi untuk menampilkan kecepatan dari motor dc.
5. Keypad 4x4 berfungsi sebagai input masukan kecepatan motor dc ke mikrokontroler.
6. Optocoupler berfungsi sebagai sensor kecepatan yang outputnya akan diolah di mikrokontroler kemudian di tampilkan di LCD.
7. Motor DC disini yang akan dikontrol kecepatannya.

8. DAC (digital to analog converter) sebagai pengubah sinyal digital dari mikrokontroler jadi sinyal analog dalam bentuk tegangan sebagai pengatur frekuensi swicthing pada mosfet.

3.4 Prinsip Kerja

Cara kerja dari alat ini adalah pada waktu mikrokontroler menerima perintah dari keypad berupa kecepatan motor dc yang kita inginkan, maka rangkaian boost converter yang dirancang menggunakan FET dan lilitan, dikendalikan menggunakan rangkaian voltage to frekuensi converter. rangkaian voltage to frekuensi converter ini bertugas membangkitkan frekuensi untuk switching rangkaian boost untuk dapat menghasilkan tegangan diatas tegangan suplay Jika kecepatan yang kita inginkan belum terpenuhi mikrokontroler akan mengontrol rangkaian voltage to frekuensi converter untuk mengubah-ngubah frekuensi swicthing mosfet pada rangkaian boost konverter sehingga sesuai dengan kecepatan yang kita inginkan kemudian putaran motor akan dibaca oleh sensor kecepatan (optocoupler) dan diolah lagi di mikrokontroler kemudian di tampilkan di LCD. Dalam perancangan pengontrolan kecepatan motor dc ini menggunakan **kendali kecepatan closed loop**.

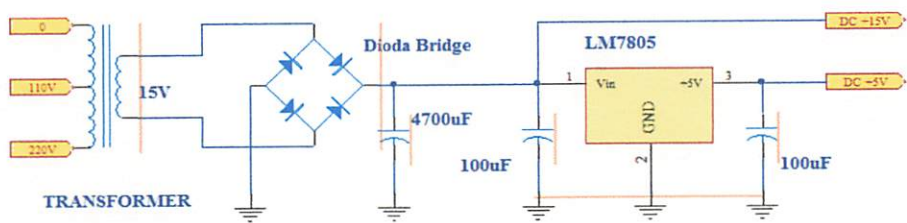
3.5 Gambar Skematik Perancangan Alat



Gambar 3.2 gambar skematik perancangan alat

3.6 Perancangan Perangkat Keras

3.6.1 Catu Daya



Gambar 3.3 Rangkaian Catu Daya

Untuk menjalankan seluruh bagian rangkaian pengontrol kecepatan motor dc diperlukan catu daya dengan output 15 Volt dan menggunakan transformator 10A . Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut:

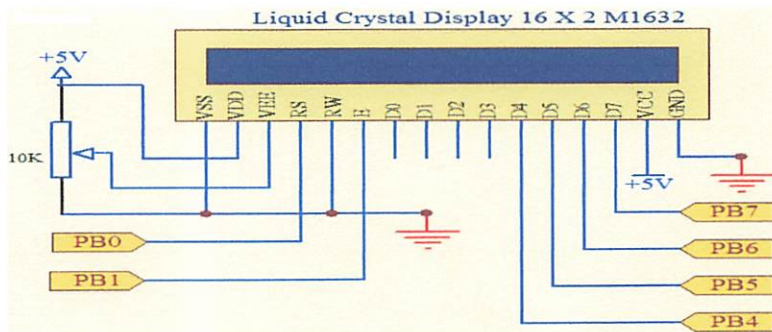
3.6.2 Rangkaian Sistem Minimum ATmega 16

- 1 buah chip mikrokontroler ATmega 16
- 1 buah kristal 12 MHz
- 2 buah kapasitor 33pF
- 1 buah resistor 10 k ohm
- 1 buah kapasitor elektrolit 10 μ F



3.6.3 Rangkaian Display LCD

Rangkaian ini menggunakan LCD M1632 2x16 sebagai modul penampilan kecepatan motor DC, rangkaian yang dibuat dalam skripsi ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



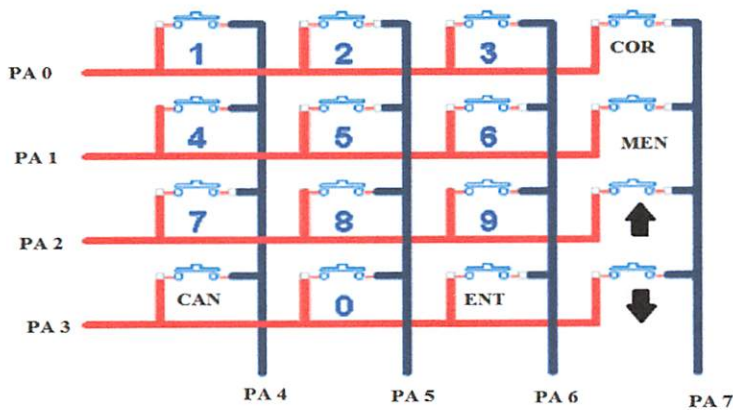
Gambar 3.5 Rangkaian Display LCD 16X2

Gambar diatas adalah rangkaian antarmuka mikrokontroler ATmega16 dengan LCD, untuk konektor LCD digunakan pin header 16 kaki dimana tata letak urutan dan konfigurasi pin dapat dilihat pada gambar di atas dimana:

- Port PB0,PB1 dihubungkan dengan pin 4 dan 6 pada LCD.
- Port PB4 sampai PB7 dihubungkan dengan pin 11 sampai 14 pada LCD.
- Pin 2 dan 15 di LCD dihubungkan ke Vcc 5 Volt.
- Pin 1,5, dan 16 di LCD dihubungkan ke ground.
- Pin 3 dihubungkan dengan VR (Variabel Resistor) 10k, sebagai pengatur kontras pada LCD.

3.6.4 Rangkaian Keypad

Dalam perancangan alat ini dibutuhkan sebuah keypad 4x4 sebagai inputan ke mikrokontroler yang berfungsi untuk menjalankan suatu aplikasi yang sudah jadi, dengan adanya keypad dapat menginputkan suatu besaran nilai yang diinginkan dan selain itu dapat memerintahkan suatu aplikasi agar dapat di proses. Dimana Port PA0 sampai PA7 dihubungkan dengan pin 1 sampai 8 pada keypad 4x4 seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:

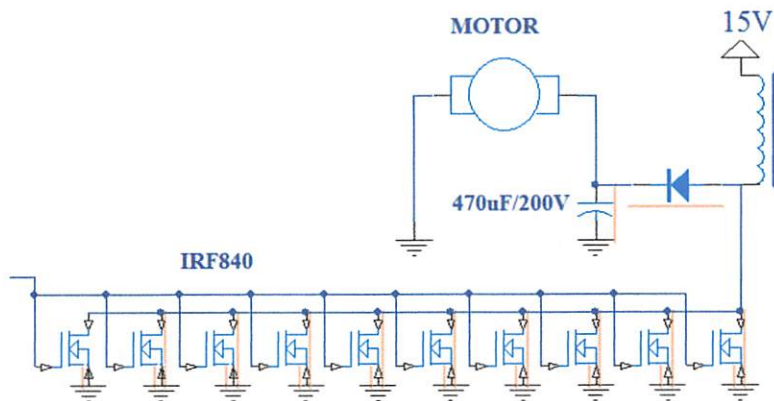


Gambar 3.6 Rangkaian keypad 4x4

3.6.5 Rangkaian Chopper (Boost Konverter)

Pengubah daya DC ke DC (DC-DC Converter) tipe peralihan atau dikenal juga dengan sebutan **Chopper** dimanfaatkan terutama untuk penyediaan tegangan keluaran DC yang bervariasi besarnya sesuai dengan permintaan pada beban. Daya masukan dari proses DC-DC tersebut adalah berasal dari sumber daya DC yang biasanya memiliki tegangan masukan yang tetap. Secara umum ada dua fungsi pengoperasian dari DC Chopper yaitu penurun tegangan (Buck Converter), dan penaikan tegangan (Boost Converter).

Dalam perancangan skripsi ini menggunakan **Boost Converter**. Boost converter bekerja dengan menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi dari tegangan masukannya. Dalam perancangan tugas akhir ini Boost Converter yang akan dibuat dikehendaki memiliki kemampuan untuk menaikkan tegangan inputnya yang berasal dari DC Power Supply sebesar 15 Volt menjadi 85 Volt.

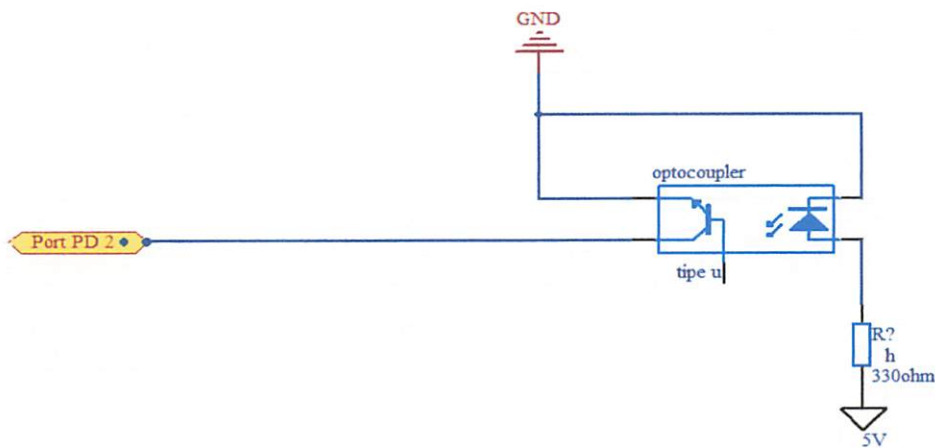


Gambar 3.7 Rangkaian Chopper dan Motor

3.6.6 Rangkaian Optocoupler (sensor kecepatan)

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Pada rangkaian kali ini kita menggunakan optocoupler tipe “U” sebagai sensor kecepatan, optocoupler atau optoisolator merupakan komponen penggandeng (coupling) antara rangkaian input dengan rangkaian output yang menggunakan media cahaya (opto) sebagai penghubung.

Rangkaian sensor optocoupler digunakan untuk memantau putaran motor dengan membaca putaran hole pada piringan motor . Pada perencanaan ini *Foto transistor* yang digunakan adalah jenis NPN *foto transistor*, dimana output kolektor dari *foto transistor* dihubungkan langsung ke input microcontroller ATMEGA16 (pin PC7) tanpa menggunakan resistor pada kaki kolektor transistor, hal ini karena pada internal port ATMEGA16 telah tersedia *resistor pull-up internal* untuk memicu arus input. Adapun perancangan rangkaian sensor optocoupler ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.8 Rangkaian Optocoupler

Prinsip kerja optocoupler adalah ketika ada benda yang berada di antara celah sensornya, maka cahaya yang dikirimkan tidak bisa diterima oleh bagian penerimanya, sehingga akan berlogika high dan menghasilkan tegangan keluaran yang nilainya mendekati VCC, begitu juga sebaliknya, jika tidak ada benda diantara celah sensornya maka akan berlogika low menghasilkan tegangan keluaran yang nilainya mendekati 0 Volt.

Dari data sheet diperoleh arus led adalah antara 10mA-20mA, sehingga direncanakan R1 sebagai berikut:

$$I_{led} = 10 \text{ mA}$$

$$V_{cc} = 5V$$

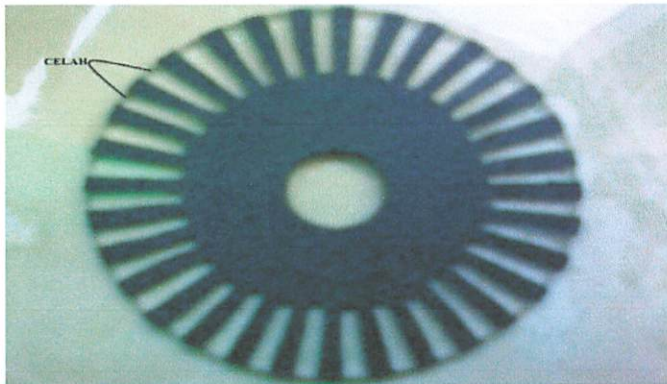
$$V_{led} = 1,8V$$

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}}$$

$$= \frac{3.2V}{10mA} = 320 \Omega$$

Karena nilai resistansi 320Ω dipasaran tidak tersedia, maka digunakan nilai resistansi yang mendekati yaitu 330Ω.

Untuk menghitung kecepatan putaran motor dc dalam satuan RPM (Rotation Per Minute), disini menggunakan roda cacah yang akan diletakkan pada celah optocoupler. Adapun celah-celah yang ada pada roda cacah seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.9 Gambar roda cacah

Dari roda cacah diatas kita mengetahui ada 32 celah jadi untuk menghitung kecepatan dalam 1 menit adalah sebagai berikut:

Banyaknya Putaran dalam 1 menit (RPM) = $\text{counter} / 32 \times \text{waktu (menit)}$

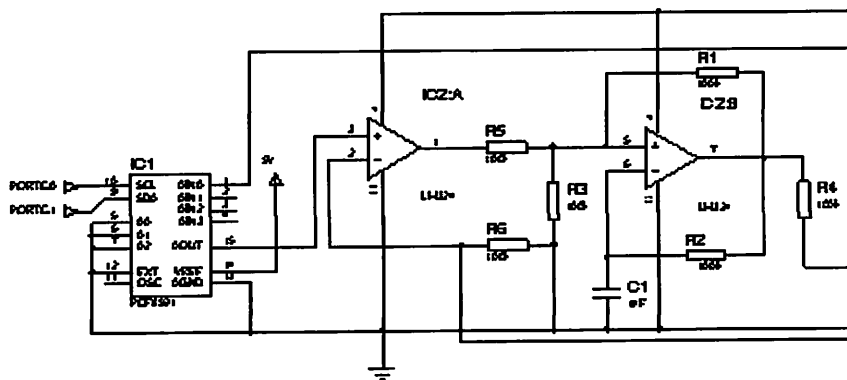
Dimana :

counter = berapa kali celah dalam 1 detik

3.6.7 Perancangan Rangkaian DAC

Pada perancangan ini rangkaian boost converter dirancang menggunakan FET dan lilitan, sementara bagian PWM dikendalikan menggunakan rangkaian *voltage to frekuensi converter*. Rangkaian *voltage to frekuensi converter* ini bertugas membangkitkan frekuensi untuk switching rangkaian boost untuk dapat menghasilkan tegangan diatas tegangan suplay. Rangkaian pembangkit frekuensi pada input boost dibangkitkan oleh op-amp pada IC2B, dimana op-amp ini bertugas membangkitkan frekuensi dengan prinsip pengisian dan pembuangan pada capasitor C1 melalui R2, sedangkan pengaturan frekuensi juga dihubungkan

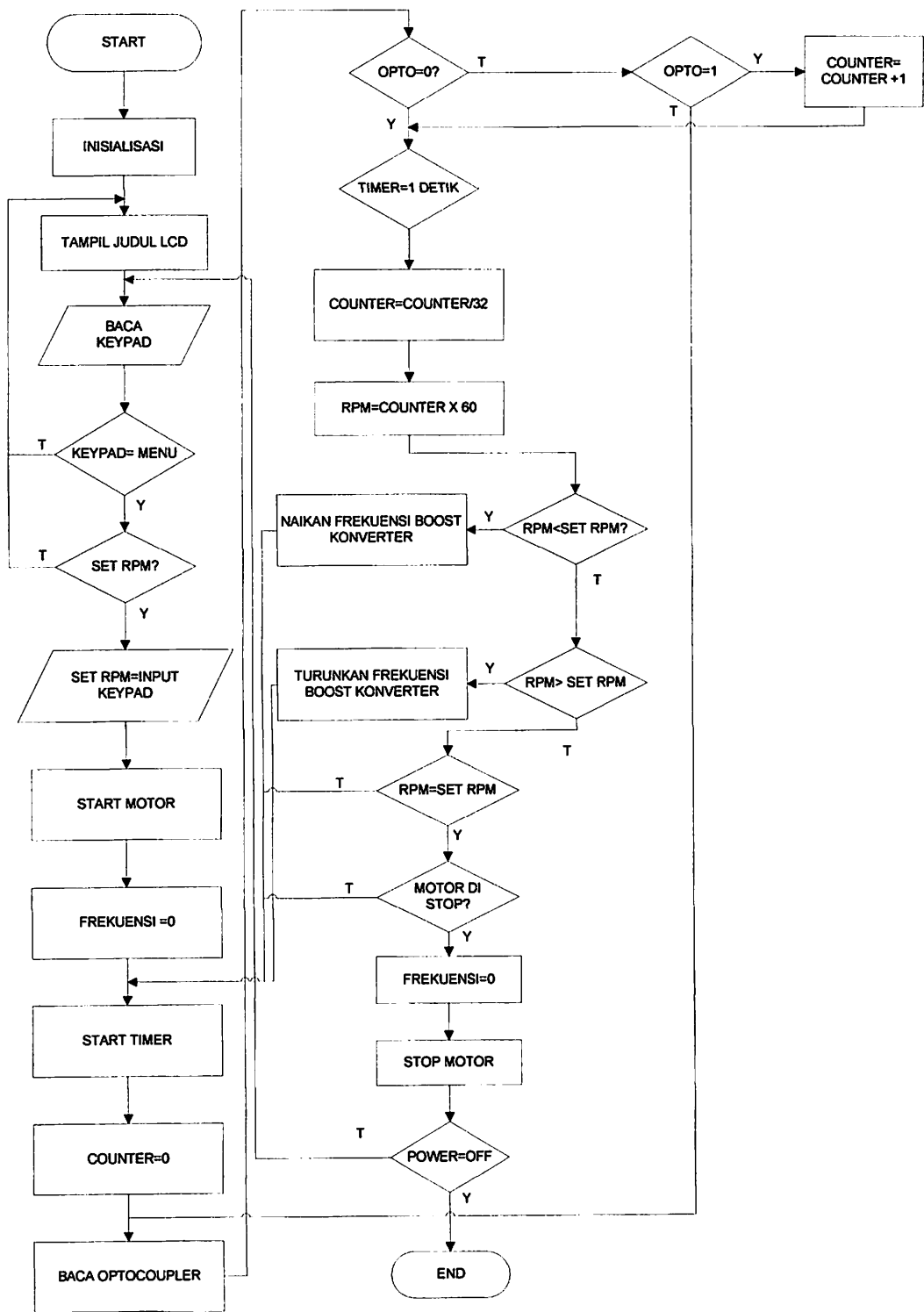
dengan rangkaian umpan balik yang di inputkan pada input non inverting IC2B, sehingga frekuensi akan tetap dijaga dan stabil tergantung masukan tegangan referensi yang diinputkan pada op-amp. Untuk mendapatkan tegangan yang variable dan stabil pada rangkaian pengatur boost, maka pada perancangan ini tegangan referensi diatur melalui DAC menggunakan rangkaian comparator pada IC2A dimana pada rangkaian comparator ini bertugas membandingkan kedua input antara output DAC dan hasil output dari tegangan boost converter, sehingga kestabilan tegangan akan tetap terjaga. Dengan menggunakan DAC, maka pengaturan tegangan boost secara software dapat dilakukan dengan mudah dan stabil karena tidak mengganggu frekuensi kerja dari mikrokontroller yaitu timer yang dalam perancangan ini digunakan untuk proses pembacaan kecepatan motor (RPM) melalui Optocoupler dan timer.



Gambar 3.10 Perancangan Rangkaian DAC

3.7 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak ini dibuat dengan bahasa pemrograman Bahasa BASIC dengan kompiler BASCOM AVR. Dipilihnya bahasa program ini agar proses perancangan sistem yang dibuat akan menjadi lebih mudah. Adapun cara kerja dari perangkat lunak (software) secara umum yang ditunjukkan pada flowchart perangkat lunak dalam gambar 3.12 dibawah.



Gambar 3.11 Flowchart Perancangan perangkat lunak

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian LCD

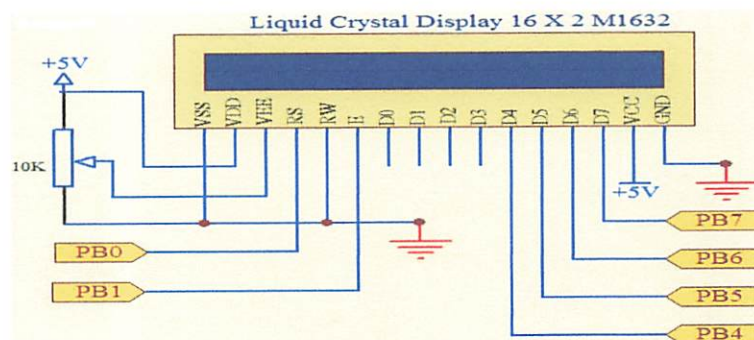
4.1.1 Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan karakter/text dari ATMEGA16.

4.1.2 Langkah-langkah pengukuran:

1. Download software LCD pada ATMEGA16.
2. Nyalakan power suplay
3. Perhatikan tampilan pada LCD

4.1.3 Pengujian Rangkaian LCD



Gambar 4.1 Rangkaian LCD

➤ Software

Dengan memperhatikan gambar 4.1 maka software yang harus dituliskan adalah sebagai berikut :

Sregfile = "m16def.dat"

Scrystal = 12000000

```

Config Lcdpin = Pin , Pb4 = Portd.4 , Pb5 = Portd.5 , Pb6 = Portd.6 , Pb7 =
Portd.7 , Pb1 = E , Pb0 = RS
Config Lcd = 16 * 2                                'konfigurasi lcd 16*2

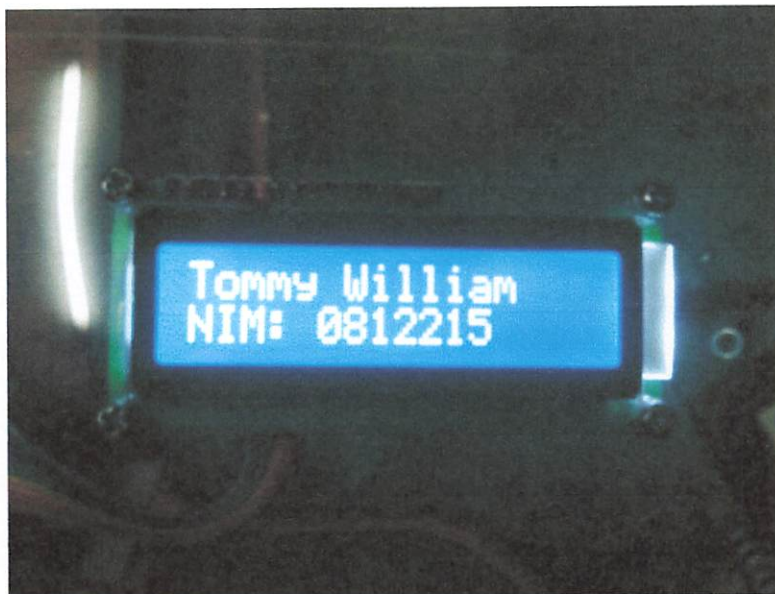
Cls
Do
    Lcd "Tommy William "
    lowerline
    Lcd "0812215  "

loop
*****

```

4.1.4 Hasil Pengukuran

Dari hasil pengujian LCD didapat hasil sebagaimana gambar 4.2 berikut :



Gambar 4.2. Foto pengujian LCD

4.1.5 Analisa

Pada saat AVR dinyalakan, maka program akan mulai melakukan inisialisasi LCD dengan instruksi "*config lcd =16 *2*" dan *config lcd pin* untuk mengenali bus lcd. Instruksi tersebut menyebabkan LCD reset dan menulis seting kedalam memory internal LCD tersebut serta menulis mode masukan 4 bit untuk akses LCD. saat LCD telah siap, selanjutnya dilanjutkan dengan instruksi "cls" yang mana instruksi ini berfungsi untuk mengosongkan text lcd agar kursor kembali pada posisi baris kiri atas. Kemudian dilanjutkan dengan instruksi *Lcd "Tommy William "*. Instruksi tersebut berfungsi untuk menulis karakter (string) pada baris LCD. penulisan karakter ditulis sebanyak jumlah karakter yang ada pada area tanda petik ("). Selanjutnya instruksi "*lowerline*" digunakan untuk memindah kursor pada baris 2. Karena LCD yang digunakan adalah 16 karakter 2 baris, maka penulisan karakter untuk 1 baris dibatasi hingga 16 karakter dan hasilnya muncul sebagaimana gambar diatas.

4.2 Pengujian Keypad Matrix 4X4

4.2.1 Tujuan Pengukuran

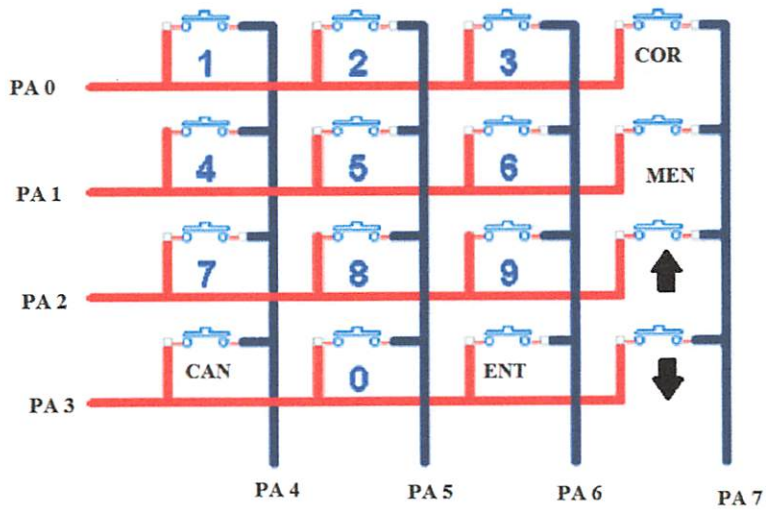
Mengetahui perubahan Scankey keypad matrix yang ditampilkan pada LCD.

4.2.2 Langkah-langkah pengukuran:

1. Download software keypad matrix pada AVR
2. Nyalakan sistem dan tekan tombol pada keypad
3. Amati hasil karakter pada LCD
4. Catat Hasil pada tabel.

4.2.3 Pengujian Rangkaian Keypad

Pada pengujian keypad agar hasil pembacaan dari proses scanning keypad dapat terbaca, maka pada perancangan juga digunakan LCD sebagai penampil hasil masukan dari penekanan tombol keypad. Adapun perancangan rangkaian pengujian keypad dan perangkat lunak baca keypad ditunjukkan pada gambar 4.9:



Gambar 4.3 Rangkaian Keypad

➤ Software

Dengan memperhatikan gambar rangkaian diatas, maka software yang harus dituliskan adalah sebagai berikut :

\$regfile = "m16def.dat"

\$crystal = 12000000

'konfigurasi port baris keypad

Kolom1 Alias Pinc.3

Kolom2 Alias Pinc.2

Kolom3 Alias Pinc.1

Kolom4 Alias Pinc.0

Portc = &HFF

Config Kolom1 = Input

Config Kolom2 = Input

Config Kolom3 = Input

Config Kolom4 = Input

Config Portc.4 = Output

Config Portc.5 = Output

Config Portc.6 = Output

Config Portc.7 = Output

Osccl = 175 *'kalibrasi internal OSC 1Mhz*

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 , Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E = Portd.2 , Rs = Portd.0

*Config Lcd = 16 * 2* *'konfigurasi lcd 16*2*

Dim Key As Integer

Dim Data_keypad As Integer

Cls

Do

Gosub baca_keypad

If key=1 then *'jika ada penekanan tombol*

Lcd data_keypad

End if

loop

'subroutine baca keypad

Baca_keypad:

Key = 0

Portc = &H7F *'scan baris 1*

If Kolom1 = 0 Then

Data_keypad = 1

Key = 1

Goto Tahan

End If

If Kolom2 = 0 Then

Data_keypad = 2

Key = 1

Goto Tahan

End If

If Kolom3 = 0 Then

Data_keypad = 3

Key = 1

Goto Tahan

End If

If Kolom4 = 0 Then

'tombol COR

Data_keypad = Cor

Key = 1

Goto Tahan

End If

Portc = &HBF

'bf

'scan

baris 2

If Kolom1 = 0 Then

Data_keypad = 4

Key = 1

Goto Tahan

End If

```
If Kolom2 = 0 Then  
Data_keypad = 5  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom3 = 0 Then  
Data_keypad = 6  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom4 = 0 Then                                'tombol MEN  
Data_keypad = Men  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
Portc = &HDF                                'df                                'scan baris 3  
If Kolom1 = 0 Then  
Data_keypad = 7  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom2 = 0 Then  
Data_keypad = 8  
Key = 1  
Goto Tahan
```

End If

If Kolom3 = 0 Then

Data_keypad = 9

Key = 1

Goto Tahan

End If

If Kolom4 = 0 Then

'tombol up

Data_keypad = Up

Key = 1

Goto Tahan

End If

Portc = &HEF

'ef

'scan baris

4

If Kolom1 = 0 Then

Data_keypad = Cancel

Key = 1

Goto Tahan

End If

If Kolom2 = 0 Then

Data_keypad = 0

Key = 1

Goto Tahan

End If

If Kolom3 = 0 Then

Data_keypad = Enter

'TOMBOL ENT

```

Key = 1
Goto Tahan
End If

```

```

If Kolom4 = 0 Then                                'tombol down
Data_keypad = Down
Key = 1
Goto Tahan
End If

```

Tahan:

```

Do
Loop Until Kolom1 = 1
Do
Loop Until Kolom2 = 1
Do
Loop Until Kolom3 = 1
Do
Loop Until Kolom4 = 1
Return
End

```

4.2.4 Data Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran sebagaimana prosedur pengujian, didapat hasil sebagaimana Gambar 4.4:



Gambar 4.4 Pengujian Keypad

Sumber: Pengujian Keypad

4.2.5 Analisa

Berdasarkan pengujian menggunakan software keypad matrix, scan baris kolom pada keypad discan secara bergantian, mulai dari pemberian bit 0 pada baris 1 yang lain berlogik 1, dengan demikaian, jika salah satu tombol yang berada pada deretan baris 1 ditekan, maka akan mengakibatkan kolom tersebut juga berlogik 0 dan selanjutnya program mengamati kolom tersebut untuk memberikan nilai karakter sesuai baris yang discan dan kolom yang ditekan. Jika dianalisa maka saat PORTC memberikan data : 01111111b,

dimana PORTC.7 adalah baris 1,

PC.6 = baris 2

PC5 = baris 3

PC4 = baris 4

Semenantara PC3 dan selanjutnya adalah urutan kolom 1 hingga kolom 4, maka jika tombol keypad nomor 1 ditekan, akan mengakibatkan PC3 juga berlogika nol akibat short ke ground melalui PC7. dengan demikian software dapat memeriksa dan

mengetahui titik kolom yang berlogika nol tersebut dan memberikan hasil keluaran dengan nilai ASCII yang diisi sesuai urutan tombol keypad tersebut.

4.3 Pengujian Kecepatan Motor DC

4.3.1 Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui kecepatan motor dc dan tegangan dc yang dibutuhkan.

4.3.2 Langkah-langka Pengukuran

1. Set RPM pada keypad.
2. Liat hasil pada LCD
3. Ukur tegangan yang dihasilkan.

4.3.3 Hasil Pengujian Alat

Tabel 4.1 hasil pengujian alat :

No	Kecepatan (RPM)	Tegangan (Volt)
1	2000	27
2	3000	30
3	4000	40
4	7000	55
5	9000	60
6	11000	77
7	13000	81
8	15000	86

Tabel 4.2 pengujian sensor kecepatan:

No	Input Kecepatan Dari Keypad (RPM)	Ouput kecepatan(dari optocoupler)	Tegangan (Volt)
1	2000	2400	27
2	3000	3000	30
3	4000	4200	40
4	7000	7200	55
5	9000	9000	60
6	11000	11400	77
7	13000	13200	81
8	15000	15000	86

Berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned}\%Error &= \frac{|Output Opto-input kecepatan|}{input kecepatan} \times 100\% \\ &= \frac{|2400-2000|}{2000} \times 100\% \\ &= \frac{|400|}{2000} \times 100\% \\ &= 20\%\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan persen error rata-rata :

$$\begin{aligned}\%Error \text{ Rata-rata} &= \frac{jumlah \text{ keseluruha } \%}{jumlah \text{ pengujian}} \\ &= \frac{32,9\%}{8} \\ &= 4,112 \%\end{aligned}$$

Dari hasil pengujian rangkaian sensor kecepatan diatas, didapat eror rata-rata sebesar 4,112%.



Gambar 4.5 Foto Pengujian Alat

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah perencanaan dan pembuatan sistem kemudian pengujian dan analisa, penulis akan menyampaikan beberapa kesimpulan dan saran yaitu sebagai berikut :

1. Rangkaian Chopper boost konverter ini dapat menaikkan tengangan 15-80 Volt dan menghasilkan kecepatan 2000 -15000 RPM.
2. Boost konverter ini dapat dikontrol untuk menstabilkan kecepatan putaran motor dc.
3. Mikrokontroler ATMegal6 dapat mengatur output dari boost converter dengan mengubah tegangan menjadi frekuensi sebagai switching pada rangkaian boost konverter itu sendiri dengan menggunakan rangkaian DAC.

5.2 Saran

Dari mulai pembuatan sampai penyelesaian skripsi ini ada beberapa hal penulis yang ingin sampaikan untuk pengembangan alat ini. Meskipun alat ini sudah dapat bekerja masih ada hal-hal yang perlu di optimalkan, baik dari segi *hardware* maupun *software*. Beberapa saran yang penulis berikan:

1. Alat sebaiknya menggunakan range yang cukup saat pengujian dilakukan sehingga hasil dari pengukuran dapat maksimal.
2. Untuk daya yang lebih maksimum diharapkan agar kecepatan yang diinginkan tidak terlalu tinggi.
3. Penggunaan sensor yang kurang presisi diharapkan saat pengembangan perlu mencari sensor yang lebih presisi lagi.
4. Dalam pengembangan alat ini selanjutnya motor dc dapat ditambahkan beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Green, DC. 1987. *Pedoman Elektronika II*. Jakarta: Gramedia
- [2] Wardana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroller AVR seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi
- [3] <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf> diakses pada tanggal 11 juli 2012
- [4] <http://delta-electronic.com/article/wp-content/uploads/2008/09/an0034.pdf> diakses pada tanggal 18 juli 2012
- [5] [http://electronical-instrument.blogspot.com/2010/06/rangkaian – pembagi – tegangan . html](http://electronical-instrument.blogspot.com/2010/06/rangkaian-pembagi-tegangan.html) diakses pada tanggal 19 juli 2012
- [6]<http://konversi.wordpress.com/2009/01/07/topologi-konverter-dc-dc/>
- [7]<https://purnomosejati.wordpress.com/2011/08/25/cara-merancang-boost-converter/>

LAMPIRAN



INTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Jl. Karanglo Km. 2 Malang

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Tommy William Rantetoding
NIM : 08.12.215
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika S-1
Judul : **Rancang Bangun Chopper Untuk Mengontrol Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Di Laboratorium Konversi Energi Elektrik Itn Malang.**

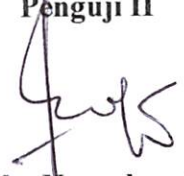
Dosen Penguji I		
1.	Penjelasan Fungsi DAC Untuk Mengatur Duty Cycle Boost Converter	✓
2.	Spesifikasi Chopper Kurang Jelas	✓
3.	Kendali Kecepatan yang Digunakan	✓

Anggota Penguji :

Penguji I


Dr. Eng. Arvanto Soetedjo, ST, MT
NIP.Y. 1030800417

Penguji II


Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP .Y. 1028700172

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



Ir. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II



Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y. 1018800190



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

Nomor Surat : ITN-202/EL-FTI/2012
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Choirul Saleh, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : TOMMY WILLIAM RANTETODING
Nim : 0812215
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2011-2012 "

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



Mengetahui
Program Studi Teknik Elektro S-1

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT

NIP. Y. 1018800189



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

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

T. 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

Nomor Surat : ITN-202/EL-FTI/2012
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. M. Abdul Hamid, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : TOMMY WILLIAM KANTETODING
Nim : 0812215
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2011-2012 "

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



Mengetahui

Pada Program Studi Teknik Elektro S-1

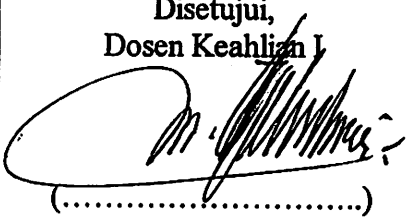
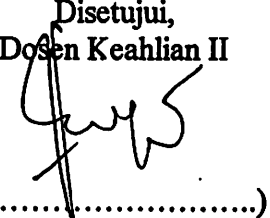
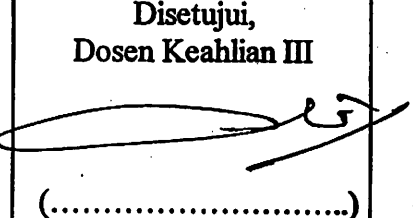
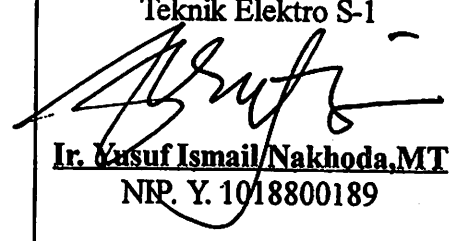
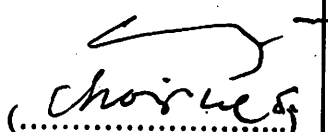
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT

NIP.Y. 1018800189



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

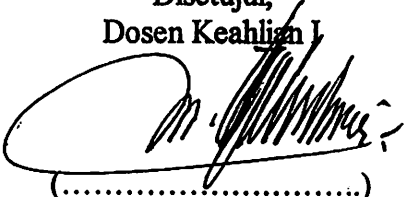
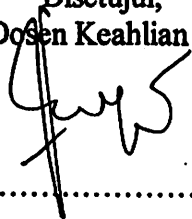
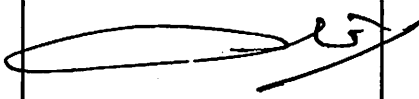
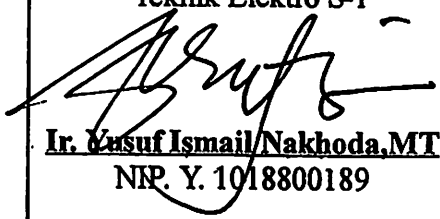
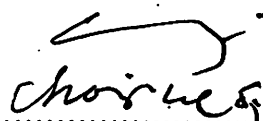
BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

1.	Nim	: 0812215		
2.	Nama	: TOMMY WILLIAM RANTETODING		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Elektronika		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	28 April 2012	09.00	III.1.1	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN CHOPPER UNTUK MENGATUR KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Catatan :			
8.	Catatan :			
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	 (.....)	 (.....)	 (.....)	
	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs			
Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1		Pembimbing I	Pembimbing II	
 Ir. Kusuf Ismail Nakhoda, MT NIP. Y. 1018800189		 (.....)	 (.....)	



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

1.	Nim	: 0812215		
2.	Nama	: TOMMY WILLIAM RANTETODING		
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Elektronika		
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat	
	28 April 2012	09.00	III.1.1	
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN CHOPPER UNTUK MENGATUR KECEPATAN MOTOR DC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG		
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Catatan :			
8.	Catatan :			
	Persetujuan judul Skripsi			
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	 (.....)	 (.....)	 (.....)	
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
 Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT NRP. Y. 1018800189	Pembimbing I	Pembimbing II		
	(.....)	 (.....)		



IRF840

N - CHANNEL 500V - 0.75Ω - 8A - TO-220 PowerMESH™ MOSFET

TYPE	V _{DSS}	R _{DS(on)}	I _D
IRF840	500 V	< 0.85 Ω	8 A

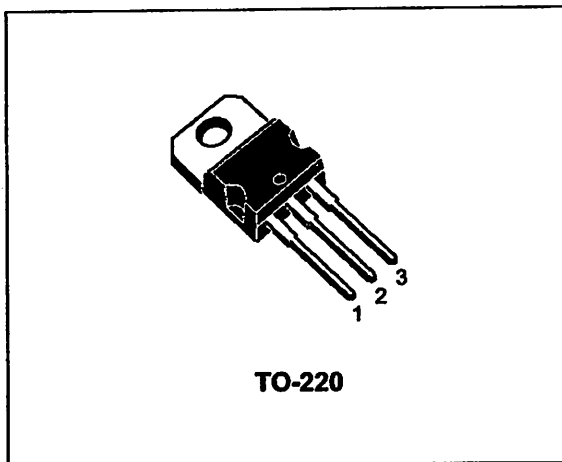
- TYPICAL R_{DS(on)} = 0.75 Ω
- EXTREMELY HIGH dv/dt CAPABILITY
- 100% AVALANCHE TESTED
- VERY LOW INTRINSIC CAPACITANCES
- GATE CHARGE MINIMIZED

DESCRIPTION

This power MOSFET is designed using the company's consolidated strip layout-based MESH OVERLAY™ process. This technology matches and improves the performances compared with standard parts from various sources.

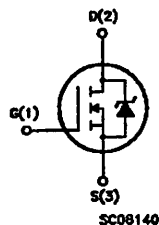
APPLICATIONS

- HIGH CURRENT, HIGH SPEED SWITCHING
- SWITCH MODE POWER SUPPLIES (SMPS)
- DC-AC CONVERTERS FOR WELDING EQUIPMENT AND UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES AND MOTOR DRIVER



TO-220

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DS}	Drain-source Voltage (V _{GS} = 0)	500	V
V _{DGR}	Drain- gate Voltage (R _{GS} = 20 kΩ)	500	V
V _{GS}	Gate-source Voltage	± 20	V
I _D	Drain Current (continuous) at T _c = 25 °C	8.0	A
I _D	Drain Current (continuous) at T _c = 100 °C	5.1	A
I _{DM} (*)	Drain Current (pulsed)	32	A
P _{tot}	Total Dissipation at T _c = 25 °C	125	W
	Derating Factor	1.0	W/°C
dv/dt(1)	Peak Diode Recovery voltage slope	3.5	V/ns
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	°C
T _J	Max. Operating Junction Temperature	150	°C

(*) Pulse width limited by safe operating area

(1) I_{SD} ≤ 8A, di/dt ≤ 100 A/μs, V_{DD} ≤ V_{(BR)DSS}, T_J ≤ T_{JMAX}

First Digit of the Datecode Being Z or K Identifies Silicon Characterized in this Datasheet

THERMAL DATA

$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.0	$^{\circ}C/W$
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	62.5	$^{\circ}C/W$
$R_{thc-sink}$	Thermal Resistance Case-sink	Typ	0.5	$^{\circ}C/W$
T_l	Maximum Lead Temperature For Soldering Purpose		300	$^{\circ}C$

AVALANCHE CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Max Value	Unit
I_{AR}	Avalanche Current, Repetitive or Not-Repetitive (pulse width limited by T_j max)	8.0	A
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy (starting $T_j = 25^{\circ}C$, $I_D = I_{AR}$, $V_{DD} = 50\text{ V}$)	520	mJ

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}C$ unless otherwise specified)

OFF

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{(BR)DSS}$	Drain-source Breakdown Voltage	$I_D = 250\text{ }\mu A$ $V_{GS} = 0$	500			V
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current ($V_{GS} = 0$)	$V_{DS} = \text{Max Rating}$ $V_{DS} = \text{Max Rating}$ $T_c = 125^{\circ}C$			1 50	μA μA
I_{GSS}	Gate-body Leakage Current ($V_{DS} = 0$)	$V_{GS} = \pm 20\text{ V}$			± 100	nA

ON (*)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{DS} = V_{GS}$ $I_D = 250\text{ }\mu A$	2	3	4	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain-source On Resistance	$V_{GS} = 10\text{ V}$ $I_D = 4.8\text{ A}$		0.75	0.85	Ω
$I_{D(on)}$	On State Drain Current	$V_{DS} > I_{D(on)} \times R_{DS(on)max}$ $V_{GS} = 10\text{ V}$	8.0			A

DYNAMIC

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$g_{fs} (*)$	Forward Transconductance	$V_{DS} > I_{D(on)} \times R_{DS(on)max}$ $I_D = 4.8\text{ A}$	4.9			S
C_{iss} C_{oss} C_{rss}	Input Capacitance Output Capacitance Reverse Transfer Capacitance	$V_{DS} = 25\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$ $V_{GS} = 0$		1300 200 18		pF pF pF



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)
SWITCHING ON

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_{d(on)}$ t_r	Turn-on Time Rise Time	$V_{DD} = 250\text{ V}$ $I_D = 4.3\text{ A}$ $R_G = 4.7\text{ }\Omega$ $V_{GS} = 10\text{ V}$ (see test circuit, figure 3)		19 11		ns ns
Q_g Q_{gs} Q_{gd}	Total Gate Charge Gate-Source Charge Gate-Drain Charge	$V_{DD} = 400\text{ V}$ $I_D = 8.0\text{ A}$ $V_{GS} = 10\text{ V}$		39 10.6 13.7	50	nC nC nC

SWITCHING OFF

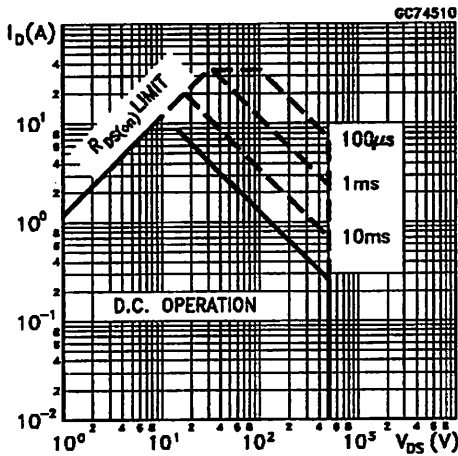
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$t_{r(off)}$ t_f t_c	Off-voltage Rise Time Fall Time Cross-over Time	$V_{DD} = 400\text{ V}$ $I_D = 8\text{ A}$ $R_G = 4.7\text{ }\Omega$ $V_{GS} = 10\text{ V}$ (see test circuit, figure 5)		11.5 11 20		ns ns ns

SOURCE DRAIN DIODE

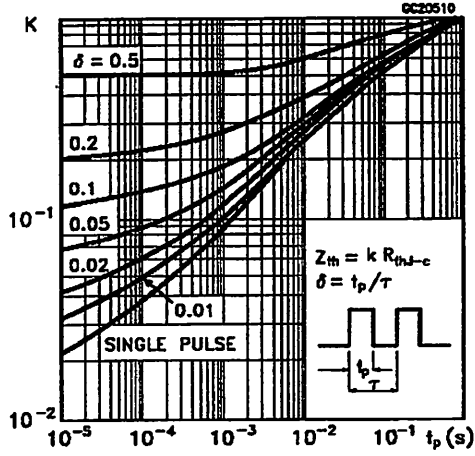
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{SD} $I_{SDM}(*)$	Source-drain Current Source-drain Current (pulsed)				8.0 32	A A
$V_{SD} (*)$	Forward On Voltage	$I_{SD} = 8.0\text{ A}$ $V_{GS} = 0$			1.6	V
t_{rr} Q_{rr} I_{RRM}	Reverse Recovery Time Reverse Recovery Charge Reverse Recovery Current	$I_{SD} = 8.0\text{ A}$ $dI/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}$ $V_{DD} = 100\text{ V}$ $T_J = 150\text{ }^\circ\text{C}$ (see test circuit, figure 5)		420 3.5 16.5		ns μC A

(*) Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %
(•) Pulse width limited by safe operating area

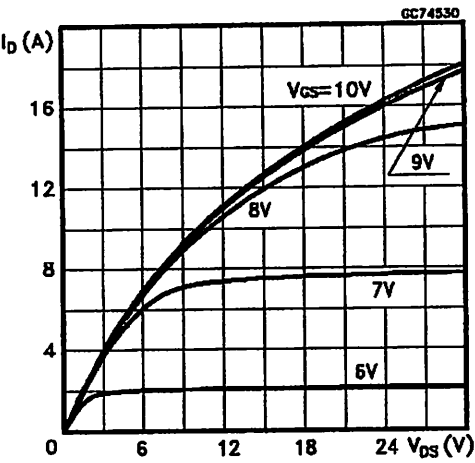
Safe Operating Area



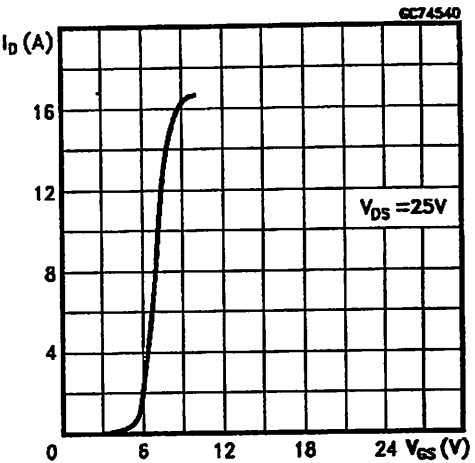
Thermal Impedance



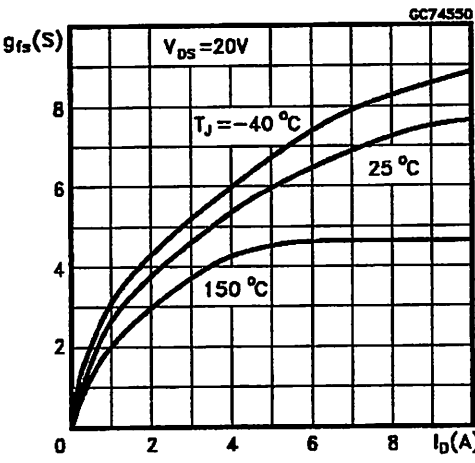
Output Characteristics



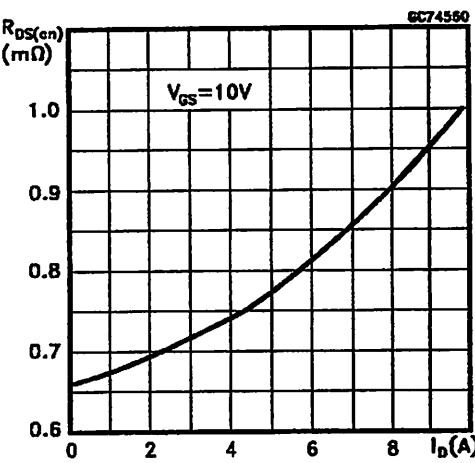
Transfer Characteristics



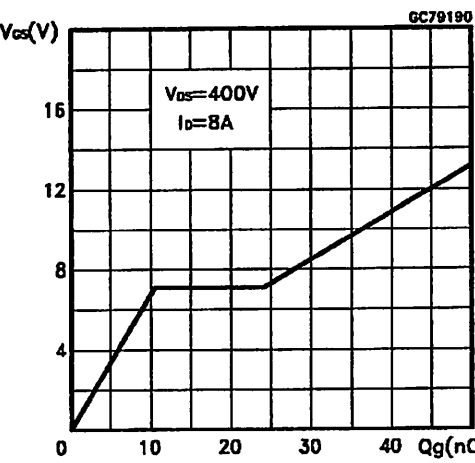
Transconductance



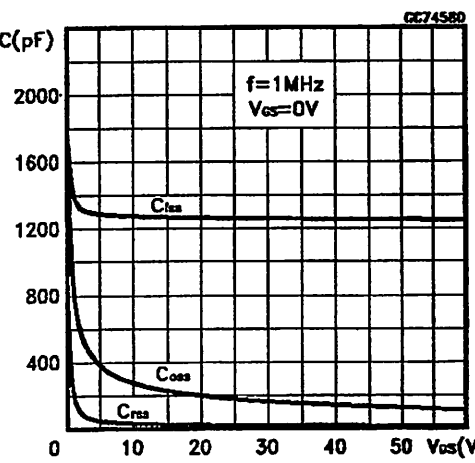
Static Drain-source On Resistance



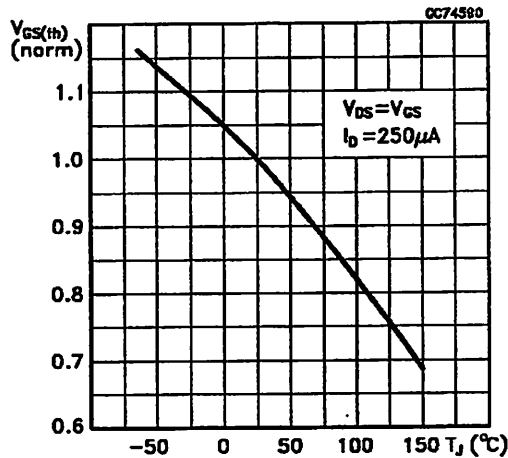
Gate Charge vs Gate-source Voltage



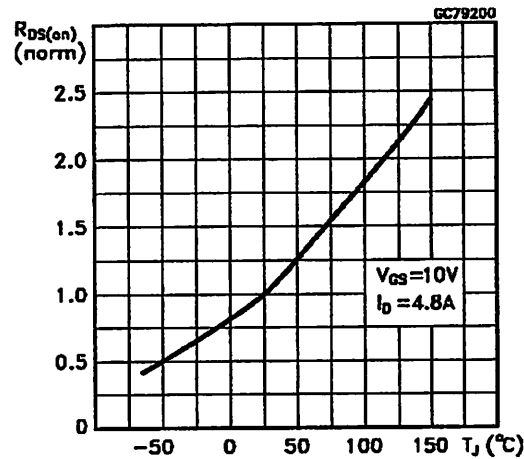
Capacitance Variations



Normalized Gate Threshold Voltage vs Temperature



Normalized On Resistance vs Temperature



Source-drain Diode Forward Characteristics

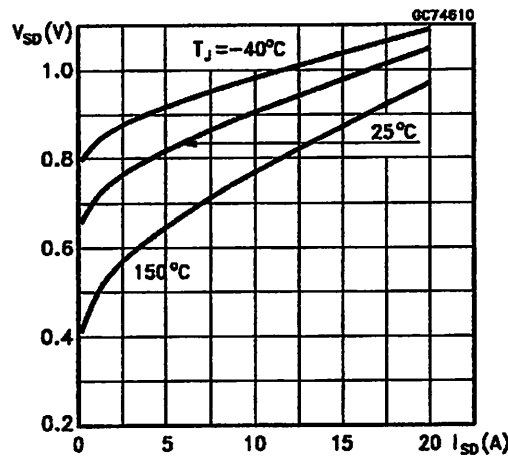


Fig. 1: Unclamped Inductive Load Test Circuit

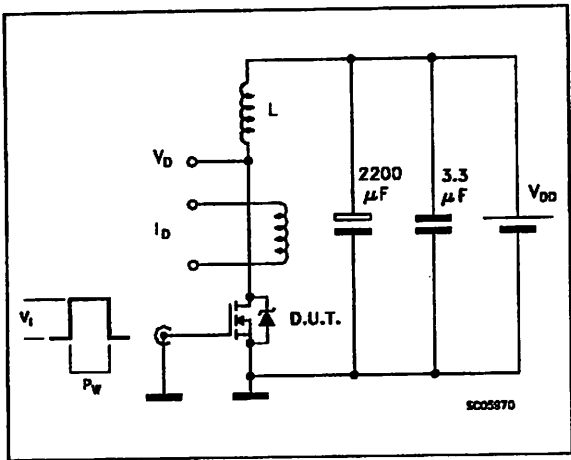


Fig. 3: Switching Times Test Circuits For Resistive Load

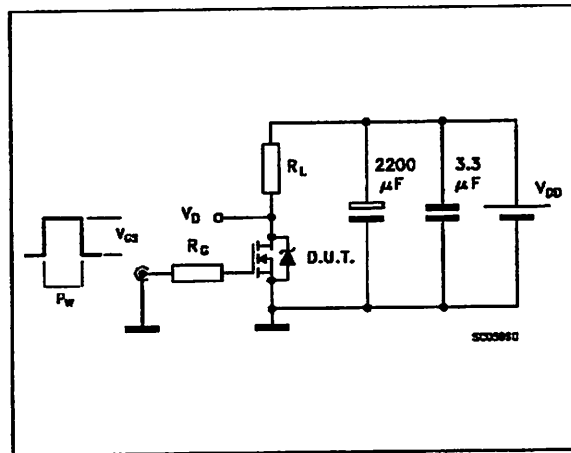


Fig. 5: Test Circuit For Inductive Load Switching And Diode Recovery Times

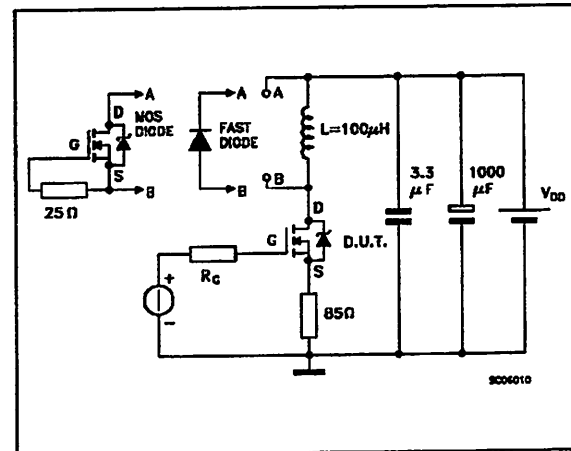


Fig. 1: Unclamped Inductive Waveform

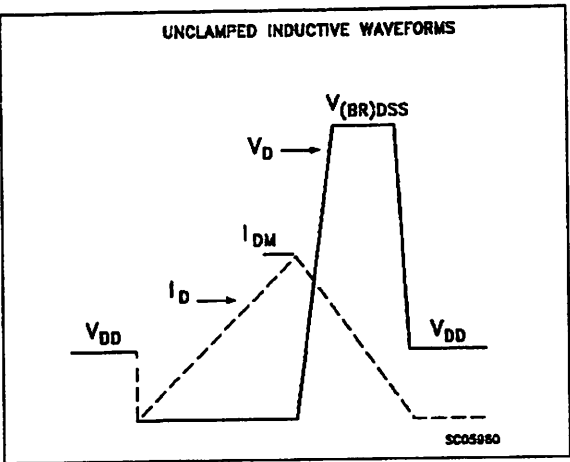
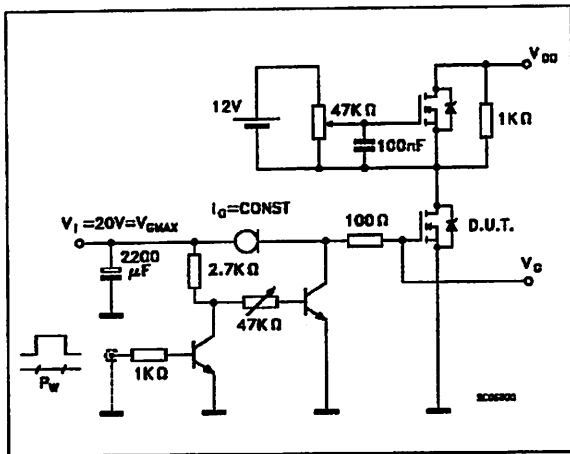
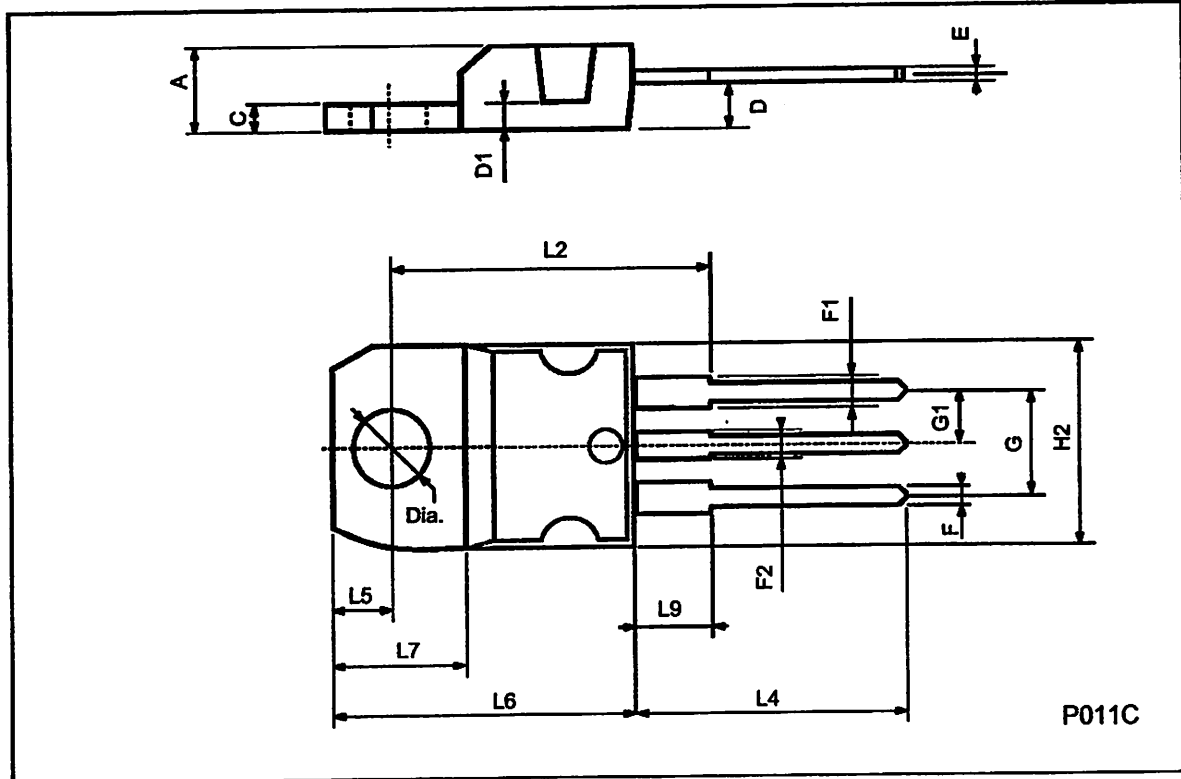


Fig. 4: Gate Charge test Circuit



TO-220 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
C	1.23		1.32	0.048		0.051
D	2.40		2.72	0.094		0.107
D1		1.27			0.050	
E	0.49		0.70	0.019		0.027
F	0.61		0.88	0.024		0.034
F1	1.14		1.70	0.044		0.067
F2	1.14		1.70	0.044		0.067
G	4.95		5.15	0.194		0.203
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H2	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16.4			0.645	
L4	13.0		14.0	0.511		0.551
L5	2.65		2.95	0.104		0.116
L6	15.25		15.75	0.600		0.620
L7	6.2		6.6	0.244		0.260
L9	3.5		3.93	0.137		0.154
DIA.	3.75		3.85	0.147		0.151



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 1998 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Mexico - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.