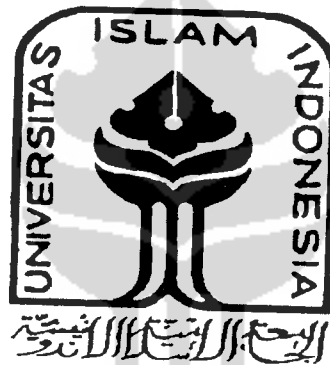


**PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI DC DENGAN
KOMUNIKASI SERIAL BERBASIS PC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana
Teknik Elektro**



Disusun Oleh :

Nama : Dias Prihatmoko

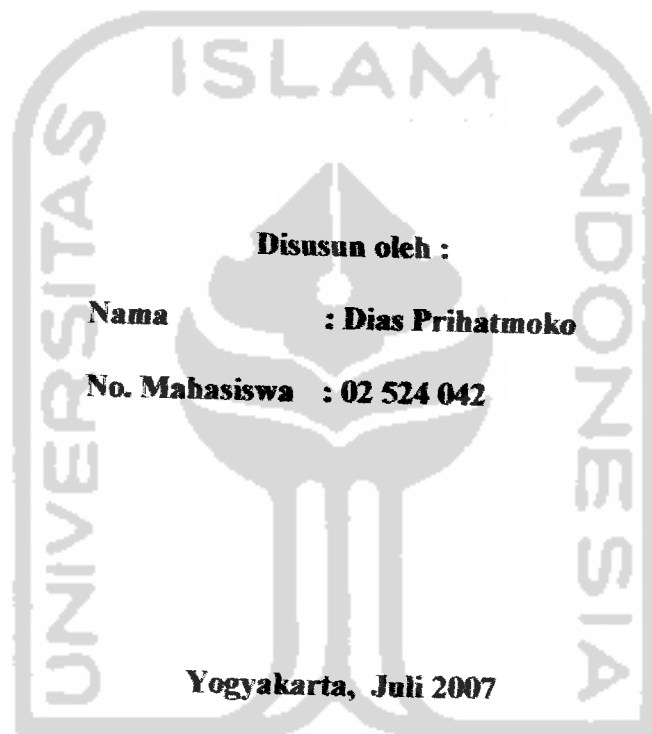
No Mahasiswa : 02 524 042



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR
PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI DC DENGAN
KOMUNIKASI SERIAL BERBASIS PC



Disusun oleh :

Nama : Dias Prihatmoko

No. Mahasiswa : 02 524 042

Dosen Pembimbing I

(Ir.Hj. Budi Astuti, MT)

Dosen Pembimbing II

(Wahyudi Budi Pramono, S.T)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
TUGAS AKHIR
PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI DC DENGAN
KOMUNIKASI SERIAL BERBASIS PC

Disusun Oleh :

Nama : Dias Prihatmoko

No. Mahasiswa : 02 524 042

Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji, Sebagai Salah Satu
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Tim Penguji

Tanda tangan

Hendra Setiawan, ST., MT.
Ketua

Wahyudi Budi Pramono, ST.
Anggota I

Dwi Ana Ratna Wati, ST.
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Eko Yuwono, ST, M.Sc

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya ini ananda persembahkan untuk :

Ayahanda Tercinta, atas bimbingan, ketauladanan, kerja keras, pengorbanan, kesabaran dan do'a ayahanda adalah motivasi dalam hidupku.

Ibunda Tersayang, wujud kasih sayangmu, kesabaran dan ketabahan serta do'a restu yang telah ibunda berikan telah mendewasakanmu.

Arum Cahyanti dan Adikku yang selalu kusayangi

Tak lupa seluruh saudaraku, dan teman-temanku

Saran dan do'a kalian motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini, thanks

Akhirnya kupersembahkan

“Demi cinta dan masa depanku “

MOTTO

*Semakin kita belajar, semakin kita menyadari begitu banyak
yang perlu kita pelajari*

*Dan Allah senantiasa menolong hambanya selama hambanya itu
menolong saudaranya*

(H.R Muslim)

Perubahan akan terus terjadi, karena zaman tidak bisa dilawan

Kepercayaan harus tetap dipertahankan

(Chairil Anwar)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan, shalawat serta salam kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan para pengikutnya sampai akhir zaman, sehingga penulisan Tugas Akhir (TA) ini dengan judul **“Pembangkit Tegangan Tinggi DC Dengan Komunikasi Serial Berbasis PC”** dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat dalam menempuh jenjang Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologii Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Selama melakukan Tugas Akhir dan dalam penyusunan laporan, tidak lepas dari hambatan, namun berkat motivasi, informasi dan konsultasi dari berbagai pihak, semua masalah dapat diatasi. Untuk itu penyusun menyampaikan rasa hormat sebagai ungkapan terima kasih kepada:

1. Bapak Tito Yuwono, ST, Msc selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologii Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Ir. Hj. Budi Astuti, MT selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Wahyudi Budi Pramono, ST selaku Dosen Pembimbing II.
4. Semua dosen Teknik Elektro UII.
5. Ayahanda Sumono dan ibunda Mursini serta Nenek tercinta atas doa dan semuanya.

6. Adikku Etik tercinta terima kasih atas pengertian serta perhatiannya.
7. Semua personel Lab mikro & kendali, serta seluruh anggota Lab Elektro UII, terima kasih atas kritik dan sarannya.
8. Teman-teman Elektro 2002, teruskan perjuanganmu.

Besar harapan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya, amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Juli 2007

Dias Prihatmoko



ABSTRAKSI

Pembangkit tegangan tinggi DC berfungsi untuk menyediakan sumber tegangan tinggi arus searah. Dijaman sekarang ini sudah banyak tegangan tinggi DC (*direct current*) yang ada dipasaran, dan sebagian besar masih menggunakan cara manual. Cara lain adalah dengan menggunakan komputer. Pembangkit tegangan tinggi DC dengan menggunakan komputer tersebut terdiri dari beberapa rangkaian elektronik, antara lain : Max 232 sebagai komunikasi serial dengan komputer, mikrokontroler, rangkaian switching, pelipat tegangan, rangkaian penyearah, rangkaian DAC (*analog to digital converter*), dan juga rangkaian pembagi tegangan, sedangkan program komputernya menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7. Semua rangkaian tersebut digabungkan menjadi satu maka akan menjadi sebuah pembangkit tegangan tinggi DC. Pembangkit tersebut menggunakan metode pengaturan tegangan yang dapat diubah-ubah mulai dari 0 Volt sampai dengan 1000 Volt. Dari penelitian yang dilakukan, peralatan sudah sesuai dengan yang diinginkan. Rata-rata selisih tegangan dalam pengukurannya adalah 0,02 % untuk selisih tegangan tertampil dengan set point dan 1,14 % untuk selisih tegangan terukur dengan set point.. Hasil dari penelitian adalah berupa alat yang dapat mengatur dan menampilkan besarnya tegangan masukan maupun tegangan keluaran sistem.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Pembangkit Tegangan Tinggi DC	5
2.2 Komunikasi Serial	6
2.3 Mikrokontroler	8
2.2.1 Mikrokontroler ATmega8	8

2.2.4 ADC Internal ATmega8	10
2.4 Penyearah AC ke DC	11
2.4.1 Penyearah Setengah Gelombang	12
2.4.2 Penyearah Gelombang Penuh	13
2.5 Switching DC ke AC	14
2.6 Pemrograman Borland Delphi	16

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler Atmega8	18
3.2 Oscilator	20
3.3 Rangkaian DAC	20
3.4 Rangkaian Switching	22
3.5 Perancangan Pelipat Tegangan dan Rectifier	23
3.6 Analog to Digital Converter (ADC)	24
3.7 Pembagi Tegangan.....	25
3.8 Perancangan Catu Daya	26
3.9 Perancangan Perangkat Lunak.....	27
2.4.1 Perancangan Perangkat Lunak Delphi	30

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengamatan dan Pengukuran Tegangan Keluaran	33
4.2 Pengamatan dan Pengukuran Tegangan Masukan Sebelum Trafo ..	36
4.3 Pengamatan Frekuensi untuk Rangkaian Switching	37

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Koneksi serial antara DTE dan DCE	7
Gambar 2.2 Konfigurasi pin IC ATmega8 [data sheet]	9
Gambar 2.3 Penyearah setengah gelombang	12
Gambar 2.4 Penyearah Gelombang Penuh	13
Gambar 2.5 Prinsip dasar <i>switching</i> AC ke DC	15
Gambar 2.6 Inverter dengan MOSFET	15
Gambar 2.7 Pulsa pemicu MOSFET dan gelombang keluaran trafo	15
Gambar 3.1 Blok Diagram Pengendali tegangan Tinggi DC	17
Gambar 3.2 Rangkaian osilator	18
Gambar 3.3 Rangkaian reset	19
Gambar 3.4 Rangkaian sistem minimum AT Mega 8	20
Gambar 3.5 Rangkaian DAC	21
Gambar 3.6 Rangkaian Switching	22
Gambar 3.7 Rangkaian Pelipat Tegangan	23
Gambar 3.8 Rangkaian Pembagi Tegangan	26
Gambar 3.9. Rangkaian catu daya	27
Gambar 3.10 Diagram alir pemrograman Delphi	28
Gambar 3.11 Diagram alir Pemrograman Mikrokontroler AT Mega8	29
Gambar 3.11 Tampilan Perangkat lunak menggunakan Delphi 7	30

Gambar 4.1 Rangkaian pengendali tegangan tinggi DC.....	33
Gambar 4.2 Grafik Set Point dan Tegangan Keluaran	35
Gambar 4.3 Gelombang Besarnya Frekuensi	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Port IC ATmega8	9
Tabel 4.1 Tegangan keluaran pada multimeter dan yang terbaca ADC	34
Tabel 4.2 Tabel antara set point, tegangan keluaran dan kesalahan	36



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sumber tegangan tinggi arus searah (*High Voltage Direct Current / HVDC*) berfungsi untuk menyediakan daya tegangan tinggi arus searah. Dijaman sekarang ini sudah banyak tegangan tinggi DC yang sudah ada dipasaran, dan sebagian besar masih menggunakan cara manual.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam pengaturan tegangan tinggi tersebut, antara lain dengan menggunakan potensiometer atau dapat juga dengan saklar-saklar, cara lain adalah dengan menggunakan komputer. Masing-masing cara memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan pengaturan dengan potensiometer adalah rangkaian elektroniknya lebih sederhana dan biaya pembuatannya tidak tinggi, sedangkan pengaturan tegangan tinggi yang menggunakan komputer memiliki rangkaian yang lebih rumit dan biaya yang tinggi.

Pengaturan tegangan tinggi dengan potensiometer yang masih dipakai saat ini stabilitas keluarannya rendah sehingga perlu dipikirkan atau disempurnakan agar diperoleh tegangan keluaran dengan stabilitas tegangan yang tinggi.

Dari permasalahan diatas maka pengaturan atau pengendalian tegangan tinggi DC dengan menggunakan komputer hasilnya lebih baik daripada secara manual dengan menggunakan potensiometer. Dipilihnya cara pengaturan

berbantuan komputer dengan pertimbangan sistem akan lebih fleksibel, misalnya diintegrasikan dengan sistem-sistem yang lain yang memiliki unjuk kerja yang lebih tinggi dan dapat dikembangkan sebagai sistem otomatis.

Pertimbangan lain adalah telah luasnya pemakaian komputer dalam berbagai bidang. Dalam hal ini sumber tegangan tinggi arus searah tegangan keluarannya dapat diubah-ubah sesuai dengan keperluannya dengan cara yang mudah sehingga tidak perlu dibuat beberapa sumber tegangan yang berbeda-beda tegangan outputnya dan juga tegangan keluaran hanya terjadi perubahan yang sangat kecil walaupun tegangan masukannya berfluktuasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut : “Bagaimana merancang dan membuat pembangkit tegangan tinggi DC, dan bagaimana menyusun perangkat lunak untuk mengatur pengendalian yang digunakan pada tegangan tinggi tersebut”.

1.3 Batasan Masalah

Karena banyaknya masalah yang dihadapi yang mencakup dalam disain ini, terbatasnya waktu, biaya, peralatan pendukung, dan lain-lain maka permasalahan dibatasi sebagai berikut :

1. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pembangkit tegangan tinggi DC mulai dari 0 Volt sampai dengan 1000 Volt baik *hardware* maupun *software*.

2. Pembuatan *software* dalam bahasa pemrograman *Borland Delphi* dilakukan agar dapat mengendalikan sistem, sehingga dapat bekerja sesuai keinginan.

1.4 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membuat suatu alat pembangkit tegangan tinggi DC mulai dari 0 Volt sampai dengan 1000 Volt berbasis PC.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam melakukan penulisan ini, maka sistematika penulisan terdiri dari lima bab yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan peralatan.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang perancangan sistem, komponen yang digunakan serta penjelasannya dan desain perangkat kerasnya.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dari pengujian alat yang dibuat dan akan dibandingkan dengan teori yang digunakan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan-kesimpulan dari peralatan yang dibuat dan saran-saran guna pengembangan di masa yang akan datang.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pembangkit Tegangan Tinggi DC

Penelitian berikutnya yang dilakukan Vincent Vollono (1992) dengan judul *High-Voltage DC Generator*. Penelitiannya masih menggunakan komponen-komponen elektronik sederhana dan belum menggunakan komputer sebagai pengendalinya. Rangkaian elektroniknya terdiri dari *power supply*, pembangkit frekuensi sebesar 12 KHz, trafo dan *voltage multiplier*. Sedangkan hasil yang diperoleh adalah maksimal tegangan masukan trafo adalah 15 Volt DC dan maksimal tegangan keluaran adalah 10.000 Volt DC.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Budayarsa. M (1997) dengan judul Rancang bangun pembangkit tegangan tinggi untuk deteksi sintilasi dengan program PC. Penelitiannya menggunakan komputer IBM kompatibel, rangkaian *interface*, DAC 0808, *Voltage Regulator*, *Oscillator*, dan pelipat tegangan. Pengukuran yang dilakukan masih dengan cara manual yaitu dengan menggunakan Multimeter. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah maksimal tegangan referensi masukan trafo adalah 12 Volt DC dan maksimal tegangan keluaran adalah 1000 Volt DC, arus yang didapat pada tegangan 800 Volt dan 1000 Volt sebesar 0,8 mA dan 0,1 mA, masing-masing menggunakan beban sebesar 1 M Ω dan 10 M Ω .

Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah dalam penggunaan perangkat lunaknya dan berbagai perangkat kerasnya menggunakan komponen-komponen yang berada dipasaran pada saat ini. Sedangkan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah maksimal tegangan masukan sebesar 7,37 Volt DC dan maksimal tegangan keluaran adalah 1000 Volt DC, masih terdapat selisih baik tegangan terukur maupun tegangan tertampil dengan set point di komputer. Hal ini diakibatkan karena dalam pembuatan perangkat lunaknya menggunakan metode kalibrasi.

Kesimpulan dari perbandingan dua penelitian diatas adalah pada saat ini penelitian yang dilakukan penulis masih terdapat selisih tegangan dalam pengukurannya tetapi stabilitas tegangannya semakin baik.

2.2 Komunikasi Serial

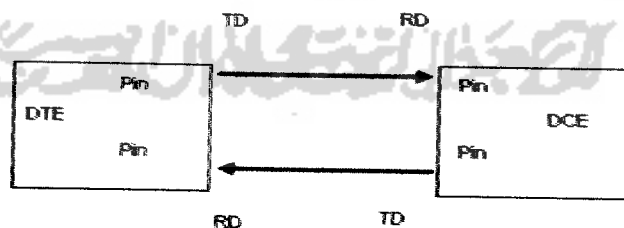
Komunikasi serial adalah *low-level protocol* untuk komunikasi antara dua atau lebih *device*. Antarmuka port serial dengan Delphi menyediakan akses langsung ke *peripheral device* seperti modem, printer, dan instrument lainnya yang dihubungkan ke port serial komputer. Antarmuka ini telah dibuktikan melalui sebuah *serial port object*. *serial port object* mempunyai fungsi dan *property* yang memungkinkan untuk:

1. Konfigurasi komunikasi port serial
2. Menggunakan *control pins* port serial
3. Untuk menulis dan membaca data

Ada beberapa antarmuka port serial telah dibuat, antara lain RS-232, RS-422, dan RS-485, semua itu didukung dengan objek port serial dengan Delphi. Pada sekarang ini, yang banyak dipakai adalah antarmuka standar yang digunakan untuk menghubungkan komputer dengan *peripheral devices* adalah RS-232.

RS-232 mempunyai dua *devices* yang dihubungkan dengan sebuah serial kabel, yaitu sebagai *Data Terminal Equipment (DTE)* dan *Data Circuit-Terminating Equipment (DCE)*. Pada terminologi ini secara otomatis RS-232 sebagai standar untuk komunikasi antara terminal Komputer dan Modem.

Berdasarkan pedoman diatas, komputer adalah sebagai DTE dimana *peripheral devices* seperti modem, dan printer merupakan DCE. Banyak instrument *scientific* bias berfungsi sebagai DTE. Karena RS-232 pada dasarnya meliputi hubungan sebuah DTE dan DCE, tugas dari pin adalah memberikan definisi seperti kabel yang digunakan secara langsung, dimana pin 1 dihubungkan dengan pin 1, pin 2 dihubungkan dengan pin 2, dan seterusnya. Sebuah koneksi serial DTE dan DCE digunakan untuk *transmit data (TD)* dan *Receiver data (RD)*.



Gambar 2.1 Koneksi serial antara DTE dan DCE

Jika menghubungkan dua DTE serial kabel langsung, kemudian pin TD untuk masing-masing *device* saling dihubungkan, dan pin RD pada masing-masing *device* dihubungkan satu sama yang lainnya.

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu sistem mikroprosesor lengkap yang terintegrasi dalam sebuah IC (*integrated circuit*) atau *single chip*. Mikroprosesor itu sendiri merupakan suatu komponen rangkaian yang terintegrasi digital dengan skala besar atau integrasi skala yang sangat besar yang berkemampuan sebagai unit pengolahan pusat (CPU = *Central Processing Unit*). Komponen – komponen yang ada pada mikrokontroler antara lain, RAM/ROM, peralatan I/O, dan osilator. Setiap mikrokontroler memiliki spesifikasi yang berbeda dalam hal kecepatan pengolahan data, kapasitas memori flash, EEPROM, komunikasi serial, ADC, dan sebagainya.

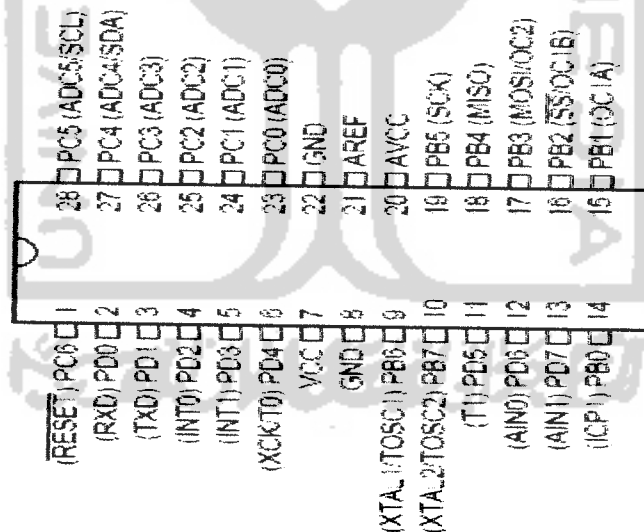
Dalam hal ini untuk menyelesaikan suatu perancangan alat dengan menggunakan mikrokontroler, seperti alat ukur atau alat pendeteksi digunakan mikrokontroler yang mampu mengolah data dengan cepat dengan *error* atau kesalahan yang kecil.

2.3.1 Mikrokontroler ATmega

Deskripsi pin ATmega8 sebagai berikut :

- a. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.

- b. **GND** merupakan pin Ground.
- c. **Port B (PB0 - PB7)** merupakan pin I/O dua arah.
- d. **Port C (PC0 - PC6)** merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- e. **Port D (PD0 - PD7)** merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus yaitu, komparator analog, komunikasi serial, dan interupsi eksternal.
- f. **RESET** merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
- g. **XTAL1 dan XTAL2** merupakan pin masukan clock eksternal terdapat pada pin PB6 dan PB7.
- h. **AVCC** merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- i. **AREF** merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.



Gambar 2.2. Konfigurasi pin IC ATmega8 [data sheet]

Tabel 2.1 Fungsi Port IC ATmega8

Port Pin	Fungsi Alternate / Pengganti
PB.3	MOSI (<i>master out slave in</i>)
PB.4	MISO (<i>master in slave out</i>)
PB.5	SCK (<i>system clock</i>)
PC.0	ADC0 (<i>analog to digital converter 0</i>)
PC.1	ADC1 (<i>analog to digital converter 1</i>)
PC.2	ADC2 (<i>analog to digital converter 2</i>)
PC.3	ADC3 (<i>analog to digital converter 3</i>)
PD.0	RXD (penerimaan data serial)
PD.1	TXD (pengiriman data serial)
PD.2	INT0 (<i>interrupt eksternal 0</i>)
PD.3	INT1 (<i>interrupt eksternal 1</i>)

2.3.2 ADC Internal ATmega8

ADC adalah sebuah rangkaian yang berfungsi mengubah sinyal analog menjadi bit-bit sinyal digital. Sinyal analog yang masuk ke ADC diubah menjadi suatu deretan bilangan biner yang mempresentasikan besarnya sinyal analog yang masuk ke ADC.

Spesifikasi dari ADC Internal ATmega8 antara lain:

- a. Resolusi: 10 bit ADC0 – ADC3 dan 8 bit ADC4 – ADC5
- b. Tegangan Catu: 4.5 – 5.5V
- c. Tegangan Input 0 - VCC
- d. Waktu konversi: 65 - 260 μ s
- e. Mode konversi *free running* dan *single conversion*
- f. Tegangan Referensi *Internal 2.56V*
- g. *Interrupt on ADC Conversion Complete*
- h. 2 kanal input dengan penguatan 10 dan 200x (*differential*)

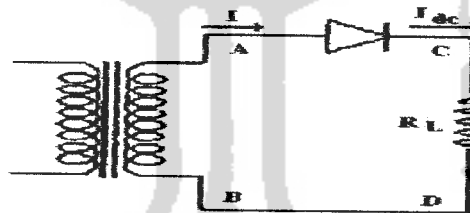
ADC ini dapat menggunakan dua mode, yaitu *single conversion* dan *free running* untuk melakukan konversi sinyal analog yang masuk ke pin input menjadi sinyal digital. Bilangan biner yang mewakili sinyal analog pada suatu harga tertentu dikenal dengan nama cuplikan (*sample*), sedangkan frekuensi untuk mencuplik tersebut laju cuplikan (*sampling rate*).

2.4 Penyearah AC ke DC

Sebagian besar rangkaian elektronika membutuhkan tegangan DC untuk dapat bekerja. Karena tegangan jala-jala adalah tegangan AC, maka yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam setiap peralatan elektronika adalah mengubah tegangan AC ke DC. Dua jenis penyearah yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh. Komponen utama penyearah adalah dioda.

2.4.1 Penyearah Setengah Gelombang

Pada setengah siklus tegangan sekunder yang positif, dioda mengalami prategangan maju untuk setiap tegangan-tegangan sesaat yang lebih besar dari pada tegangan ambang (sekitar 0,7 volt untuk dioda silikon dan 0,3 volt untuk dioda germanium). Hal ini akan menghasilkan tegangan lintas tahanan beban yang mendekati bentuk setengah gelombang. Gambar 2.3 memperlihatkan rangkaian penyearah setengah gelombang. Penyearah tersebut akan mengubah tegangan AC menjadi DC yang berdenyut. Dengan kata lain tegangan beban akan selalu nol atau positif, tergantung di setengah siklus mana tegangan beban berada, tetapi arus bebannya selalu bersifat DC



Gambar 2.3. Penyearah setengah gelombang.

V_{eff} (tegangan efektif yang terbaca pada voltmeter), V_m (tegangan puncak):

$$V_m = V_{eff} \sqrt{2} \quad (2.1)$$

Dan I_{eff} (arus efektif yang terbaca pada ampermeter), I_m (arus puncak) :

$$I_m = I_{eff} \sqrt{2} \quad (2.2)$$

Arus dan tegangan yang keluar dari dioda penyearah setengah gelombang adalah :

$$I_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{I_m}{\pi} \quad (2.3)$$

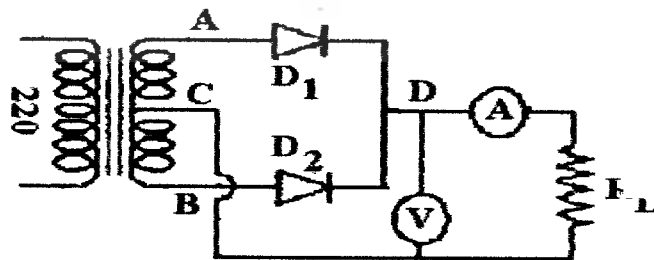
Sehingga tegangan searah keluaran dioda :

$$V_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{V_m}{\pi} \text{ atau} \quad (2.4)$$

$$V_{DC} = I_{DC} \cdot R_L = \frac{I_m}{\pi} R_L = \frac{V_m}{\pi} \quad (2.5)$$

2.4.2 Penyearah Gelombang Penuh

Gambar 2.4 memperlihatkan penyearah gelombang penuh. Selama setengah siklus tegangan sekunder yang positif, D1 mengalami prategangan maju dan D2 mengalami prategangan balik, sehingga arus mengalir melalui D1, tahanan beban, dan setengah belitan yang di atas (titik A dan C). Selama setengah siklus yang negatif, arus mengalir melalui D2, tahanan beban dan setengah belitan yang di bawah. Arus mengalir melalui tahanan beban dari arah yang sama tanpa memperhatikan dioda mana yang menghantarkan. Jadi tegangan beban berbentuk sinyal gelombang penuh yang disearahkan.



Gambar 2.4. Penyearah Gelombang Penuh.

Penyearah gelombang penuh seperti dua penyearah setengah gelombang dengan satu penyearah menangani setengah siklus pertama dan yang lainnya menangani setengah siklus kedua. Karena ada sambungan tengah pada belitan sekunder trafo, masing-masing rangkaian dioda hanya menerima setengah siklus tegangan sekunder dari trafo.

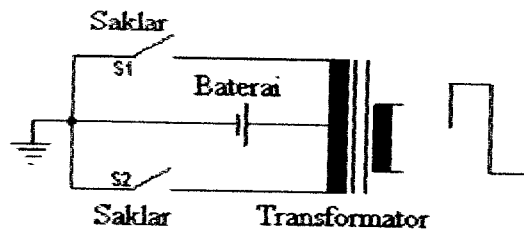
Nilai rata-rata atau nilai DC dari keluaran gelombang penuh yang disearahkan adalah dua kali keluaran setengah gelombang yang disearahkan.

$$V_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2V_m}{\pi} \quad (2.6)$$

$$I_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2I_m}{\pi} \quad (2.7)$$

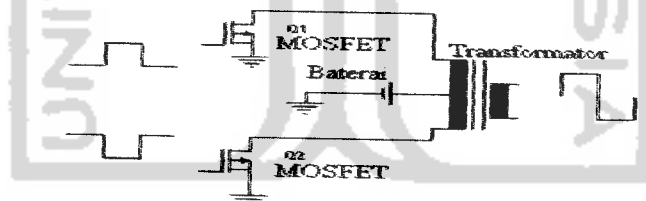
2.5 Switching DC ke AC

Switching DC ke AC adalah suatu rangkaian untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Baik yang menggunakan pensaklaran *thyristor* maupun dengan menggunakan transistor dan transformator yang digerakan atau dikemudikan oleh *oscilator* dimana tegangan masukannya adalah kecil dan bersifat DC. Transformator berfungsi sebagai pembalik polaritas serta menaikkan tegangan yang semula kecil menjadi besar dan bersifat AC. Terdapat tiga jenis keluaran dari *switching* yaitu gelombang kotak, gelombang berundak dan gelombang sinus. Ketiga jenis keluaran tersebut bersifat bolak balik.

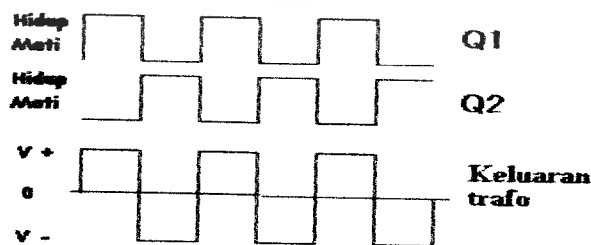


Gambar 2.5 Prinsip dasar *switching* AC ke DC

Proses pengubahan dari DC ke AC adalah dengan pensaklaran tegangan maupun arusnya dimana memakai transistor daya maupun *thyristor*. Gambar 2.5 merupakan prinsip dasar *inverter* DC ke AC yaitu dengan mensaklarkan tegangan maupun arus dari baterai secara bergantian melalui saklar 1 (S1) dan saklar 2 (S2). Perlu diketahui untuk pensaklaran yang menggunakan *thyristor* akan lebih rumit karena sifat dari *thyristor* yang sulit dimatikan walaupun tegangan pemicunya telah dihilangkan. Untuk pensaklaran dengan transistor daya tidak serumit *thyristor* karena dapat diatur waktu hidup maupun matinya dengan tegangan pemicunya.



Gambar 2.6 Inverter dengan MOSFET



Gambar 2.7 Pulsa pemicu MOSFET dan gelombang keluaran trafo

Gambar 2.6 merupakan dasar pensaklaran MOSFET yang mana Q1 dan Q2 diberi tegangan picu secara bergantian. Kondisi MOSFET akan mati dan hidup seperti sebuah saklar biasa yang mensaklarkan arus maupun tegangan dari baterai. Ini menyebabkan transformator terinduksi oleh pulsa – pulsa tersebut dan akan dihasilkan tegangan bersifat AC karena memiliki pulsa positif dan pulsa negatif seperti Gambar 2.7.

2.6 Pemrograman Borland Delphi

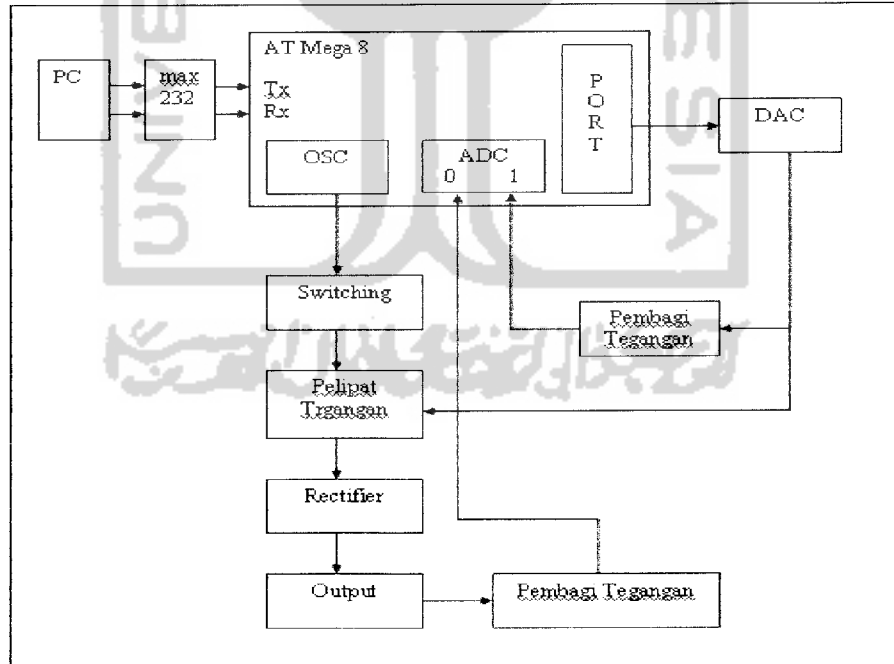
Borland Delphi merupakan suatu bahasa pemrograman yang memberikan berbagai fasilitas pembuatan aplikasi visual. Keunggulan bahasa pemrograman ini terletak pada produktifitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan kompilasi, pola desain yang menarik serta diperkuat dengan pemrograman yang terstruktur. Keunggulan lain dari Delphi adalah dapat digunakan untuk merancang program aplikasi yang memiliki tampilan seperti program aplikasi lain yang berbasis windows.

Khusus untuk pemrograman database, Borland Delphi menyediakan fasilitas objek yang kuat dan lengkap yang memudahkan programmer dalam membuat program. Format database yang dimiliki Delphi adalah format database Paradox, dBase, MS.Access, ODBC, SyBASE, Oracle dan lain-lain.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Pembangkit tegangan tinggi DC berfungsi untuk menyediakan tegangan mulai dari 0 Volt sampai dengan 1000 Volt, sumber tegangan tinggi tersebut menyediakan suatu tegangan positif atau negatif. Pada perancangan sistem didalamnya terdapat perancangan rangkaian elektronik, dan sistem pengendalian tegangan tinggi DC dengan komunikasi serial berbasis PC berdasarkan teori-teori yang dibahas pada bab sebelumnya. Untuk lebih memudahkan pemahaman cara kerja dari sistem yang akan dibuat, Gambar 3.1 memperlihatkan blok diagram dari perancangan sistem.

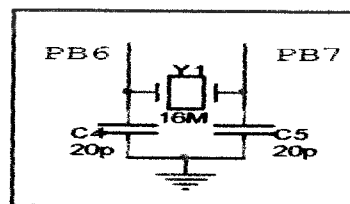


Gambar 3.1 Blok Diagram Pengendali tegangan Tinggi DC

Masukan yang berasal dari sistem pengontrol (*Personal Computer*) berupa data digital, kemudian data tersebut menuju ke mikrokontroler melalui rangkaian serial MAX232, dan akan memerintahkan mikrokontroler untuk mengeluarkan frekuensi *intern* yang ada di dalam mikrokontroler, kemudian menuju ke rangkaian switching yang berfungsi untuk mendetak menjadi bentuk gelombang AC. Sedangkan DAC yang pengaturannya melalui mikrokontroler berfungsi sebagai masukan dari pelipat tegangan, tegangannya berupa tegangan DC yang masih kecil dan kurang dari 1000 Volt. Jika keluaran dari DAC dan keluaran dari rangkaian switching disatukan maka akan berubah menjadi tegangan AC yang diperlukan oleh pelipat tegangan, setelah tegangan AC didapat maka dimasukkan kedalam rangkaian pelipat tegangan sekaligus disearahkan kembali dan pada keluaran akan dihasilkan tegangan tinggi DC yang diinginkan.

3.1 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler ATmega8

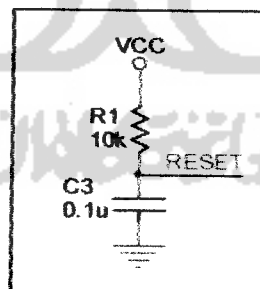
Rangkaian mikrokontroler berfungsi untuk komunikasi dengan komputer, pada rangkaian ini terdapat juga rangkaian untuk komunikasi serial yaitu dengan menggunakan IC MAX 232.



Gambar 3.2. Rangkaian osilator

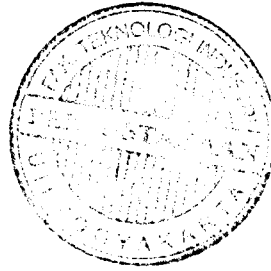
Rangkaian minimum sistem dari mikrokontroler adalah rangkaian *oscilator* dan rangkaian reset. Rangkaian *oscilator* digunakan untuk membangkitkan *clock* seperti pada Gambar 3.2.

Pada rangkaian *oscilator* ini digunakan kristal dengan frekuensi 16 MHz dengan dua buah kapasitor 20 pf. Sedangkan rangkaian reset pada Gambar 3.3 berfungsi untuk menjaga agar pin RST mikrokontroler selalu berlogika rendah saat mikrokontroler mengeksekusi program. Mikrokontroler direset pada transisi tegangan rendah ke tegangan tinggi oleh karena itu pada pin RST dipasang kapasitor yang terhubung ke ground dan resistor ke VCC yang menjaga RST bernilai 1 saat pengisian kapasitor dan bernilai 0 saat kapasitor penuh. Pada saat sumber tegangan diaktifkan kapasitor terhubung singkat sehingga arus mengalir dari VCC langsung ke pin RST sehingga reset berlogika 1, kemudian kapasitor terisi hingga tegangan pada kapasitor sama dengan VCC pada saat ini kapasitor penuh. Dengan demikian tegangan reset akan turun menjadi 0 sehingga pin RST berlogika 0.

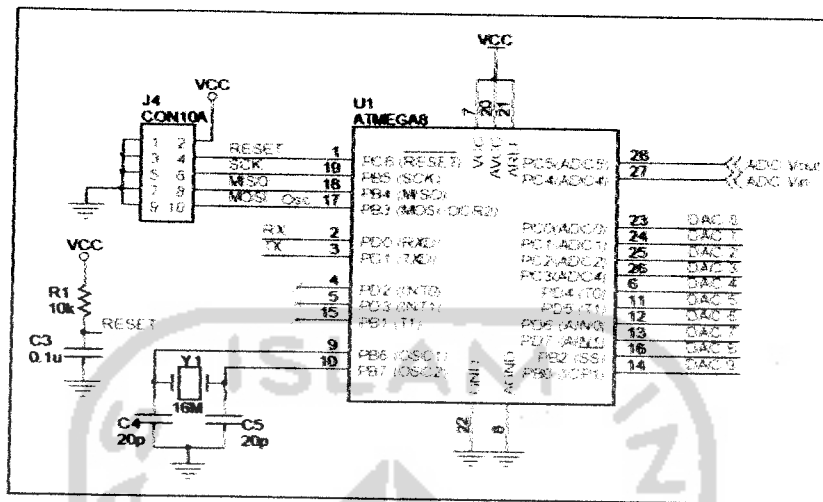


Gambar 3.3. Rangkaian reset

Nilai kapasitor pada Gambar 3.3 dipilih 0.1 uF agar pengisian muatan lebih cepat sehingga pin RST juga lebih cepat berlogika 0.



Rangkaian sistem minimum selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Rangkaian sistem minimum AT Mega 8

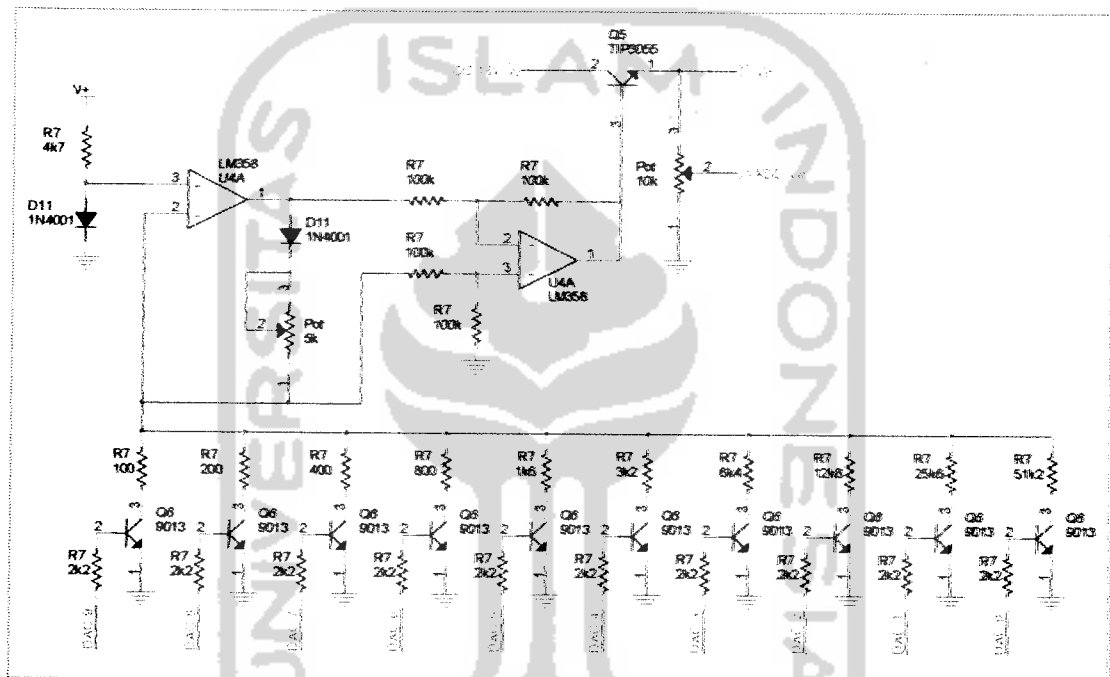
3.2 Oscilator

Oscilator berfungsi untuk menyediakan frekuensi yang dibutuhkan oleh rangkaian switching untuk mendetak sinyal frekuensi tersebut menjadi bentuk sinyal AC yang nantinya dibutuhkan oleh pelipat tegangan. *Oscilator* disini bukan dibuat dari suatu rangkaian elektronik melainkan frekuensinya langsung dikeluarkan dari mikrokontroler

3.3 Rangkaian DAC

Fungsi dari DAC ini adalah untuk mengubah data digital yang dikirim oleh mikrokontroler yang berupa data digital menjadi data analog yang berupa tegangan atau arus yang besarnya sebanding dengan harga data digital tersebut. Rangkaian

DAC ini masukannya berupa sinyal digital 10 bit dan mengubahnya menjadi sinyal analog berupa arus, untuk mengubah arus ini menjadi besaran tegangan maka dipakai Op-Amp dan sebuah resistor R_f yang berfungsi sebagai rangkaian pengubah arus ke tegangan. Gambar 3.5 adalah rangkaian DAC.



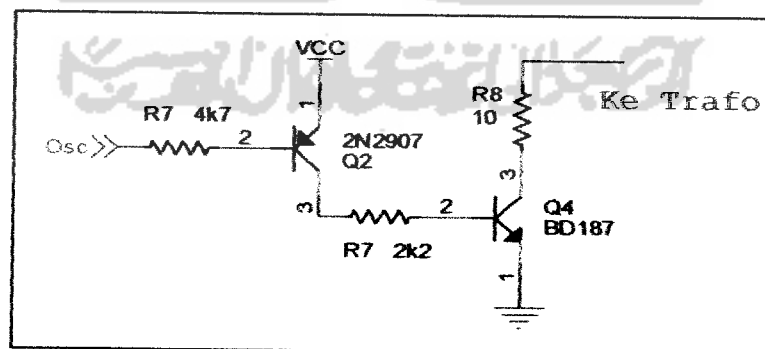
Gambar 3.5 Rangkaian DAC

Rangkaian DAC ini tinggi rendahnya tegangan keluaran diatur oleh mikrokontroler, sedangkan fungsi dari transistor adalah sebagai pensaklaran untuk menentukan besarnya arus yang akan diubah menjadi tegangan oleh rangkaian penguat operasional. Rangkaian tersebut terdiri dari pengubah tegangan ke arus dan juga rangkaian penguat diferensial.

3.4 Rangkaian Switching

Rangkaian switching berfungsi untuk mendetak sinyal frekuensi menjadi bentuk gelombang AC yang dibutuhkan oleh pelipat tegangan agar dapat dilipatkan menjadi tegangan yang diinginkan. Rangkaian switching tersebut terdiri dari transistor BD 187 dan transistor 2N2907. Rangkaian switching dapat dilihat pada gambar 3.6.

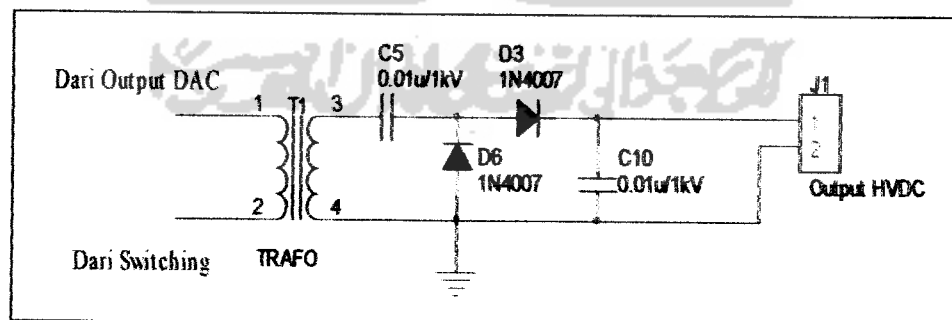
Cara kerja rangkaian switching ini adalah pada saat masukan berlogika 1 (*High*) maka transistor 2N2907 akan ON dan arus menuju transistor BD187, akibatnya transistor BD187 akan ON. Arus akan mengalir dari CT primer trafo menuju ke kolektor transistor BD187 dan selanjutnya menuju ke emitor ground. Sedangkan bila masukan berlogika 0 (*Low*) maka transistor 2N2907 akan OFF, arus tidak bisa menuju transistor BD187 dan akibatnya transistor BD187 akan OFF, karena transistor tersebut kerjanya secara bergantian (*ON dan OFF*) maka pada lilitan primer trafo akan terjadi tegangan AC sehingga tegangan tersebut dapat diinduksikan ke lilitan sekunder trafo.



Gambar 3.6 Rangkaian Switching

3.5 Perancangan Pelipat Tegangan dan Rectifier

Rangkaian pelipat tegangan berfungsi untuk meningkatkan tegangan yang masih rendah menjadi tegangan tinggi, sekaligus menyearahkan menjadi tegangan tinggi DC. Peningkatan tegangan dikenal rangkaian pelipat tegangan (*voltage multiplier*) yang terdiri dari dioda dan kapasitor yang bekerjanya berdasarkan pengisian dan pengosongan muatan kapasitor. Sedangkan cara lain untuk memperoleh peningkatan tegangan adalah memakai transformator. Akan tetapi dengan memakai transformator dibutuhkan perbandingan lilitan yang besar, sehingga ukuran trafo menjadi sangat besar dan tidak efisien. Jalan pemecahannya adalah dengan menggabungkan kedua cara diatas yaitu tegangan ditingkatkan dengan memakai transformator terlebih dahulu kemudian diperkuat dan disearahkan dengan rangkaian pelipat tegangan (*voltage multiplier*). Dengan mengkombinasikan transformator dan pelipat tegangan maka tegangan tinggi DC akan diperoleh. Rangkaian lengkap dari pelipat tegangan dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian Pelipat Tegangan

Rangkaian pada gambar 3.7 adalah rangkaian pelipat dua tegangan setengah gelombang, saat puncak setengah siklus negatif, D6 berprategangan maju dan D3 berprategangan balik. Idealnya, C5 dimuati sampai tegangan puncak V_p . Sedangkan saat puncak setengah siklus positif, D6 berprategangan balik dan D3 berprategangan maju, karena sumber dan C5 terhubung seri maka C10 akan berusaha mengisi sampai 2 V_p . Setelah beberapa siklus, tegangan melintas C10 akan sama dengan 2 V_p .

3.6 Analog to Digital Converter (ADC)

ADC yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan ADC internal mikrokontroler ATmega8, ADC internal ini lebih mudah penggunaannya dari pada ADC eksternal seperti ADC 0808 yang memerlukan rangkaian khusus. Input dari ADC ini berada pada Port C yaitu pada pin ADC5/PC5 dan ADC4/PC4 dimana inputnya adalah data dalam bentuk tegangan yang telah melewati rangkaian pengkondisi sinyal.

Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan clock, tegangan referensi, format keluaran data, dan mode pembacaan. Register yang perlu diset nilainya adalah ADMUX (ADC Multiplexer Selection Register), dan SFIOR (Special Function IO Register). ADMUX merupakan register 8 bit yang berfungsi menentukan tegangan referensi ADC, format data output, dan saluran ADC yang digunakan. Untuk mengkonversi data analog terdapat 2 mode yaitu, mode *single conversion* dan mode

free running, pada perancangan ini digunakan mode *single conversion* karena data yang diolah lebih dari satu.

Proses pembacaan hasil konversi ADC, dilakukan dengan melakukan pengecekan terhadap bit ADIF (*ADC Interrupt Flag*) pada register ADCSRA. ADIF akan bernilai satu jika konversi sebuah saluran ADC telah selesai dilakukan dan data hasil konversi siap untuk diambil, demikian sebaliknya. Data disimpan dalam 2 buah register yaitu, ADCH dan ADCL.

Dalam perancangan digunakan ADC 10 bit sehingga hasil konversi memiliki rentang 0 – 1023 yang berasal dari $2^{10} = 1024$, untuk tegangan referensi atau AREF digunakan VCC atau 5V dengan menggabungkan pin AREF dan pin AVCC dengan VCC.

3.7 Pembagi Tegangan

Rangkaian Pembagi Tegangan Berfungsi untuk membagi tegangan DC yang besar agar menjadi tegangan DC yang kecil, besar kecilnya keluaran dari pembagi tegangan ditentukan oleh besar kecilnya hambatan resistor. pada gambar 3.8 , rumus dari pembagi tegangan adalah :

$$V_{out} = (V_{in} \times \frac{R_4}{R_1 + R_2 + R_3}) \quad (3.1)$$

Keluaran dari pembangkit tegangan tinggi ini adalah 1000 Volt DC, besarnya tegangan tersebut jika diukur menggunakan ADC mikrokontroler maka tegangan harus diturunkan menjadi 5 Volt DC, dari permasalahan tersebut perlu dirancang

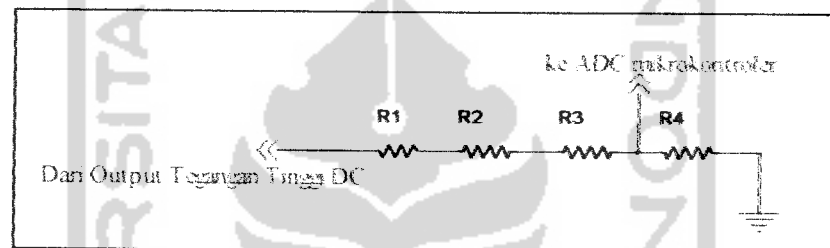
suatu penurun tegangan keluaran agar dapat diterima oleh mikrokontroler. Akhirnya dipilihlah metode pembagi tegangan 1 : 200.

Jadi jika V_{out} sebesar 1000 Volt maka keluaran dari pembagi tegangan adalah :

$$V_{out} = (1000 \text{ Volt} \times \frac{15 \text{ Kohm}}{1 \text{ Mohm} + 1 \text{ Mohm} + 1 \text{ Mohm}})$$

$$V_{out} = (1000 \text{ Volt} \times \frac{1}{200})$$

$$V_{out} = 5 \text{ Volt.}$$



Gambar 3.8 Rangkaian Pembagi Tegangan

Keterangan Komponen gambar 3.8 :

R1 = Resistor 1 M Ω 1%

R3 = Resistor 1 M Ω 1%

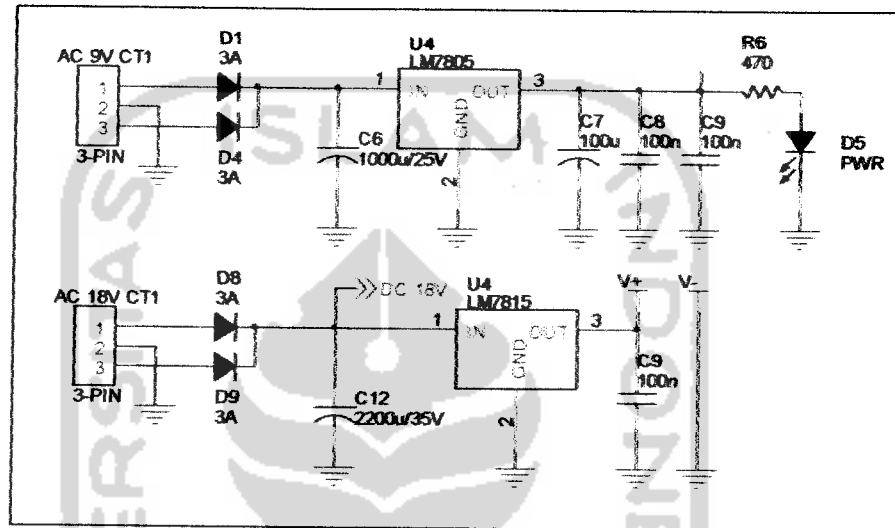
R2 = Resistor 1 M Ω 1%

R4 = Resistor 15 K Ω 1%

3.8. Perancangan Catu Daya

Perancangan rangkaian catu daya digunakan transformator CT (*Center Tap*). Tegangan yang diambil dari trafo sebesar 9V CT AC dan 18V CT AC, untuk mengubahnya menjadi DC digunakan 2 dioda 3Amp yang berfungsi menyearahkan arus, keluaran dari dioda ini belum benar – benar bersih sehingga digunakan kapasitor untuk menghilangkan derau. Keluaran dari catu daya ini harus dibuat stabil

agar rangkaian berjalan dengan normal dan tidak terjadi derau atau gangguan, digunakan regulator juga untuk menurunkan atau menaikkan tegangan sesuai kebutuhan semua rangkaian. Rangkaian catu daya selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Rangkaian catu daya

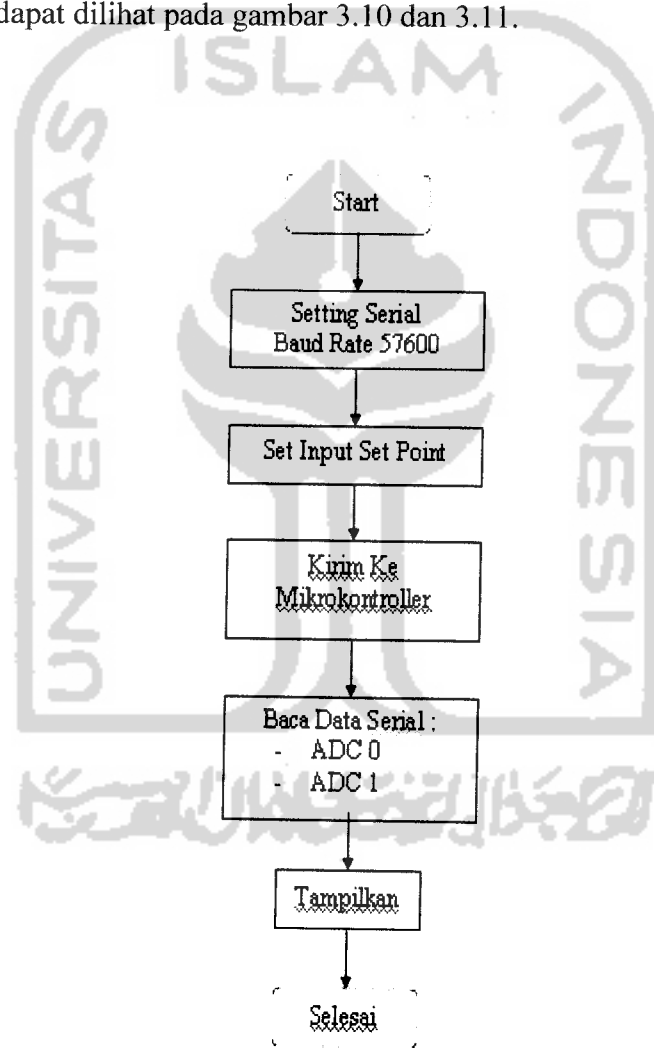
Rangkaian catu daya pada Gambar 3.9 diatas dibagi menjadi beberapa tegangan keluaran yaitu, tegangan 15V digunakan untuk mengoperasikan OpAmp LM358, tegangan 18V digunakan sebagai masukan untuk rangkaian DAC untuk tegangan referensi dan rangkaian Trafo, sedangkan tegangan 5V digunakan untuk mengoperasikan Mikrokontroller, dan rangkaian serial MAX232.

3.9. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak merupakan sekumpulan instruksi yang digunakan sebagai sistem operasi yang mengontrol perangkat keras dalam memberikan masukan dan

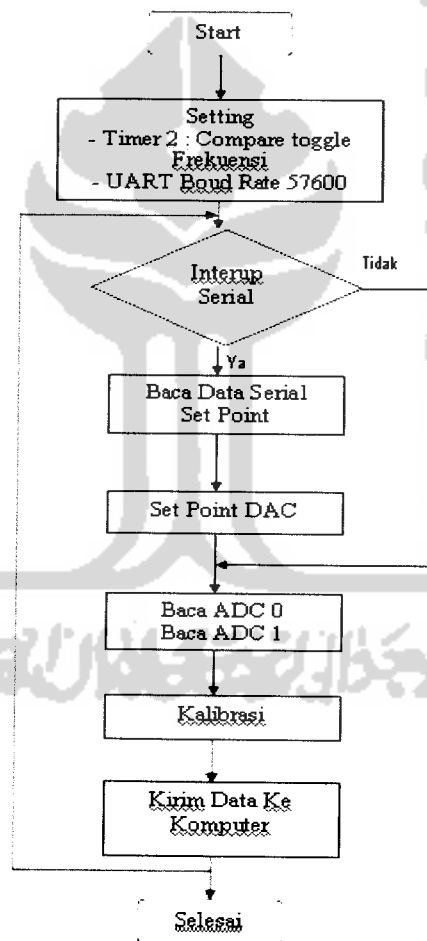
keluaran data serta pertukaran informasi. Jadi perangkat lunak direalisasikan untuk mendukung perangkat keras.

Dalam perancangan perangkat lunak ini menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7 sedangkan untuk mikrokontroler keluarga AVR dengan bahasa C menggunakan *code vision compailer*. Untuk lebih jelasnya diagram alir pemrograman dapat dilihat pada gambar 3.10 dan 3.11.



Gambar 3.10 Diagram alir pemrograman Delphi

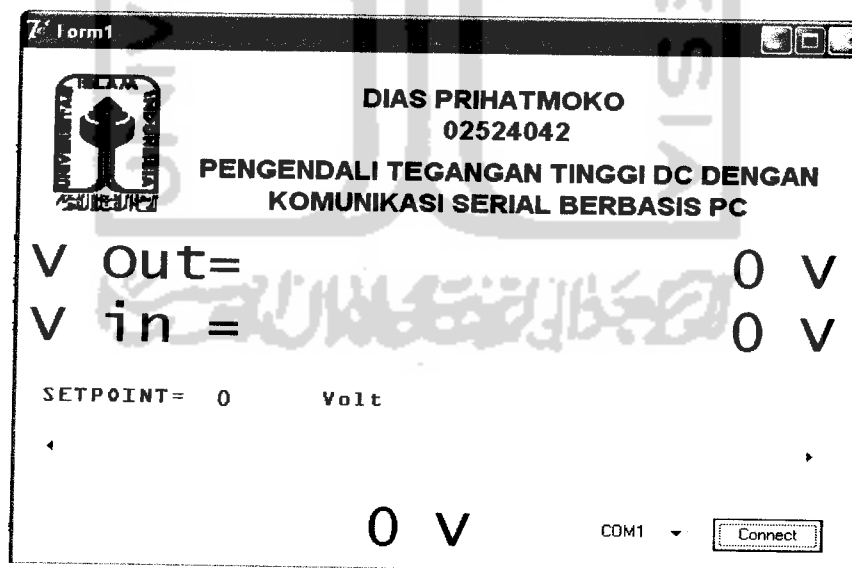
Gambar 3.10 adalah diagram alir pemrograman Delphi, ketika eksekusi program dimulai, maka delphi akan melakukan setting *boud rate* 57600 untuk komunikasi serialnya, kemudian data set point dimasukkan, data tersebut dikirim ke mikrokontroler, setelah diterima mikrokontroler maka rangkaian akan bekerja sesuai perintah, tegangan masukan dan tegangan keluaran dibaca oleh Delphi melalui ADC mikrokontroller, dan akhirnya hasil pembacaan tersebut ditampilkan di komputer.



Gambar 3.11 Diagram alir pemrograman Mikrokontroller AT Mega 8

Gambar 3.11 adalah diagram alir pemrograman mikrokontroler AT Mega 8, saat eksekusi program dimulai, mikrokontroler akan melakukan *setting* frekuensi dan *boud rate* 57600 untuk disamakan dengan *boud rate* delphi sebagai komunikasi serialnya, kemudian dilakukan interupsi serial. Jika ada interupsi serial, mikrokontroler akan membaca data set point dari delphi dan membaca tegangan melalui ADC mikrokontroler. Setelah mengkalibrasi, hasil pembacaan ADC dikirim ke komputer. Sedangkan jika tidak ada interupsi serial, maka mikrokontroler langsung membaca nilai ADC, mengkalibrasi dan mengirimkan data tersebut ke komputer.

3.9.1 Perancangan Perangkat lunak Delphi



Gambar 3.12 Tampilan Perangkat lunak menggunakan Delphi 7

Penjelasan dari gambar 3.12 adalah :

- a. Vout merupakan tampilan tegangan keluaran.
- b. Vin merupakan tampilan tegangan masukan
- c. Set point merupakan tempat untuk mengatur tegangan dengan cara memberi nilai masukannya dengan angka-angka
- d. Scrollbar merupakan tempat untuk mengatur tegangan dengan cara klik tombol kanan untuk menaikkan dan tombol kiri untuk menurunkan
- e. Combobox untuk memilih COM port pada komputer. Com port yang dipilih harus sesuai dengan com port yang digunakan dikomputer.
- f. Button Connect merupakan perintah untuk mengeksekusi program, apakah terhubung atau tidak terhubung dengan komputer.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Tugas akhir ini ditujukan untuk perancangan perangkat pembangkit tegangan tinggi DC. Pengamatan dilakukan untuk menguji hasil perancangan dan implementasi alat sehingga dapat diketahui sejauh mana alat dapat bekerja, selain itu dalam pengamatan juga akan dibahas mengenai beberapa kendala yang terjadi. Dengan mendapatkan parameter hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan rangkaian secara keseluruhan dan cara kerja alat dapat diketahui. Gambar 4.1 adalah gambar rangkaian keseluruhan dari perancangan tugas akhir ini.

Pengamatan dan pengukuran pada bab ini dilakukan pada beberapa bagian sebagai berikut:

- 1 Pengamatan dan pengukuran pada tegangan keluaran.
- 2 Pengamatan dan pengukuran pada tegangan masukan trafo.
- 3 Pengamatan frekuensi yang digunakan untuk rangkaian switching.

Bab ini juga akan dibahas tentang analisa dari hasil penelitian pembuatan pengendali tegangan tinggi DC dengan komunikasi serial berbasis PC. Seperti yang dijelaskan didepan tegangan keluaran yang diinginkan dari pembangkit tegangan tinggi ini adalah sampai dengan 1000 Volt DC. Gambar 4.1 menunjukkan rangkaian lengkap pembangkit tegangan tinggi DC dengan komunikasi serial berbasis PC.

4.1 Pengamatan dan Pengukuran Tegangan Keluaran

Pada pengamatan dan pengukuran tegangan keluaran ini menggunakan multimeter digital (tegangan terukur) sebagai perbandingan untuk dicocokkan dengan tegangan yang dibaca oleh ADC mikrokontroller (tegangan tertampil). Sedangkan untuk hasil dari pengukuran tegangan keluaran Terukur dan Tertampil dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tegangan keluaran terukur dan tertampil

No	Set Point	Vout Tertampil (Volt)	Vout Terukur (Volt)	Selisih Vout Tertampil & Set Point (%)	Selisih Vout Terukur & Setpoint (%)	Selisih Vout Terukur & Vout Tertampil (%)
1	0	0	0	0,00	0,00	0,00
2	50	50	55	0,00	10,0	10,0
3	100	100	103	0,00	3,00	3,00
4	150	150	155	0,00	3,33	3,33
5	200	200	204	0,00	2,00	2,00
6	250	250	254	0,00	1,60	1,60
7	300	300	303	0,00	1,00	1,00
8	350	350	353	0,00	0,85	0,85
9	400	401	402	0,25	0,50	0,25
10	450	450	452	0,00	0,44	0,44
11	500	500	501	0,00	0,20	0,20
12	550	550	552	0,00	0,36	0,36
13	600	600	601	0,00	0,16	0,16
14	650	650	651	0,00	0,15	0,15
15	700	700	700	0,00	0,00	0,00
16	750	750	750	0,00	0,00	0,00
17	800	800	800	0,00	0,00	0,00
18	850	851	849	0,12	0,12	0,23
19	900	900	899	0,00	0,11	0,11
20	950	950	951	0,00	0,1	0,1
21	1000	1000	1001	0,00	0,1	0,1
Rata – rata				0,02	1,14	1,13

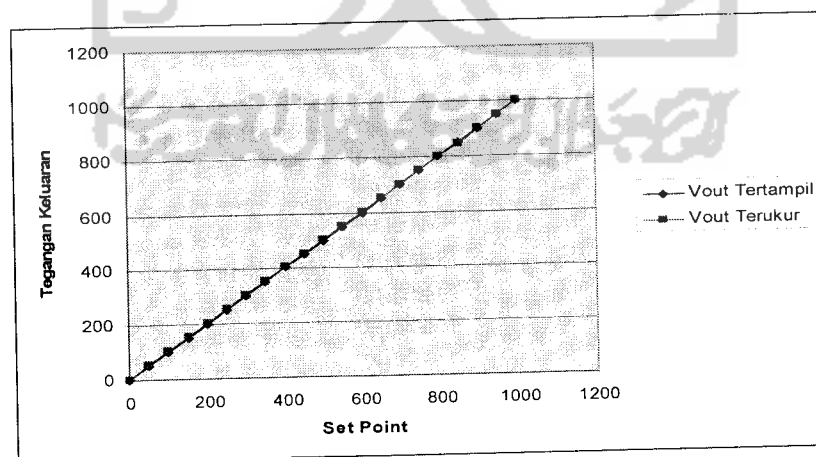
Dari data tabel 4.1 set point digunakan sebagai parameter untuk tegangan terukur dan tertampil. Terdapat selisih antara tegangan tersebut karena tegangan keluaran tertampil merupakan hasil kalibrasi dengan cara melakukan pengukuran terlebih dahulu kemudian dibuat grafiknya, dari grafik tersebut diambil persamaan garisnya, akhirnya persamaan tersebut dipakai dalam pembuatan program mikrokontroler. Sedangkan untuk besarnya selisih antara tegangan keluaran dengan set point adalah :

$$\text{Selisih} = ((V_{\text{out}} - \text{Set Point}) / \text{Set Point}) \times 100\% \quad (4.1)$$

Sedangkan untuk besarnya rata-rata selisih adalah :

$$\text{Rata-rata} = \text{Jumlah selisih} / \text{Banyaknya data} \quad (4.2)$$

Jadi setelah dihitung menggunakan persamaan 4.2 maka didapat hasil rata-rata selisih antara tegangan keluaran tertampil dengan set point adalah 0,02 % dan selisih antara tegangan keluaran terukur dengan set point adalah 1,14 %. Gambar 4.2 adalah gambar grafik hubungan antara set point dan tegangan keluaran.



Gambar 4.2 Grafik Set Point dan Tegangan Keluaran

4.2 Pengamatan dan Pengukuran Tegangan masukan trafo

Pada pengamatan dan pengukuran tegangan masukan ini menggunakan multimeter digital (tegangan terukur) sebagai perbandingan untuk dicocokkan dengan tegangan yang dibaca oleh ADC mikrokontroler (tegangan tertampil). Sedangkan untuk hasil dari pengukuran tegangan masukan tertampil dan tegangan terukur dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tegangan masukan terukur dan tertampil

No	Set Point	Vin Tertampil (Volt)	Vin Terukur (Volt)	Selisih tegangan tertampil terhadap tegangan terukur (%)
1	0	0	0	0,00
2	50	0,42	0,44	4,76
3	100	0,79	0,80	1,26
4	150	1,17	1,18	0,85
5	200	1,53	1,53	0,00
6	250	1,91	1,90	0,52
7	300	2,28	2,26	0,87
8	350	2,64	2,63	0,37
9	400	3,02	2,99	0,88
10	450	3,39	3,33	1,76
11	500	3,76	3,68	2,12
12	550	4,12	4,05	1,69
13	600	4,46	4,42	0,89
14	650	4,81	4,78	0,62
15	700	5,14	5,14	0,00
16	750	5,48	5,50	0,36
17	800	5,81	5,87	1,03
18	850	6,16	6,23	1,13
19	900	6,51	6,60	1,38
20	950	6,86	6,98	1,74
21	1000	7,23	7,37	1,93
Rata – rata				1,15

Dari data tabel 4.2 masih terdapat selisih antara tegangan tertampil dan tegangan masukan terukur hal ini dikarenakan tegangan keluaran ADC merupakan hasil kalibrasi.

Jadi setelah dihitung menggunakan persamaan 4.2 maka didapat hasil rata-rata selisih antara tegangan masukan tertampil dengan tegangan masukan terukur adalah sebesar 1,15 %.

4.3 Pengamatan Frekuensi untuk Rangkaian Switching

Pada pengamatan frekuensi ini menggunakan *osiloscope* digital. Sedangkan untuk frekuensinya di *setting* agar mengeluarkan frekuensi yang sama walaupun *set point* diubah-ubah maka frekuensi akan tetap sama besarnya. Tujuan dari dibangkitkannya frekuensi ini adalah untuk rangkaian switching yang berfungsi untuk mendetak trafo agar tegangan masukan sebelum trafo tadinya berupa tegangan DC dapat menjadi tegangan AC dan dibutuhkan oleh lilitan primer untuk menginduksikan lilitan sekunder trafo. Besarnya frekuensi yang digunakan adalah sebesar 7,937 KHz.

Frekuensi juga berpengaruh terhadap besar kecilnya tegangan keluaran, semakin besar frekuensi yang masuk ke rangkaian switching maka akan semakin besar juga tegangan keluarannya, tetapi suatu saat pada titik puncak tertentu maka tegangan keluarannya akan turun, jadi dalam hal ini pemilihan besar kecilnya frekuensi yang akan digunakan harus diperhitungkan terlebih dahulu agar sistem dapat bekerja sesuai dengan keinginan.

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan proses perancangan, pembuatan, pengamatan dan hasil uji alat yang dibuat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Dari proses perancangan, analisis dan pengujian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Selisih tegangan tertampil dengan set point rata-rata adalah 0,02 % dan selisih tegangan terukur dengan set point rata-rata adalah 1,14 %.
2. Hasil dari penelitian ini berupa alat yang dapat membangkitkan, mengatur dan menampilkan tegangan baik masukan maupun keluaran.

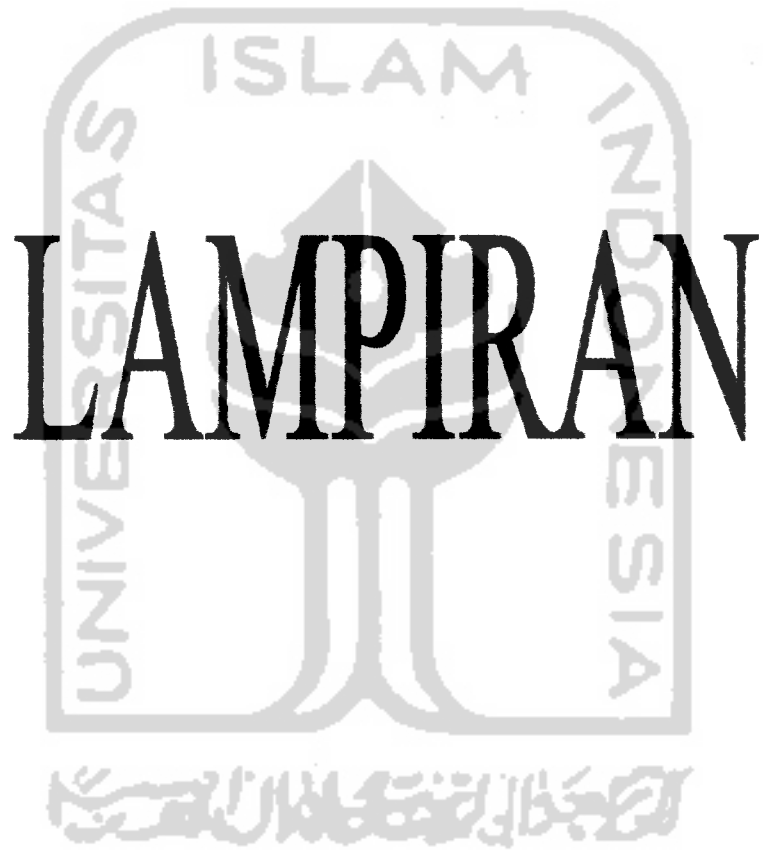
5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk menyempurnakan alat ini adalah :

1. Kedepannya diharapkan alat ini dapat dikembangkan dengan menambahkan tegangan keluarannya sampai dengan 3000 Volt agar dapat digunakan untuk menghidupkan berbagai macam detektor nuklir.
2. Pemilihan multimeter perlu dipertimbangkan dalam hal pengukurannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budayarsa, M, 1997. *Rancang bangun pembangkit tegangan tinggi untuk deteksi sintilasi dengan program PC*. Laporan praktik industri, tidak diterbitkan. Yogyakarta : FTPTK IKIP Yogyakarta.
2. Budioko, Totok, 2005. “*Belajar dengan mudah dan cepat pemrograman Bahasa C dengan SDCC Pada Mikrokontroler AT89X051/AT89C51/52*”, Gava Media, Jogjakarta.
3. Malvino, Albert paul, 2004. *Prinsip-prinsip elektronika*. Jakarta : Salemba Teknika.
4. Sumanto, 1996. *Teori transformator*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.
5. Vallono, V, 1992. *High-Voltage DC Generator, available at <http://www.uoguelph.ca/~antoon/circ/hv/hvdcgen/hvdcgen.html>*



LAMPIRAN


```

unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, CPort;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Image1: TImage;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label1: TLabel;
    Label7: TLabel;
    ComPort1: TComPort;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Panel2: TPanel;
    Button2: TButton;
    ComboBox1: TComboBox;
    Panel3: TPanel;
    Label8: TLabel;
    ScrollBar1: TScrollBar;
    Edit1: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Label11: TLabel;
    Button1: TButton;
    procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
    procedure ScrollBar1Change(Sender: TObject);
    procedure Edit1Change(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure ComboBox1Change(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;
  datas:byte;
  SP,PV,error:integer;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var
  databyte:byte;
  data_l:byte;
  data_h:byte;

begin
  comport1.Read(databyte,1);
  if databyte=1 then
  begin
    comport1.Read(data_h,1);
    comport1.Read(data_l,1);
    comport1.Read(databyte,1);
    if databyte=255 then label1.Caption:=inttostr(data_h*256+data_l)+' V';
  end
  else if databyte=2 then
  begin
    comport1.Read(data_h,1);
    comport1.Read(data_l,1);
  end;
end;

```

```

        comport1.Read(databyte,1);
        if databyte=254 then
label9.Caption:=floattostrf((data_h*256+data_l)/100, fffixed,4,2)+' v';
        end
        else if databyte=3 then
        begin
            comport1.Read(data_h,1);
            comport1.Read(data_l,1);
            comport1.Read(databyte,1);
            if databyte=253 then label11.Caption:='DAC = '+inttostr(data_h*256+data_l);
        end;
    end;

procedure TForm1.ScrollBar1Change(Sender: TObject);
begin
    edit1.Text:=inttostr(scrollbar1.Position);
end;

procedure TForm1.Edit1Change(Sender: TObject);
begin
    scrollbar1.Position:=strtoint(edit1.Text);
    if button1.Enabled then button1.Click;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    if comport1.Connected then
    begin
        scrollbar1.Position:=0;
        if button1.Enabled then button1.Click;
        comport1.Connected:=false;
        button2.Caption:='Connect';
        combobox1.Enabled:=true;
        button1.Enabled:=false;
    end
    else
    begin
        comport1.Connected:=True;
        button2.Caption:='Disonnect';
        combobox1.Enabled:=false;
        button1.Enabled:=True;
        scrollbar1.Position:=0;
    end;
end;

procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
    comport1.Port:=combobox1.Text;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    comport1.Port:='COM1';
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
    datasend:byte;
    datasps:string;
    datasp:integer;
begin
    datasps:=floattostrf(strtfloat(edit1.Text), fffixed,5,0);
    datasp:=strtoint(datasps);

    if comport1.Connected then
    begin
        datasend:=datasp div 256;    comport1.write(datasend,1);
        datasend:=datasp mod 256;    comport1.write(datasend,1);
    end;
end;

end.

```



```

/*****
Chip type           : ATmega8
Program type        : Application
Clock frequency     : 12,000000 MHz
Memory model        : Small
External SRAM size  : 0
Data Stack size     : 256
*****/

#include <mega8.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>           // Standard Input/Output functions

#define vin 4
#define vout 5

#define ADC_VREF_TYPE 0x00
// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input, unsigned int ulang)
{
    unsigned long adcdt;
    unsigned int i;
    adcdt=0;
    i=ulang;

    ADMUX=adc_input|ADC_VREF_TYPE;

    while(i)
    {
        ADCSRA|=0x40;           // Start the AD conversion
        while ((ADCSRA & 0x10)==0); // Wait for the AD
conversion to complete
        ADCSRA|=0x10;
        adcdt=adcdt+ADCW;
        i--;
    }
    adcdt=adcdt/ulang;
    i=adcdt;
    return i;
}

//-----
void init()
{
    PORTB=0;
    DDRB=0x0F;
    PORTC=0;
    DDRC=0x0F;
    PORTD=0;
    DDRD=0xFF;

    //-----
    // Timer/Counter 2 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 1500,000 khz
    // Mode: CTC top=OCR2
    // OC2 output: Toggle on compare match
    ASSR=0x00;
    TCCR2=0x1a;
    TCNT2=0x00;
    OCR2=93;

    //-----
    // USART initialization
    // Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
    // USART Receiver: On
    // USART Transmitter: On
    // USART Mode: Asynchronous
    // USART Baud rate: 57600
}

```

```

UCSRA=0x00;
UCSRB=0x98;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x0C;
//-----
// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 125,000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
ADCSRA=0x87;

//-----
void DAC(unsigned int i)
{
    PORTC=i & 0x0f;
    PORTD=i & 0xf0;
    PORTB.2=i>>8 & 1;
    PORTB.0=i>>9 & 1;
}

//-----
void main(void)
{
    unsigned int adc4,adc5;

    init();
    SP=0;
    DAC(SP);

    while (1)
    {
        if(UCSRA.7==1)
        {
            UCSRA.7=0;
            SP =UDR*256;
            SP=SP+getchar();
        }

        DAC(SP);

        if(adc4<=528)adc4=adc4*0.75;
        else if(adc4>528 && adc4<=543)adc4=adc4*0.733+8.8;
        else if(adc4>543 && adc4<=1008)adc4=adc4*0.686+34.490;
        else if(adc4>1008)adc4=adc4*4.8-4112.4;

        if(adc5<=529)adc5=adc5*0.9905;
        else if(adc5>529 && adc5<=544)adc5=adc5-5;
        else if(adc5>544 && adc5<=1004)adc5=adc5*0.9957-2.6348;
        else if(adc5>1004)adc5=adc5*1.7-709.8;

        putchar(1);
        putchar(adc5/256);
        putchar(adc5%256);
        putchar(255);

        putchar(2);
        putchar(adc4/256);
        putchar(adc4%256);
        putchar(254);
    }
}

//-----

```