

**Simulasi Pengukur Arus Berbasis  
PC (*Personal Computer*)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Disusun oleh:

Nama : SAPRIANTO

No. Mhs : 01524009

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2007**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**TUGAS AKHIR**

**SIMULASI PENGUKUR ARUS DAN TEGANGAN  
BERBASIS PC (PERSONAL COMPUTER)**



**Disusun Oleh:**

**NAMA : Saprianto**

**NIM : 01 524 009**

**Disetujui :**

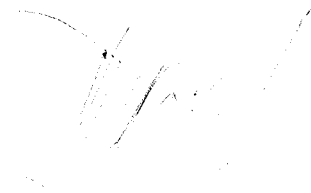
**Yogyakarta, ...../Jan./ 2007**

**Pembimbing I**



**( Ir. Budi Astuti, MT )**

**Pembimbing II**



**( Yusuf Azis Amrulloh, ST )**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**TUGAS AKHIR**

**SIMULASI PENGUKUR ARUS BERBASIS PC (*PERSONAL COMPUTER*)**

**Disusun Oleh:**

**NAMA : Saprianto**

**NIM : 01 524 009**

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

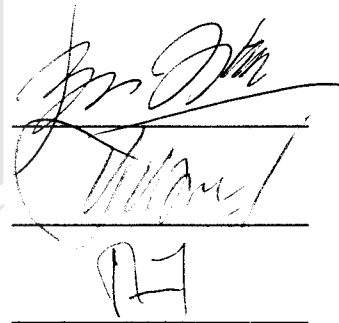
Yogyakarta, 3 juli 2007

**Tim Penguji**

Ir. Hj. Budi Astuti, MT.  
Ketua

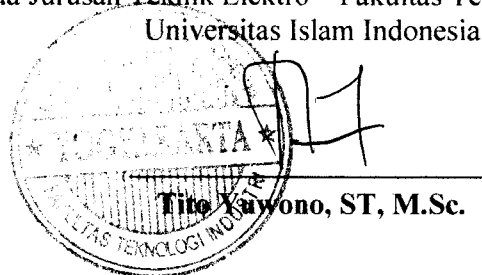
Yusuf Aziz Amrulloh, ST.  
Anggota I

Tito Yuwono, ST, M.Sc.  
Anggota II



Three handwritten signatures are present, each written over a horizontal line. The first signature is the most prominent, followed by two others below it.

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



A circular official stamp of the Faculty of Industrial Technology, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, is stamped over the signature of Tito Yuwono. The stamp contains the text "YOGYAKARTA" and "FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI". The signature "Tito Yuwono, ST, M.Sc." is written below the stamp.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan Segala Kerendahan Hati*

*Kupersembahkan*

*Karyaku ini untuk*

*Ayahanda warsito*

*dan Ibunda Siti Aminah*

*Serta*

*Adinda Yuli, Adi dan puput*

## KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur kepada sumber dari suara-suara hati yang bersifat mulia. Sumber ilmu pengetahuan, Sumber segala kebenaran, Sang Maha Cahaya, Penabur cahaya ilham, Pilar nalar kebenaran dan kebaikan yang terindah, Sang kekasih tercinta yang tak terbatas pencahayaan cinta-Nya bagi umat, Allah Subhanahu wa Ta'ala.

Shalawat serta salam teruntuk Nabi Muhammad SAW, yang telah memberikan serta menyampaikan kepada kita semua tentang Ikhsan, Rukun Iman dan Rukun Islam yang telah terbukti kebenarannya, serta makin terus terbukti kebenarannya.

Tugas Akhir dengan judul “ *SIMULASI PENGUKUR ARUS BERBASIS PC (PERSONAL COMPUTER)*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menyadari banyak ilmu dan pengalaman serta dorongan dan doa yang diberikan kepada penulis. Pada kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Kedua orangtua penulis, Ayahanda Warsito dan Bunda Siti Aminah. Terima kasih atas doa, perhatian, dukungan, kasih sayang dan cintanya sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Tito Yuwono, ST., M.Sc Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia
3. Ibu Ir. Budi Astuti, MT Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir I, atas kepercayaan, bantuan serta bimbingannya selama penulis mengerjakan tugas akhir
4. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, ST. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir II, dan Dosen Pembimbing Akademik, terima kasih atas saran, bimbingan dan nasehatnya dalam mengerjakan Tugas Akhir.
5. Segenap Dosen Teknik Elektro FTI UII yang pernah mengajar penulis selama penulis kuliah atas ilmu dan pengetahuan yang diberikan.
6. Keluarga besar Marching Band Universitas Islam Indonesia, keluarga kedua penulis yang sangat luar biasa, yang mengajarkan etika berorganisasi dan solusi memecahkan masalah dari sudut pandang yang berbeda.
7. KH. Drs. Muhadi Zainudin, Lc, Mag, sebagai pengasuh pondok pesantren Aji Mahasiswa Al-Muhsin, tempat penulis memperdalam ilmu agama. Serta seluruh ustad dan ustadzah atas ilmu spiritual yang tiada duanya. Semoga Allah mempersiapkan tempat yang mulia di surga-Nya.
8. Adek-adek ku tersayang, Yuli, Adi, Puput, kalian harus bisa lebih dari kakakmu ini.

9. Eka Tyagita Ayuningtyas Dedju, yang telah sabar mendampingi selama ini, tempat mencurahkan keluh kesah. Terimakasih atas kesabaran dan kesetiiaannya.
10. Teman-teman seperjuangan, Deny, Djati, Fienal, Rahman, Harpen dan asisten Laboratorium atas dukungannya.
11. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangannya, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar laporan ini lebih baik lagi dan dapat bermanfaat kepada penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamualikum Wr Wb

Yogyakarta, Juni 2007

Penulis

## ABSTRAK

Rangkaian-rangkaian elektronika sekarang ini sudah semakin kompleks sehingga seringkali diperlukan suatu alat yang dapat melakukan pengukuran terhadap besaran arus, tegangan, hambatan dan lain-lain. Umumnya untuk melakukan pengukuran terhadap besaran arus digunakan Amperemeter. Pengukuran arus dengan menggunakan Amperemeter kelemahannya adalah pengukuran tidak dapat menampilkan bentuk sinyal arus yang terukur. Atas dasar tersebut terpikirkan untuk membuat sebuah simulasi pengukuran arus yang dapat menampilkan bentuk sinyal sesuai dengan arus yang terukur. Perancangan ini menggunakan sensor *Effek Hall* UGN3503 sebagai sensor pengukur arus, Sensor *Effek Hall* UGN3503 dapat mengukur medan magnet yang ditimbulkan dari kawat yang teraliri arus listrik. Besarnya tegangan keluaran sensor ini setara dengan arus listrik yang mengalir pada kawat. Prinsip kerja dari simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*) ini adalah sebagai berikut : rangkaian deteksi arus digunakan untuk mengukur arus kemudian besaran arus tersebut diubah menjadi besaran digital dengan menggunakan ADC 10 bit yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535. Besaran digital keluaran dari ADC dikirim ke PC melalui port serial dan oleh PC data tersebut diubah menjadi gambar/kurva sinyal. Dari perancangan yang dilakukan simulasi pengukuran arus berbasis PC yang dirancang ini dapat menampilkan sinyal arus dan tegangan dengan error pengukuran tegangan pada beban 15 watt sebesar 11,8 %, pada beban 25 watt sebesar 4,5 % dan pada beban 60 watt errornya sebesar 2,15 %. Sedangkan error pengukuran arus pada beban 5 watt sebesar 22,9 %, pada beban 25 watt sebesar 19,4 % dan pada beban 60 watt errornya sebesar 3,75 %.



## TAKARIR

### **Akumulator**

Register mikrokontroler yang digunakan untuk menyimpan dan melakukan semua proses aritmatika

### **Asinkron**

Jenis komunikasi serial yang diawali dengan start bit dan diakhiri dengan stop bit

### **Assembler**

Bahasa pemrograman mikrokontroler

### **Atmel**

Sebuah perusahaan pembuat *flash memory* beraristektur MCS51 dan AVR

### **AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*)**

Jenis mikrokontroler produksi ATMEL yang berarsitektur RISC

### **Bit**

Bit adalah ukuran terkecil data digital. Bit biasanya hanyalah merupakan pilihan antara 0 dan 1. Dimana 0 biasanya berarti 'Off' dan 1 berarti 'On'

### **Baudrate**

Kecepatan data serial dengan satuan bps (*bit per second*)

### **Bps**

Kecepatan data dalam *bit per second*

### **Byte**

*Byte* adalah merupakan kumpulan beberapa bit (1 *Byte* = 8 bit)

### **Chip**

Sebuah kepingan IC (*Integrated Circuit*)

### **Clock**

Sinyal kotak untuk menentukan kecepatan kerja dari perangkat digital

### **Compiler**

*Software* untuk merubah ekstensi *file* tertentu kedalam ekstensi *file* yang lainnya

### **Cycle**

Kecepatan siklus mesin program

**Delay**

Waktu tunda

**Digital**

Data dalam bentuk angka 0 dan 1

**Downloader**

Perangkat yang digunakan untuk mengisi program dari komputer ke mikrokontroler

**Emulator**

*Software* untuk simulator perangkat keras

**Frekuensi**

Frekuensi adalah jumlah pulsa/getaran dalam waktu 1 detik dengan rumus  $f = 1/T$ , dimana T adalah periode

**Ground**

Titik referensi tegangan biasanya untuk menentukan 0 V

**Hardware**

Perangkat keras, berupa rangkaian elektronika

**Hexadesimal**

Jenis bilangan enambelasan yang terdiri dari bilangan 0-9 dan A-F

**IC (*Integrated Circuit*)**

Sebuah alat yang didalamnya terdapat rangkaian elektronis dengan fungsi tertentu

**Interupsi**

Sela atau pemberhentian sesuatu untuk sementara waktu

**MHz (*Mega Hertz*)**

Jutaan gerak tiap detik

**Mikrokontroler**

Sebuah alat atau IC kecil yang dapat digunakan untuk mengendalikan sebuah system

**Osilator**

Osilator adalah pembangkit sinyal *clock*

**Periode**

Periode adalah waktu untuk 1 gelombang penuh atau waktu 1 pulsa  
rumusnya  $T = 1/f$ , dimana  $f$  adalah frekuensi

**Prosesor**

Prosesor adalah suatu piranti digital yang berfungsi untuk memproses data

**Port**

Sebuah jalur atau pintu yang dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran

**RAM (*Random Access Memory*)**

Memori yang dapat diolah secara acak, biasanya digunakan sebagai penyimpanan data untuk sementara waktu

**Register**

Sebuah kumpulan data digital dalam mikrokontroler, dapat digunakan untuk mengatur atau melihat keadaan mikrokontroler

**RST (Reset)**

Keadaan awal dari sistem

**ROM (*Read Only Memory*)**

Memori yang hanya dapat dibaca, biasanya digunakan untuk menyimpan data program yang akan dijalankan pada mikrokontroler

**Sinkron**

Komunikasi serial yang memerlukan sinyal clock saat pengiriman atau penerimaan data

**Software**

Perangkat lunak, berupa pemrograman komputer

**SPI (*Serial Peripheral Interface*)**

Antar muka untuk pemrograman serial

**Timer/Counter**

Aplikasi mikrokontroler untuk pewaktu dan pengitung yang dibedakan dari pemberian input *clock*

**USART (*Universal Synchronous And Asynchronous Receiver/Transmitter*)**

Jenis komunikasi serial sinkron dan asinkron pada mikrokontroler AVR

**VCC**

Tegangan referensi positif (+)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>TAKARIR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Metode Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	5
2.1. Mikrokontroler ATMega8535.....	5
2.1.1. Konfigurasi Pin ATMega8535.....	5

2.1.2. Instruksi Mikrokontroler ATmega8535 .....	6
2.1.3. USART ( <i>Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter</i> ).....	8
2.1.4. ADC (Analog to Digital Converter) .....	9
2.2. Sensor <i>Effect Hall</i> .....	12
2.3. Komunikasi RS232 .....	15
2.4. Penguat Oprasional ( <i>Operational Amplifier</i> ).....	16
2.4.1. Op-Amp sebagai penguat <i>inverting</i> .....	17
2.4.2. Op-Amp sebagai penguat <i>non inverting</i> .....	18
2.4.3. Op-Amp sebagai penjumlah ( <i>Adder</i> ).....	19
2.4.4. Rangkaian Integrator.....	20
2.4.5. Rangkaian Differensiator .....	21
2.4.6. Rangkaian Komparator .....	21
2.4.7. Rangkaian Schmitt Trigger.....	22
2.5. Perangkat lunak Borland Delphi .....	23
2.5.1. <i>Form</i> .....	23
2.5.2. <i>Unit</i> .....	24
2.5.3. Komponen.....	24
2.5.4. <i>Object Inspector</i> .....	26
2.5.5. Komponen serial Delphi .....	27
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM</b> .....	29
3.1. Diagram Blok Sistem .....	29
3.2. Perancangan Perangkat Keras .....	29

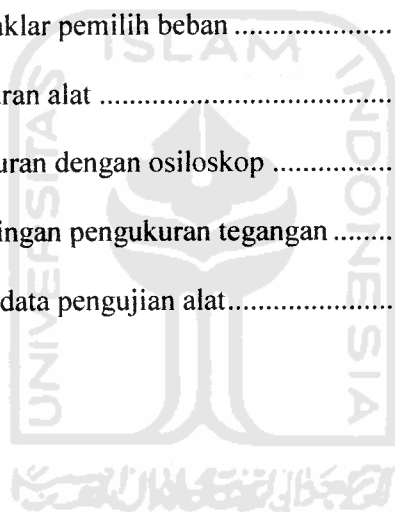
3.2.1. Rangkaian Sensor <i>Effek Hall</i> .....	30
3.2.2. Rangkaian Op-Amp .....	30
3.2.3. Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535 .....	32
3.2.4. Rangkaian RS232.....	34
3.3. Perancangan Perangkat Lunak .....	35
3.3.1. Diagram Alir Program Assembler .....	35
3.3.2. Diagram Alir Program Delphi .....	37
3.3.3. Inisialisasi Port Serial pada Delphi 7 .....	37
3.3.4. Inisialisasi komunikasi serial pada ATmega8535 .....	39
3.3.5. Membaca data pada ADC 10bit .....	40
3.3.6. Program assembler Mengirim dan menerima data serial (USART) .....	41
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....	43
4.1. Konversi Tegangan Ke Data Digital .....	43
4.2. Analisa Pengukuran Arus dan Tegangan .....	44
4.3. Unjuk Kerja Alat .....	46
4.4. Analisa Hasil Pengujian .....	49
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	53
5.1. Kesimpulan .....	53
5.2. Saran .....	53

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persamaan <i>Boud Rate</i> .....	8
Tabel 2.2. Pilihan Tegangan Referensi .....	10
Tabel 2.3. Pilihan Chanel Analog dan Gain.....	10
Tabel 2.4. Pilihan Prescaler ADC .....	11
Tabel 2.5. Tabel Variasi bentuk gelombang rangkaian integrator .....	20
Tabel 2.6. Tabel Variasi bentuk gelombang rangkaian differensiator .....	31
Tabel 4.1. Kombinasi Saklar pemilih beban .....	45
Tabel 4.2. Data pengukuran alat .....	46
Tabel 4.3. Hasil pengukuran dengan osiloskop .....	48
Tabel 4.4. Data perbandingan pengukuran tegangan .....	49
Tabel 4.5. Pengambilan data pengujian alat.....	50

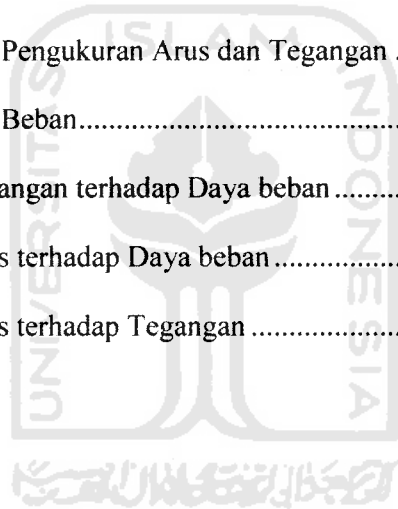


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tampilan Pin ATmega8535 .....	5
Gambar 2.2. Tampilan bit Register ADMUX .....	9
Gambar 2.3. Tampilan bit Register ADCSRA .....	11
Gambar 2.4. Unjuk Kerja Sensor <i>Effect Hall</i> .....	12
Gambar 2.5. <i>Pinout Sensor Effect Hall UGN3503U</i> .....	14
Gambar 2.6. Blok Diagram Rangkaian Internal UGN3503U .....	15
Gambar 2.7. Rangkaian koneksi RS232 dengan mikrokontroler .....	16
Gambar 2.8. Simbol Penguat Operasional ( <i>Op-Amp</i> ) .....	16
Gambar 2.9. Rangkaian Penguat <i>Inverting</i> .....	18
Gambar 2.10. Rangkaian Penguat <i>non-inverting</i> .....	18
Gambar 2.11. Rangkaian Penjumlahan .....	19
Gambar 2.12. Rangkaian Integrator .....	20
Gambar 2.13. Rangkaian Differensiator .....	21
Gambar 2.14. Rangkaian komparator .....	22
Gambar 2.15. Rangkaian Schmitt Trigger .....	22
Gambar 2.16. <i>Component palette standard</i> dari delphi .....	25
Gambar 2.17. <i>Object inspector</i> .....	27
Gambar 2.18. Tampilan <i>comport</i> setup dialog .....	28
Gambar 3.1. Diagram blok simulasi pengukur arus dan tegangan berbasis PC .....	29
Gambar 3.2. Rangkaian Sensor <i>Effek Hall</i> .....	30
Gambar 3.3. Rangkaian Op-Amp Pengkondisi sinyal .....	31



Gambar 3.4. Rangkaian mikrokontroler ATmega8535 .....	32
Gambar 3.5. Rangkaian Osilator .....	33
Gambar 3.6. Rangkaian Reset .....	33
Gambar 3.7. Rangkaian RS232 .....	34
Gambar 3.8. Diagram Alir Program Utama .....	35
Gambar 3.9. Diagram Alir Program Interupsi .....	36
Gambar 3.10. Diagram Alir Program Delphi .....	37
Gambar 3.11. Tampilan komponen ComPort .....	38
Gambar 3.12. Tampilan <i>comport</i> setup dialog .....	39
Gambar 4.1. Rangkaian Pengukuran Arus dan Tegangan .....	44
Gambar 4.2. Rangkaian Beban .....	45
Gambar 4.3. Grafik Tegangan terhadap Daya beban .....	51
Gambar 4.4. Grafik Arus terhadap Daya beban .....	51
Gambar 4.5. Grafik Arus terhadap Tegangan .....	52



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Rangkaian-rangkaian elektronika sekarang ini sudah semakin kompleks sehingga seringkali diperlukan suatu alat yang dapat melakukan pengukuran terhadap besaran-besaran seperti arus, tegangan, hambatan dan lain-lain. Pada umumnya untuk melakukan pengukuran terhadap besaran-besaran tersebut digunakan beberapa alat ukur seperti Amperemeter, Voltmeter, Ohmmeter atau Osiloskop. Pengukuran arus dengan menggunakan Amperemeter kelemahannya adalah pengukuran tidak dapat menampilkan bentuk sinyal arus yang terukur sedangkan jika menggunakan osiloskop tidak dapat mengukur bentuk sinyal arus karena osiloskop hanya bisa mengukur bentuk sinyal tegangan saja.

Atas dasar tersebut terpikirkan untuk membuat sebuah simulasi pengukuran arus yang dapat menampilkan bentuk sinyal sesuai dengan arus dan tegangan yang terukur. Perancangan ini memanfaatkan aplikasi dari Sensor *Effek Hall* UGN3503 dimana sensor ini dapat mengukur medan magnet yang ditimbulkan dari kawat yang teraliri arus listrik. Besarnya tegangan keluaran sensor ini setara dengan medan magnet magnet yang dideteksi dan arus yang mengalir pada kawat. Perancangan ini juga memanfaatkan beberapa fasilitas yang dimiliki oleh komputer dan mikrokontroler seperti fasilitas pemrograman berbasis

objek dengan bahasa pemrograman Delphi dan fasilitas ADC 10 bit yang dimiliki mikrokontroler ATMega8535.

### 1.2. Perumusan Masalah

Dengan latar belakang seperti yang disebutkan diatas maka dapat ditarik sebuah rumusan masalah yaitu : Bagaimana membuat rancangan simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*).

### 1.3. Batasan Masalah

Simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*) ini memiliki batasan-batasan pembahasan sebagai berikut :

1. Simulasi ini hanya dapat menampilkan bentuk sinyal sesuai dengan arus yang terukur.
2. Sistem pengendali yang digunakan adalah mikrokontroler ATMega8535 dan PC (*Personal Computer*).

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada perancangan simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*) ini adalah membuat alat yang dapat mensimulasikan bentuk sinyal berdasarkan arus yang terukur.

### 1.5. Metode Penelitian

Untuk mencapai hasil yang baik dalam perancangan simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*), maka perlu dilakukan beberapa metodologi penelitian sebagai berikut:

#### 1. Studi pustaka

Studi pustaka digunakan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan perancangan alat seperti teori tentang pemrograman mikrokontroler ATmega8535, pemrograman Delphi 7.0, perancangan sensor arus UGN3530 dan teori-teori pendukung lainnya.

#### 2. Perancangan sistem

Perancangan sistem merupakan perancangan alat yang menjadi obyek penelitian. Perancangan sistem meliputi perancangan *hardware* dan *software*.

#### 3. Pengujian alat

Pengujian alat dilakukan dengan cara menjalankan alat dan memastikan apakah alat sudah berfungsi sesuai dengan perancangan.

#### 4. Implementasi alat

Implementasi alat dilakukan dengan cara mengaplikasikan alat yang dirancang untuk melakukan pengukuran arus dan tegangan serta menampilkan grafik arus dan tegangan.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir dengan judul “ **Simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*)** ” adalah sebagai berikut :

**BAB I            PENDAHULUAN**

Bab ini akan menguraikan latar belakang dan alasan pemilihan judul, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi dan sistem penulisan.

**BAB II            LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi teori dan rumusan yang merupakan acuan perancangan dalam pembuatan rangkaian yang meliputi penjelasan tentang gambaran alat, karakteristik dan kegunaan komponen-komponen pendukung.

**BAB III           PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini berisi mengenai perancangan perangkat keras dan perangkat lunak keseluruhan sistem.

**BAB IV           ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan proses pengujian, pengukuran alat dan analisa dari alat yang dibuat.

**BAB V            PENUTUP**

Bab ini merupakan akhir penyusunan laporan tugas akhir, yang berisi tentang kesimpulan dari hasil pengamatan dan saran-saran dari penyusun guna perbaikan dan pengembangan alat ini.

## BAB II

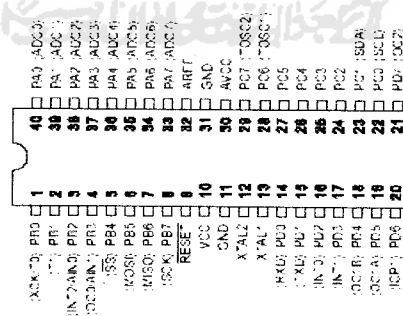
### DASAR TEORI

#### 2.1. Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 ini merupakan mikrokontroler 8 bit keluarga AVR yang memiliki beberapa fasilitas seperti : memiliki kapasitas *flash* memori sebesar 8 Kbytes, 512 byte memori SRAM dan 512 byte memori EEPROM, 2 buah timer/counter 8 bit dan 1 buah timer/counter 16 bit, 4 buah channel PWM, ADC 10 bit 8 channel dan Analog Comparator, 32 bit programmable I/O, 4 bit *serial peripheral interface* (SPI) dan Programmable serial (USART).

##### 2.1.1. Konfigurasi Pin ATmega8535

Gambar 2.1 berikut ini menunjukkan tampilan pin-pin mikrokontroler ATmega8535



Gambar 2. 1. Tampilan Pin ATmega8535

Dari tampilan pin seperti diatas dapat dijelaskan sebagai berikut.

- a. VCC : Digunakan untuk masukan tegangan (power suplai) sebesar 5 volt.
- b. AVCC : Digunakan untuk masukan tegangan ADC.

- c. AREF : Merupakan masukan tegangan referensi ADC.
- d. Reset : Digunakan untuk reset, mikrokontroler akan mereset program jika pin ini berlogika *low* selama 50ns.
- e. Gnd : Pin *ground*
- f. Port A : Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PA0 – PA7).  
Pada *port* ini juga berfungsi sebagai 8 bit channel ADC (ADC0 – ADC7).
- g. Port B : Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PB0 – PB7).  
*Port B* memiliki beberapa fungsi khusus yaitu T0 dan T1 untuk input *counter*, AIN0 dan AIN1 untuk input analog comparator. SS, MOSI, MISO, SCK untuk komunikasi serial SPI.
- h. Port C : Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PC0 – PC7).  
*Port C* memiliki beberapa fungsi khusus yaitu TOSC1, TOSC2, OC2 dan input komunikasi serial I2C yaitu SDA dan SCL.
- i. Port D : Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PD0 – PD7).  
Port D memiliki beberapa fungsi khusus yaitu input interupsi eksternal (INT0 dan INT1), komunikasi USART (TXD dan RXD) dan OC1B, OC1A, ICPI.
- j. X-TAL 1 : Merupakan input dari inverting osilator.
- k. X-TAL2 : Merupakan output dari inverting osilator.

### 2.1.2. Instruksi Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 130 macam instruksi. Instruksi-instruksi mikrokontroler AVR dapat dibagi sebagai berikut :

- a. Instruksi transfer data, instruksi ini berfungsi untuk tranfer data antara *register* ke *register*, memori ke memori, *register* ke memori, antarmuka ke *register* dan antar muka ke memori.
- b. Instruksi aritmatika dan *logic*, instruksi aritmatika meliputi penjumlahan, pengurangan, penambahan satu (*increment*), dan pengurangan satu (*decrement*). Instruksi logika dan manipulasi *bit*, yang melaksanakan operasi AND, OR, XOR, perbandingan, penggeseran dan komplemen data.
- c. Instruksi *Bit* dan *Bit-Test*, yaitu instruksi untuk *setting* kondisi tiap *bit*, baik *set* maupun *clear*, bahkan ada beberapa variasi, seperti instruksi putar, hingga *watchdog reset*.
- d. Instruksi percabangan, yang berfungsi mengubah urutan normal pelaksanaan suatu program menjadi sesuai yang dikehendaki. Dengan instruksi ini program yang sedang dilaksanakan akan mencabang ke suatu alamat tertentu. Instruksi percabangan dibedakan atas percabangan bersyarat dan percabangan tanpa syarat.
- e. Instruksi *stack*, *I/O* dan kontrol, yang digunakan untuk mengatur penggunaan *stack*, membaca/menulis *port I/O* serta pengontrolan-pengontrolan.



### 2.1.3. USART (*Universal Synchronous, Asynchronous Receiver, Transmitter*)

ATMega8535 dilengkapi dengan komunikasi *Universal Synchronous and Asynchronous Receiver Transmitter* (USART) dengan kemampuan sebagai berikut:

1. Mode komunikasi serial sinkron (*synchronous*) dan Asinkron (*Asynchronous*)
2. *Baud Rate Generator* yang dapat membangkitkan berbagai macam kecepatan pengiriman (*baud rate-bps*).
3. Mode pengiriman data 5,6,7,8 atau 9 bit dan 1 atau 2 stop bit
4. Membangkitkan Odd atau Even parity dan parity check dari hardware.
5. *Overrun Detection dan Framming Error Detection*
6. *Noise Filtering dalam False Start Bit Detection.*
7. Tiga interupsi terpisah untuk *TX complete, TX Data register Empty, dan RX complete*

Untuk membangkitkan kecepatan pengiriman data (*baud rate*) diperlukan persamaan-persamaan seperti pada Tabel 2.1 berikut

Tabel 2. 1. Persamaan *Baud Rate*

Mode operasi	Nilai Baud Rate	Nilai UBRR
Mode Asynchronous normal	$BAUD = \frac{f_{osc}}{16(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1$
Mode Asynchronous double speed	$BAUD = \frac{f_{osc}}{8(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{8BAUD} - 1$
Mode Synchronous Master	$BAUD = \frac{f_{osc}}{2(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{2BAUD} - 1$

Ket:  $f_{osc}$  : Frekuensi kristal

Tabel 2. 2. Pilihan Tegangan Referensi

REFS1	REFS0	Pilihan Tegangan Referensi
0	0	Tegangan dari AREF, Internal Vref dimatikan
0	1	AVCC dengan kapasitor pada pin AREF
1	0	Tidak digunakan
1	1	2.56 V tegangan internal dengan kapasitor pada pin AREF

Bit 5 → ADLAR : ADC Left Adjust Result

Bit 4:0 → MUX 4:0 : Analog Channel and Gain Selection Bits

Tabel pilihan chanel analog dan Gain seperti pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2. 3. Pilihan Chanel Analog dan Gain

MUX 4:0	Single Ended input	Pos differential input	Neg differential input	Gain
00000	ADC0			
00001	ADC1			
00010	ADC2			
00011	ADC3			
00100	ADC4			
00101	ADC5			
00110	ADC6			
00111	ADC7			
01000		ADC0	ADC0	10x
01001		ADC1	ADC0	10x
01010		ADC0	ADC0	200x
01011		ADC1	ADC0	200x
01100		ADC2	ADC2	10x
01101		ADC3	ADC2	10x
01110		ADC2	ADC2	200x
01111		ADC3	ADC2	200x
10000		ADC0	ADC1	1x
10001		ADC1	ADC1	1x
10010		ADC2	ADC1	1x
10011		ADC3	ADC1	1x
10100		ADC4	ADC1	1x
10101		ADC5	ADC1	1x
10110		ADC6	ADC1	1x
10111		ADC7	ADC1	1x
11000		ADC0	ADC2	1x
11001		ADC1	ADC2	1x
11010		ADC2	ADC2	1x
11011		ADC3	ADC2	1x
11100		ADC4	ADC2	1x
11101		ADC5	ADC2	1x
11110	1,22 V			
11111	0 V			

## 2. Register ADCSRA (ADC Control and Startus Register A)

Tampilan bit register ADMUX seperti pada Gambar berikut

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0
Reset :	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 2. 3. Tampilan bit Register ADCSRA

Bit 7 → ADEN : ADC Enable

Bit 6 → ADSC : ADC Start Conversion

Bit 5 → ADATE : ADC Auto Trigger Enable

Bit 4 → ADIF : ADC Interrupt Flag

Bit 3 → ADIE : ADC Interrupt Enable

Bit 2:0 → ADPS[2:0] : ADC Prescaler Select Bits

Tabel 2. 4. Pilihan Prescaler ADC

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Faktor pembagi
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

## 3. Register Data (ADCL dan ADCH)

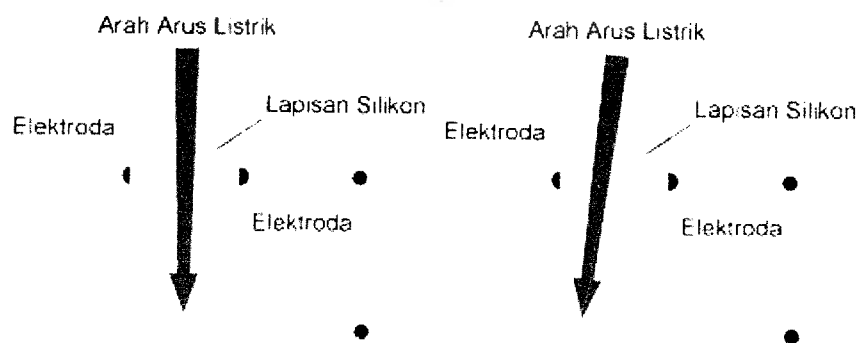
Register ini digunakan untuk menyimpan hasil konversi register ini diatur oleh bit ADLAR register ADMUX

Jika  $ADLAR = 0$  Register ADCL berisi 8 bit data low dan register ADCH berisi 2 bit high. Sedangkan jika  $ADLAR = 1$ , register ADCL berisi 2 bit low dan ADCH berisi 8 bit high.

## 2.2. Sensor *Effect Hall*

sensor *effect Hall* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet. sensor *Effect Hall* akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah inductor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detektor dengan menggunakan induktor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnetnya tidak berubah) tidak dapat dideteksi.

Oleh sebab itu diperlukan cara yang lain untuk mendeteksinya yaitu dengan sensor yang dinamakan dengan sensor '*effect hall*'. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik.



Gambar 2. 4. Unjuk Kerja Sensor *Effect Hall*

Sensor *effect hall* ini hanya terdiri dari sebuah lapisan silikon dan dua buah elektroda pada masing-masing sisi silikon. Hal ini akan menghasilkan perbedaan tegangan pada outputnya ketika lapisan silikon ini dialiri oleh arus listrik. Tanpa adanya pengaruh dari medan magnet maka arus yang mengalir pada silikon tersebut akan tepat ditengah-tengah silikon dan menghasilkan tegangan yang sama antara elektrode sebelah kiri dan elektrode sebelah kanan sehingga menghasilkan tegangan beda tegangan 0 volt pada outputnya.

Ketika terdapat medan magnet mempengaruhi sensor ini maka arus yang mengalir akan berbelok mendekati/menjauhi sisi yang dipengaruhi oleh medan magnet. Ketika arus yang melalui lapisan silikon tersebut mendekati sisi silikon sebelah kiri maka terjadi ketidak seimbangan tegangan output dan hal ini akan menghasilkan sebuah beda tegangan di outputnya.

Semakin besar kekuatan medan magnet yang mempengaruhi sensor ini akan menyebabkan pembelokan arus di dalam lapisan silikon ini akan semakin besar dan semakin besar pula ketidakseimbangan tegangan antara kedua sisi lapisan silikon pada sensor. Semakin besar ketidakseimbangan tegangan ini akan menghasilkan beda tegangan yang semakin besar pada output sensor ini.

Arah pembelokan arah arus pada lapisan silikon ini dapat digunakan untuk mengetahui polaritas kutub medan magnet yang mempengaruhi sensor *effect hall* ini. Sensor *effect hall* ini dapat bekerja jika hanya salah satu sisi yang dipengaruhi oleh medan magnet. Jika kedua sisi silikon dipengaruhi oleh medan magnet maka arah arus tidak akan dipengaruhi oleh medan magnet itu. Oleh sebab itu jika

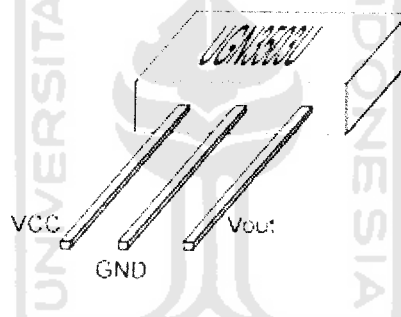
kedua sisi silikon dipengaruhi oleh medan magnet maka tegangan outputnya tidak akan berubah.

Sensor yang digunakan di dalam proyek ini adalah sensor UGN3503U. Sensor ini akan menghasilkan tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang dideteksi oleh sensor ini. Selain itu komponen ini dipilih karena relatif murah, mudah digunakan dan mempunyai performa yang cukup baik. Sensor UGN3503 ini mempunyai 3 pin antara lain :

Pin 1 : VCC, pin tegangan suplai

Pin 2 : GND, pin ground

Pin 3 : Vout, pin tegangan output.



Gambar 2. 5. Pinout Sensor Effect Hall UGN3503U

Di dalam sensor ini sudah dibangun sebuah penguat yang memperkuat sinyal dari rangkaian sensor dan menghasilkan tegangan output ditengah-tengah tegangan suplai. Pada sensor ini jika mendapat pengaruh medan magnet dengan polaritas kutub utara maka akan menghasilkan pengurangan pada tegangan output sebaliknya jika terdapat pengaruh medan magnet dengan polaritas kutub selatan maka akan menghasilkan peningkatan tegangan pada outputnya. Sensor ini dapat merespon perubahan kekuatan medan magnet mulai kekuatan medan magnet yang

statis maupun kekuatan medan magnet yang berubah-ubah dengan frekuensi sampai 20KHz.



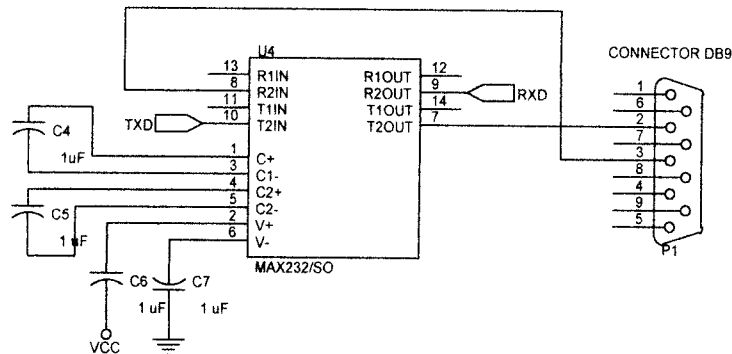
Gambar 2. 6. Blok Diagram Rangkaian Internal UGN3503U

Sensor hall effect UGN3503 ini mempunyai suplai tegangan yang cukup lebar yaitu mulai 4.5V sampai 6V dengan kepekaan perubahan kekuatan medan magnet sampai frekuensi 23KHz.

### 2.3. Komunikasi RS232

Komunikasi serial RS232 digunakan sebagai antarmuka antara komputer dengan mikrokontroler. Agar level tegangan data serial dari mikrokontroler setara dengan level tegangan komunikasi port serial PC, diperlukan MAX232 untuk mengubah ke tegangan *TTL/CMOS logic level* RS232. .

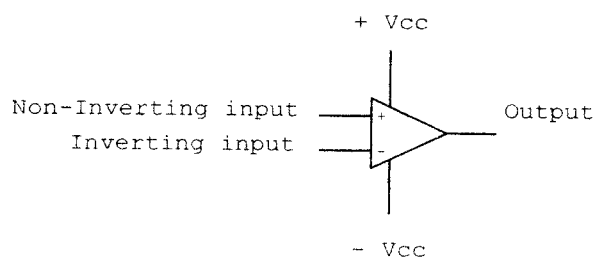
Ada tiga hal pokok yang diatur standard RS232, antara lain bentuk sinyal dan level tegangan yang dipakai, penentuan jenis sinyal dan konektor yang dipakai, serta susunan sinyal pada kaki-kaki di konektor, penentuan tata cara pertukaran informasi antara komputer dan alat-alat pelengkap. Gambar 2.7 berikut menunjukkan rangkaian koneksi RS232 dengan mikrokontroler.



Gambar 2. 7. Rangkaian koneksi RS232 dengan mikrokontroler

#### 2.4. Penguat Oprasional (*Operational Amplifier*)

Penguat operasional (Op Amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (*ground*). Simbol penguat operasional ditunjukkan pada Gambar 2.8 berikut :



Gambar 2. 8. Simbol penguat operasional (*Op-Amp*)



Penguat operasional banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, seperti penguatan yang tinggi, impedansi masukan yang tinggi, impedansi keluaran yang rendah dan lain sebagainya. Berikut ini adalah karakteristik dari Op Amp ideal:

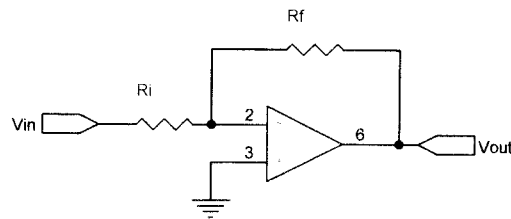
1. Penguatan tegangan lingkaran terbuka (*open-loop voltage gain*)  $A_{VOL} = \infty$
2. Tegangan offset keluaran (*output offset voltage*)  $V_{OO} = 0$
3. Hambatan masukan (*input resistance*)  $R_I = \infty$
4. Hambatan keluaran (*output resistance*)  $R_O = 0$
5. Lebar pita (*band width*)  $BW = \infty$
6. Waktu tanggapan (*respon time*) = 0 detik
7. Karakteristik tidak berubah dengan suhu

Kondisi ideal tersebut hanya merupakan kondisi teoritis tidak mungkin dapat dicapai dalam kondisi praktis. Tetapi para pembuat Op Amp berusaha untuk membuat Op Amp yang memiliki karakteristik mendekati kondisi-kondisi di atas. Karena itu sebuah Op Amp yang baik harus memiliki karakteristik yang mendekati kondisi ideal. Berikut ini beberapa aplikasi dari penguat oprasional (Op-Amp) sebagai berikut :

#### **2.4.1. Op-Amp sebagai penguat *inverting***

Dari namanya, maka dapat diketahui bahwa sinyal masukan dari penguat jenis ini diterapkan pada masukan *inverting* dari Op Amp, yaitu masukan dengan tanda “-“. Sinyal masukan dari pengaut *inverting* berbeda fasa sebesar  $180^{\circ}$  dengan sinyal keluarannya. Jadi jika ada masukan positif, maka keluarannya

adalah negatif. Rangkaian penguat *inverting* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9 berikut :



Gambar 2. 9. Rangkaian penguat *Inverting*

Pada penguat *inverting* besarnya  $V_{out}$  merupakan perkalian antara nilai penguatan ( $A_v$ ) dengan tegangan masukan ( $V_{in}$ ) atau,

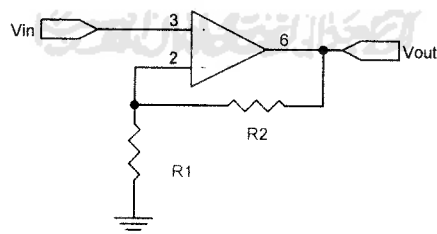
$$V_{out} = A_v \cdot V_{in}, \text{ Dimana}$$

$$A_v = -\frac{R_f}{R_i}, \text{ sehingga } V_{out} = -\frac{R_f}{R_i} \cdot V_{in}$$

(2.1)

#### 2.4.2. Op-Amp sebagai penguat *non inverting*

Rangkaian penguat *non inverting* ditunjukkan pada Gambar 2.10. berikut:



Gambar 2. 10. Rangkaian penguat *non-inverting*

Gambar 2.10 di atas adalah gambar sebuah penguat *non inverting*. Penguat tersebut dinamakan penguat *non inverting* karena masukan dari penguat tersebut adalah masukan *non inverting* dari Op Amp. Sinyal keluaran penguat

jenis ini sefasa dengan sinyal keluarannya. Adapun besar penguatan dari penguat ini dapat dihitung dengan rumus

$$A_v = \frac{R_1 + R_2}{R_1}, \text{ atau} \quad (2.2)$$

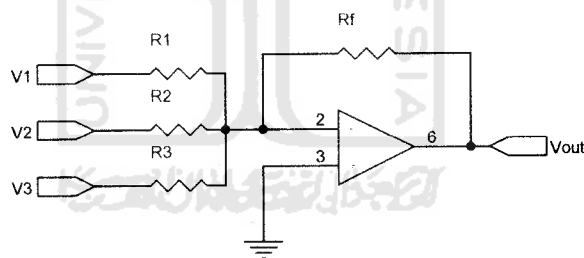
$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Sehingga diketahui besarnya tegangan keluaran penguat non inverting adalah :

$$V_{out} = 1 + \frac{R_2}{R_1} V_{in} \quad (2.3)$$

#### 2.4.3. Op-Amp sebagai penjumlah (*Adder*)

Aplikasi Op-Amp sebagai penjumlah seperti pada gambar 2.11 berikut



Gambar 2. 11. Rangkaian penjumlah

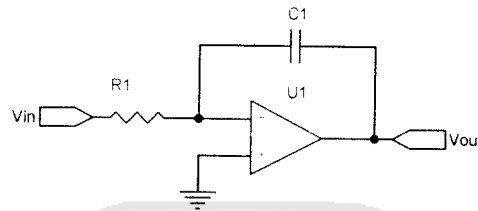
Dari rangkaian diatas dapat dilihat bahwa tegangan keluarannya merupakan jumlah arus masukan dikali resistor  $R_f$ . Sehingga dapat dibuatkan rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = R_f (I_1 + I_2 + \dots + I_n), \text{ atau}$$

$$V_{out} = R_f \left( \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \right) \quad (2.4)$$

#### 2.4.4. Rangkaian Integrator

Rangkaian integrator ditunjukkan pada Gambar 2.12. berikut:



Gambar 2. 12. Rangkaian integrator

Rangkaian integrator biasanya digunakan untuk melakukan operasi-operasi perhitungan integral. Tegangan keluaran dari rangkaian integrator adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = -\frac{1}{R_1 C_1} \int_0^t V_{in} dt \quad (2.5)$$

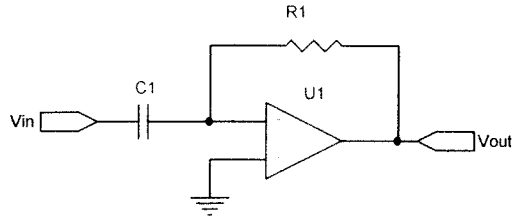
Berikut ini beberapa variasi bentuk gelombang masukan dan keluaran dari rangkaian integrator.

Tabel 2. 5. Tabel Variasi bentuk gelombang rangkaian integrator

Masukan	Keluaran
Kotak	Segitiga
Segitiga	Sinus
Sinus	-Cosinus

### 2.4.5. Rangkaian Differensiator

Rangkaian differensiator ditunjukkan pada Gambar 2.13. berikut:



Gambar 2. 13. Rangkaian differensiator

Rangkaian differensiator pada penerapannya digunakan untuk melakukan operasi differensial.

Tegangan keluaran dari rangkaian integrator adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = -R_1 C_1 \frac{dV_{in}}{dt} \quad (2.6)$$

Berikut ini beberapa variasi bentuk gelombang masukan dan keluaran dari rangkaian differensiator.

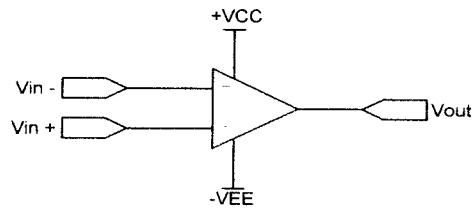
Tabel 2. 6. Tabel Variasi bentuk gelombang rangkaian differensiator

Masukan	Keluaran
Sinus	Cosinus
Cosinus	- Sinus
Kotak	Pulsa
Segitiga	Kotak

### 2.4.6. Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator atau disebut juga rangkaian pembanding antara sinyal pada masukan *inverting* dengan sinyal pada masukan *non inverting*.

Rangkaian komparator seperti pada Gambar 2.14 berikut



Gambar 2. 14. Rangkaian komparator

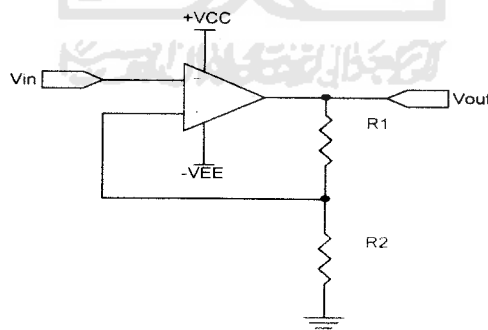
Prinsip dasar dari rangkaian komparator adalah :

Jika  $V_{in -} > V_{in +}$  maka  $V_{out} = -V_{EE}$  dan,

Jika  $V_{in +} > V_{in -}$  maka  $V_{out} = +V_{CC}$

#### 2.4.7. Rangkaian Schmitt Trigger

Rangkaian *Schmitt trigger* adalah salah satu aplikasi dari rangkaian komparator. Namun pada rangkaian Schmitt trigger mempunyai 2 batas tegangan yaitu batas atas ( $V_H$ ) dan batas bawah ( $V_L$ ). Gambar 2.15 berikut adalah contoh rangkaian Schmitt trigger.



Gambar 2. 15. Rangkaian schmitt trigger

Dari rangkaian Gambar 2.15 dapat diketahui tegangan batas atas dan bawahnya sebagai berikut :

$$V_H = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

$$V_L = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (-V_{EE})$$
(2.6)

## 2.5. Perangkat lunak Borland Delphi

Perkembangan bahasa pemrograman berlangsung dengan pesat, mulai dari bahasa tingkat rendah (yang lebih dekat dengan *hardware*) seperti bahasa *assembly*, ataupun bahasa tingkat tinggi, seperti bahasa C dan Pascal. Pada bahasa ini agak susah mengembangkannya dan membuat tampilannya menjadi menarik, apalagi bila menggunakan bahasa pemrograman ini dalam bentuk grafik. Perkembangan bahasa pemrograman terus berlanjut dengan dikeluarkannya Windows oleh pihak Microsoft. Pada Windows diperkenalkan model OOP (*Object Oriented Programming*) yaitu yang lebih menampilkan kemudahan dan tampilan yang menarik (seperti *window-window* pada aplikasi yang sering digunakan pada *MS Word*). Delphi merupakan salah satu program yang berbasis pada OOP, jadi dengan bahasa Delphi dapat dibuat program-program yang menarik untuk dilihat dan fleksibel serta *user friendly*.

### 2.5.1. Form

Berbeda dengan Pascal, pada Delphi dikenal OOP (*Object oriented programming*), jadi bila pada Pascal tampilannya menjemukan, pada Delphi tampilannya dapat diatur sem menarik mungkin pada *form* yang digunakan. Untuk mengatur tampilan *form* caranya cukup mudah, hanya dengan menaruh

komponen-komponen yang diinginkan pada *form* tersebut, dan memfungsikan masing-masing komponen sesuai dengan yang diinginkan.

### 2.5.2. Unit

Setiap perubahan pada *form* akan berakibat perubahan pada unit. Untuk pindah dari *form* ke unit, dapat dilakukan dengan menekan tombol **F12**. Berikut ini adalah bentuk unit yang diberikan Delphi saat pertama kali membuka sebuah *form* :

```

unit Unit1;
interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs;

type
  TForm1 = class(TForm)

  private
    { Private declarations }

  public
    { Public declarations }

  end;
var
  Form1: TForm1;

implementation
{$R *.DFM}
end.

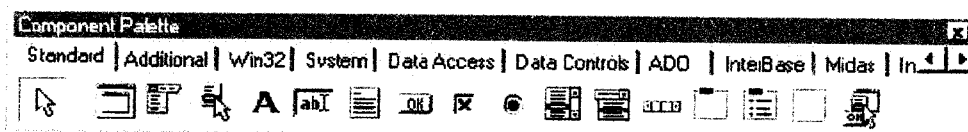
```

### 2.5.3. Komponen

Dalam membuat program, Delphi telah menyediakan banyak kemudahan, yaitu dengan disediakannya komponen-komponen. Komponen ini merupakan sebuah prosedur/program yang sudah di kompilasi dan langsung dapat digunakan,



sesuai dengan fungsinya masing-masing. Untuk menggunakan komponen ini dengan meng-klik komponen yang diinginkan, kemudian klik di *form*, maka komponen tersebut akan muncul di *form*. Tampilan *component palette standard* dari delphi seperti pada Gambar 2.8 berikut



Gambar 2. 16. *Component palette standard* dari delphi

Kegunaan dari beberapa komponen adalah sebagai berikut:

a. *Button/ Bitbtn*

Komponen ini biasa digunakan sebagai tombol kendali.

b. *Panel*

Panel berfungsi untuk mengelompokkan komponen-komponen didalamnya.

c. *Label*

Kita dapat menamakan atau memberi keterangan pada program.

d. *Edit*

*Edit* berfungsi sebagai masukan data (*input*) dalam bentuk *string*, dari bentuk *string* dapat diubah menjadi bentuk *integer* atau bentuk lainnya. Yang kemudian dapat digunakan untuk operasi selanjutnya.

e. *Chart*

Dengan *Chart* data-data yang telah dianalisa, dapat ditampilkan ke dalam grafik, sehingga memudahkan untuk menganalisanya.

f. *Stringgrid*

*Stringgrid* berguna untuk menaruh data *string* kedalam bentuk kolom tabel.

g. PopupMenu

PopupMenu berfungsi sebagai perintah yang aktif bila meng-klik kanan *mouse*, Untuk mengaktifkannya harus mengaktifkan popup menu pada komponen yang diinginkan, caranya : ubah pada *object inspector*.

h. MainMenu

Contoh *main menu* adalah *Option* pada tiap aplikasi program, dengan komponen ini, fungsi-fungsi program dapat ditaruh seperti pada aplikasi umumnya.

i. ComboBox

Combo Box berfungsi sebagai petunjuk untuk pemilihan berbagai masukan.

j. CheckBox

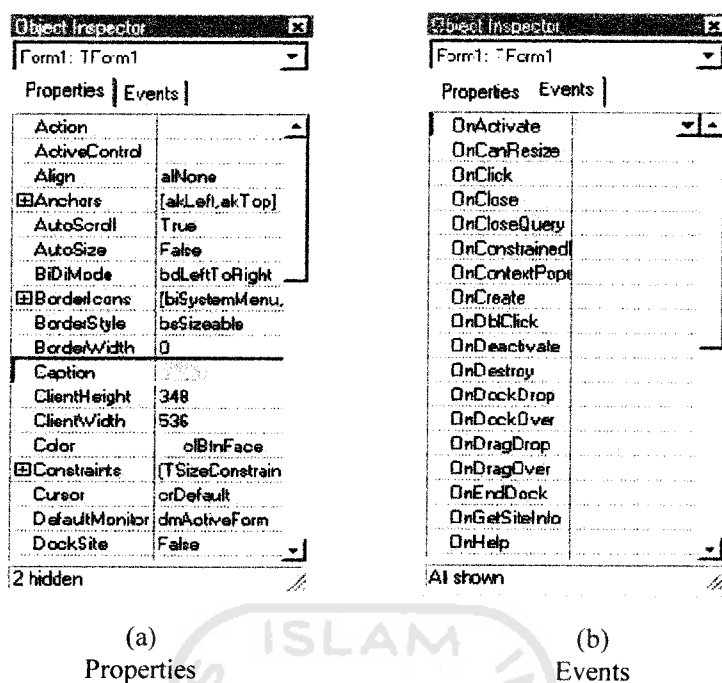
Bila komponen ini di *check* maka ada aplikasi yang bisa disetting untuk bekerja dibawahnya.

k. RadioButton

Prinsip kerjanya hampir sama dengan *check box*, cuma tampilannya saja yang berbeda.

#### 2.5.4. Object Inspector

*Object inspector* berguna sebagai menu pilihan dari masing-masing komponen. Dengan *object inspector* komponen-komponen yang digunakan dapat dimanipulasi. Pada Gambar 2.17 berikut ditunjukkan tampilan *object inspector*.



Gambar 2. 17. Object inspector

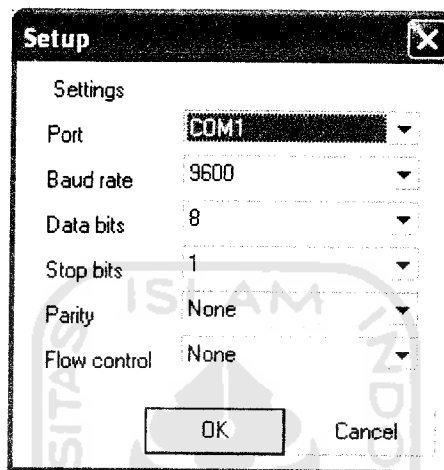
#### 2.4.5. Komponen serial Delphi

Ada beberapa metode yang digunakan untuk mengakses data melalui port serial menggunakan Delphi salah satunya adalah dengan menggunakan komponen ComPort. Pada menu komponen standar yang digunakan pada Delphi 7 tidak terdapat komponen ComPort sehingga untuk dapat menggunakan komponen tersebut terlebih dulu komponen ComPort diinstallkan ke Delphi 7. Cara menginstall Komponen ComPort ke Delphi 7 adalah sebagai berikut:

1. Buat nama folder baru didalam folder Delphi 7, kemudian ekstrak file Comport.Zip ke folder baru. File Comport.Zip dapat didownload pada [www.sourceforge.net/projects/comport](http://www.sourceforge.net/projects/comport)

2. Klik menu component kemudian klik install packages kemudian buka file CPortLib7.dpk, kemudian klik tombol “compile”.
3. Kemudian buka file DsgnCPort7.dpk, kemudian klik tombol “compile” setelah dicompile kemudian klik tombol install.

Tampilan *comport* setup dialog seperti pada Gambar 2.18 berikut



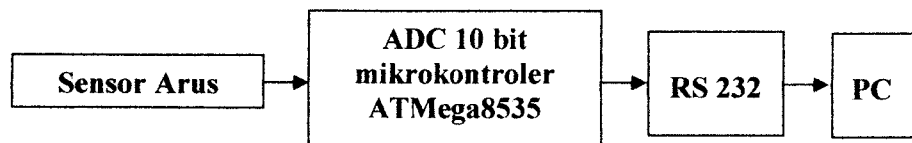
Gambar 2. 18. Tampilan *comport* setup dialog

## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1. Diagram Blok Sistem

Secara umum diagram blok simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*) seperti pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1. Diagram blok simulasi pengukur arus berbasis PC

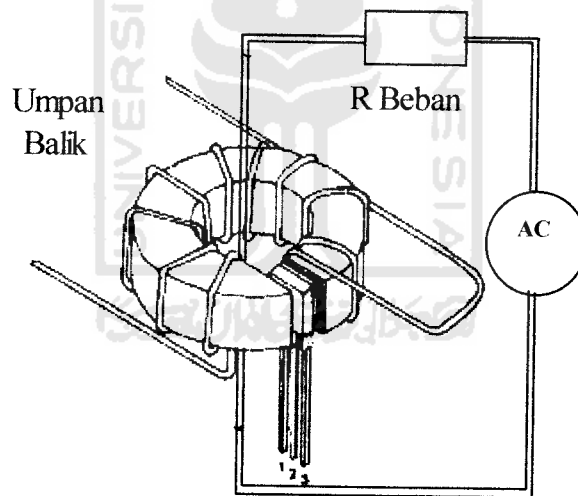
Prinsip kerja dari simulasi pengukur arus berbasis PC (*Personal Computer*) ini adalah sebagai berikut : rangkaian deteksi arus digunakan untuk mengukur arus dan tegangan kemudian besaran arus dan tegangan tersebut diubah menjadi besaran digital dengan menggunakan ADC 10 bit yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535. Besaran digital keluaran dari ADC dikirim ke PC melalui port serial dan oleh PC data tersebut diubah menjadi gambar/kurva sinyal.

#### 3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dari sistem yang dirancang ini meliputi rangkaian sensor *Effek Hall*, rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega8535 dan rangkaian komunikasi RS232.

### 3.2.1. Rangkaian Sensor *Effek Hall*

Pada perancangan ini digunakan sensor *Effek Hall* UGN3503, dimana seperti yang dibahas pada bab II bahwa di dalam sensor ini sudah dibangun sebuah penguat yang memperkuat sinyal dari rangkaian sensor dan menghasilkan tegangan output ditengah-tengah tegangan suplai. Sehingga jika sensor ini mendapat pengaruh medan magnet dengan polaritas kutub utara maka akan menghasilkan pengurangan pada tegangan output sebaliknya jika terdapat pengaruh medan magnet dengan polaritas kutub selatan maka akan menghasilkan peningkatan tegangan pada outputnya. Pengaruh medan magnet ditimbulkan dari kumparan toroide yang didekatkan pada sebuah kawat teraliri arus listrik. Seperti pada Gambar 3.2. berikut :

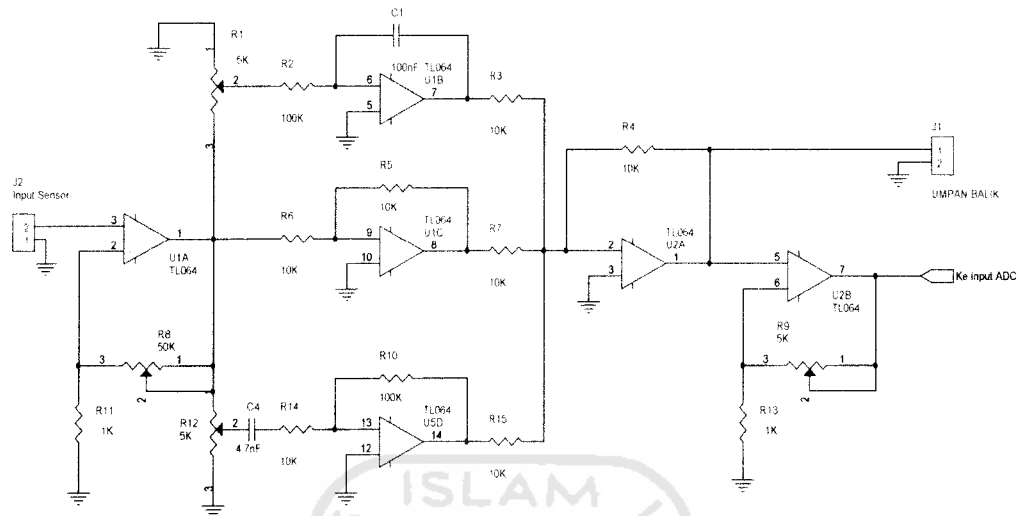


Gambar 3. 2. Rangkaian sensor *effek hall*

### 3.2.2. Rangkaian Op-Amp

Keluaran dari sensor UGN3530 kemudian diolah oleh rangkaian penguat oprasional (Op-Amp), agar besaran arus yang terbaca pada sensor dapat dibaca

oleh ADC mikrokontroler ATmega8535. Gambar rangkaian penguat oprasional seperti pada Gambar 3.3. berikut

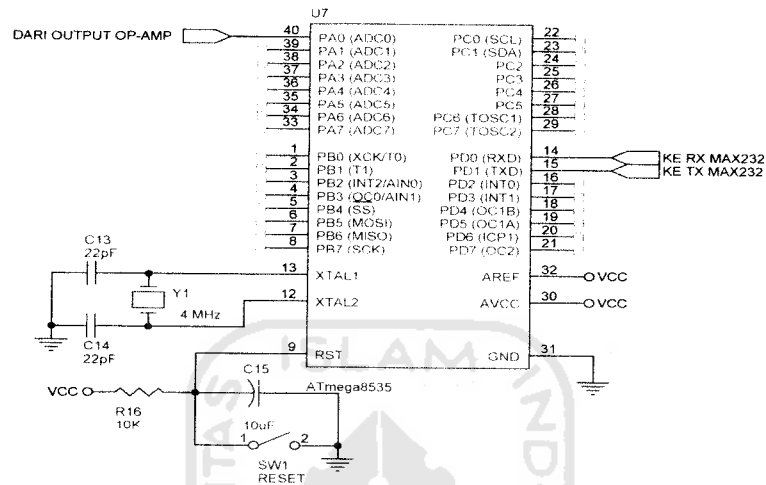


Gambar 3. 3. Rangkaian op-amp pengkondisi sinyal

Dari rangkaian Op-Amp Gambar 3.3 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut : Sinyal dari keluaran sensor UGN3503 oleh op-amp U1A diubah menjadi besaran diskrit. Op-Amp U1A merupakan rangkaian Schmitt trigger. Rangkaian Op-Amp U1B, U1C dan U1D berfungsi untuk mengeser sinyal supaya berada pada level tegangan positif. Rangkaian Op-Amp U2A merupakan rangkaian penguat inverting sehingga membuat beda fase antara sinyal masukan dan keluarannya berbeda  $180^\circ$ . Agar sinyal masukannya sama dengan sinyal yang diterima oleh input ADC maka setelah penguat inverting diberi rangkaian Schmitt trigger yang berfungsi untuk menyamakan beda fase dan juga untuk sampling sinyal.

### 3.2.3. Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan piranti pengendali dari sistem yang dirancang ini. Berikut ini adalah gambar rangkaian mikrokontroler ATmega8535.

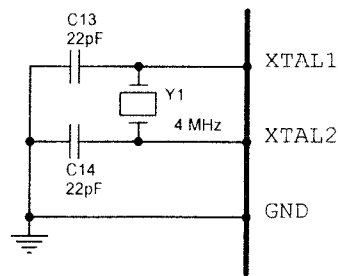


Gambar 3. 4. Rangkaian mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler berfungsi untuk menerima besaran tegangan dari keluaran Op-Amp melalui input ADC *channel* 0 dan mikrokontroler menerima dan mengirim data ke PC secara serial melalui pin RXD dan TXD.

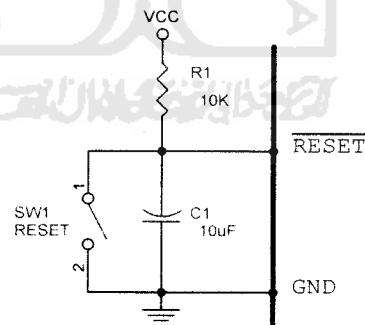
Rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega8535 terdiri dari dua bagian utama yaitu rangkaian osilator dan rangkaian reset. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki beberapa pilihan sumber clock Pada perancangan ini digunakan sumber clock dari rangkaian osilator kristal yang dilengkapi dengan 2 buah kapasitor 22pF. Rangkaian osilator kristal seperti pada Gambar 3.5. berikut :





Gambar 3. 5. Rangkaian osilator

Dari datasheet mikrokontroler ATmega8535 disebutkan bahwa pemilihan nilai kapasitor tergantung dari frekuensi kristal yang digunakan. Untuk frekuensi antara 0.9 MHz sampai 16 MHz nilai kapasitornya antara 12 – 22 pF. Sedangkan rangkaian reset digunakan untuk mereset mikrokontroler. Reset mikrokontroler ATmega8535 adalah aktif low yang berarti mikrokontroler akan mereset jika pin reset mendapatkan logika rendah (0) selama 1.5  $\mu$ s. Sehingga saat mikrokontroler mengeksekusi program pin reset harus dalam kondisi high (1). Gambar 3.6 berikut ini adalah rangkaian reset mikrokontroler ATmega8535.

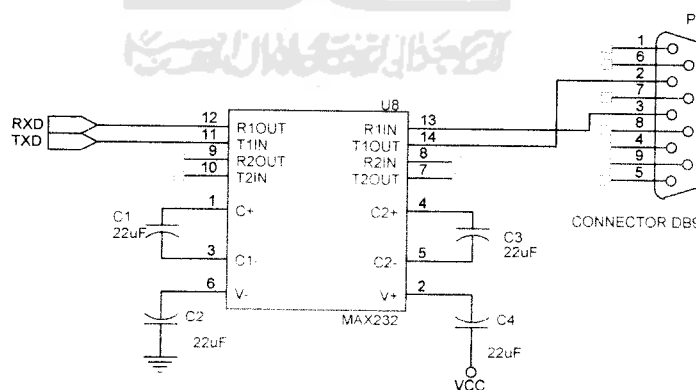


Gambar 3. 6. Rangkaian reset

Dari rangkaian diatas dapat dijelaskan bahwa saat tombol SW1 ditekan pin Reset terhubung ke GND sehingga mendapatkan logika rendah dan saat tombol SW1 tidak ditekan pin Reset mendapatkan logika 1 dari Vcc.

### 3.2.4. Rangkaian RS232

Komunikasi ke PC dilakukan dengan menggunakan sarana USART yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535, sinyal USART tersebut dikirim lewat TXD dan diterima di RXD. Kedua kaki tersebut bekerja dengan level tegangan TTL, sedangkan *serial port PC* bekerja dengan level tegangan RS232, agar kedua sistem ini bisa dihubungkan secara elektronik, diperlukan rangkaian tambahan untuk menyesuaikan level tegangan. IC MAX232 berikut dengan kapasitor C1, C2, C3 dan C4 bertugas menyesuaikan kedua level tegangan yang berbeda tersebut, dengan demikian alat ini bisa langsung dihubungkan ke *port* seri PC. Konektor P1 merupakan konektor DB9, konektor standar RS232. Gambar 3.7 berikut adalah gambar rangkaian RS232



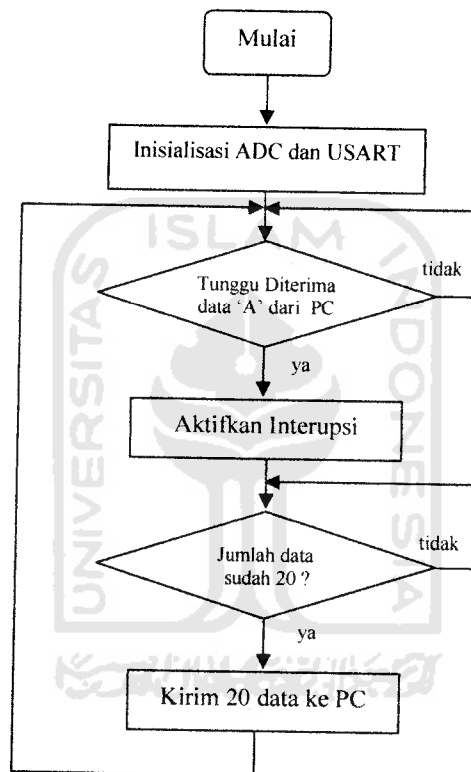
Gambar 3. 7. Rangkaian RS232

### 3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak simulasi pengukuran arus dan tegangan ini terdapat dua bagian perancangan perangkat lunak yaitu program assembler dan program Delphi.

#### 3.3.1. Diagram Alir Program Assembler

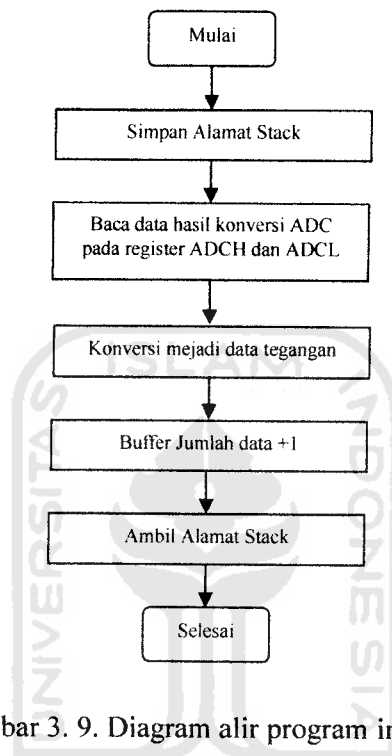
Berikut ini adalah gambar diagram alir program assembler



Gambar 3. 8. Diagram alir program utama

Dari diagram alir program utama diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :  
Setelah dilakukan inisialisasi USART dan ADC, program akan menunggu diterima data 'A' dari PC yang menandakan sistem sudah terhubung ke PC dan PC sudah siap menerima data. Kemudian interupsi diaktifkan, tunggu sampai

dibaca 20 data dari ADC. Setelah diterima 20 data kemudian data tersebut dikirim ke PC. Setelah data dikirim ke PC, tunggu diterima data 'A' dari PC. Saat terjadi interupsi maka program akan menjalankan program seperti diagram alir program interupsi berikut :



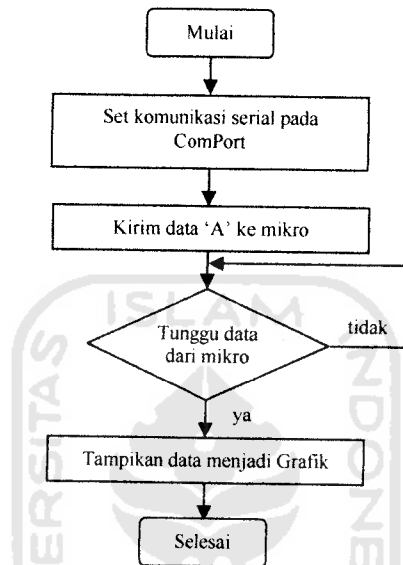
Gambar 3. 9. Diagram alir program interupsi

Interupsi akan aktif jika ADC sudah selesai mengkonversi data. Saat terjadi interupsi program akan membaca data hasil konversi ADC pada register ADCH dan ADCL. Kemudian data 10 bit hasil konversi tersebut dikonversi lagi menjadi data tegangan dan kemudian buffer jumlah dat ditambah 1 untuk menghitung jumlah data yang terbaca. Pada setiap terjadi interusi pertama kali alamat Stack harus disimpan dulu dengan perintah PUSH dan setelah program selesai alamat Stacknya dikembalikan lagi dengan perintah POP. Hal ini

dimaksudkan agar setelah terjadi interusi program akan kembali kealamat yang benar.

### 3.3.2. Diagram Alir Program Delphi

Berikut ini adalah Gambar 3.10 diagram alir program Delphi



Gambar 3. 10. Diagram alir program delphi

Setelah program Delphi Dijalankan tertama kali dilakukan pengesetan terhadap komunikasi serial yaitu pengesetan com yang digunakan dan pengesetan kecepatan *boudrate*. Kemudian setelah itu kirim data 'A' ke mikrokontroler. Setelah itu program akan menunggu diterima data dari mikrokontroler data yang diterima itu langsung dimasukkan ke grafik.

### 3.3.3. Inisialisasi Port Serial pada Delphi 7

Untuk dapat mengakses perangkat lunak melalui port serial terlebih dulu harus diketahui konfigurasi dari perangkat luar tersebut antara lain:

1. Port yang akan digunakan, misalnya Com1 atau Com2.
2. *Baud rate*, kecepatan data yang akan digunakan
3. Data bit, bit data
4. Stop bit, bit untuk memisahkan data
5. Parity, bit untuk validasi data yang telah dikirim
6. *Flow control*

Delphi tidak dapat langsung digunakan untuk mengakses data luar melalui port serial sehingga perlu ditambahkan komponen baru yaitu ComPort. Tampilan komponen ComPort seperti pada Gambar 3.5 berikut



Gambar 3. 11. Tampilan komponen ComPort

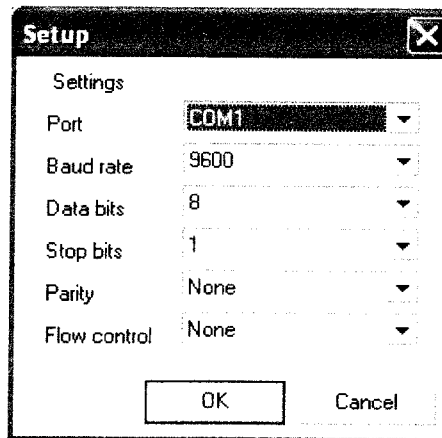
Untuk mengaktifkan komponen comport terlebih dulu ditampilkan comport setup dialog untuk mengeset komunikasi serial yang diinginkan. Berikut contoh program untuk menampilkan comport setup dialog saat penekanan button1.

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
```

```
    ComPort.ShowSetupDialog;
```

```
end;
```

Tampilan *comport* setup dialog seperti pada Gambar 3.12 berikut



Gambar 3. 12. Tampilan *comport* setup dialog

Untuk menerima data dari perangkat luar dapat diambil pada *event* RXChar seperti pada contoh program berikut :

```

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
begin
  ComPort1.ReadStr(Str, Count);
  tampilkan;
end;

```

Program diatas akan dijalankan jika PC menerima data serial sehingga saat ada data yang diterima data tersebut disimpan pada label Str kemudian jalankan sub program tampilkan.

### 3.3.4. Inisialisasi komunikasi serial pada ATmega8535

Listing program berikut ini merupakan contoh program untuk inisialisasi serial

```

.equ  fclock      =4000000
.equ  baud_rate   =19200
.equ  ubbr_value  =(fclock/(16*baud_rate))-1

```

```

;
initUSART:
    ldi        temp, high(ubbr_value)
    out        UBRRH, temp
    ldi        temp, low(ubbr_value)
    out        UBRRL, temp
    ldi        temp, (1<<RXEN) | (1<<TXEN)
    out        UCSRB, temp
    ldi        temp, (1<<URSEL) | (3<<UCSZ0)
    out        UCSRC, temp
    ret

```

Potongan program diatas digunakan untuk mengatur kerja dari USART.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membangun komunikasi serial dengan mikrokontroler yaitu nilai baud rate yang digunakan, seting format data stop bit dan pengaturan beberapa register seperti RXEN, TXEN dan RXCIE. Pengaturan baud rate dilakukan dengan memberikan nilai pada register UBRR. Register UBRR merupakan register 16 bit yang terdiri dari UBRRH dan UBRRL. Untuk mode komunikasi asinkron kecepatan normal rumus yang digunakan adalah : Nilai UBRR = (Frekuensi kristal/(16 x baud rate)) – 1. Pemberial logika 1 pada bit RXEN dan TXEN pada register UCSRB berfungsi untuk mengaktifkan jalur pengiriman dan penerimaan data. Sedangkan pengesetan register UCSRC dimaksudkan untuk mengeset frame format data adalah 8 bit dan 1 bit stop.

### 3.3.5. Membaca data pada ADC 10bit

Program berikut berfungsi untuk mengambil data hasil konversi ADC saat terjadi interupsi sebagai berikut



```

.Org 0x000E ; Alamat Vektor interupsi ADC
rjmp ADC
;
initADC:
    ldi temp,0x00
    out ADMUX,temp
    ldi temp,0b11101101
    out ADCSRA,temp
    ret
;
ADC: push temp
    in temp,SREG
    in HasilL,ADCL
    in HasilH,ADCH
    out SREG,temp
    pop temp
    reti

```

Potongan program diatas adalah program untuk membaca data hasil konversi ADC. Untuk mengaktifkan ADC terlebih dulu harus diatur kerja dari ADC pada Atmega8535 terdapat dua cara operasi ADC yaitu mode *single conversion* dan mode *free running*. Pada program diatas digunakan mode *free ranning* karena pada mode ini dimungkinkan untuk melakukan konversi sekali saja. Pengambilan hasil konversi dilakukan dengan pemangilan interupsi. Data 10 bit hasil konversi dibaca pada register ADCL (8-bit) dan ADCH (2-bit).

### 3.3.6. Program assembler Mengirim dan menerima data serial (USART)

Proses pengiriman data serial dilakukan per byte dengan menunggu register UDR yang merupakan register tempat menyimpan data serial menjadi kosong sehingga siap ditulis dengan data yang baru. Proses tersebut dilakukan

dengan mengecek kondisi dari bit UDRE dari register UCSRA. Jika bit UDRE bernilai 1 maka register UDR telah kosong dan siap dengan data yang baru.

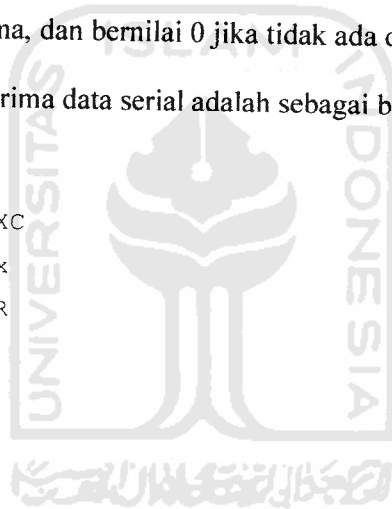
Berikut ini potongan program pengiriman data dengan USART.

```
usart_tx:
    sbis    UCSRA,UDRE
    rjmp   usart_tx
    out    UDR,temp
    ret
```

Pada proses penerimaan data serial dilakukan dengan mengecek nilai dari bit RXC pada register UCSRA. Bit RXC akan bernilai 1 jika ada data yang siap dibaca di buffer penerima, dan bernilai 0 jika tidak ada data pada buffer penerima.

Potongan program penerima data serial adalah sebagai berikut :

```
usart_rx:
    sbis    UCSRA,RXC
    rjmp   usart_rx
    in     temp,UDR
    ret
```



## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Konversi Tegangan Ke Data Digital

Konversi tegangan ke data digital dilakukan dengan ADC10 bit internal yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535. Hal yang paling penting dalam suatu perancangan menggunakan ADC adalah resolusi. Jika tegangan referensi ADC sebesar +5 volt dan jumlah bit ADC 10 bit. Maka besarnya resolusi dari ADC adalah :

$$r = \frac{1}{2^{10} - 1} \cdot 5 \text{ Volt} = 0.0048 \text{ volt} \approx 4,8 \text{ mV}$$

sehingga didapat hasil konversi ADC sebagai berikut

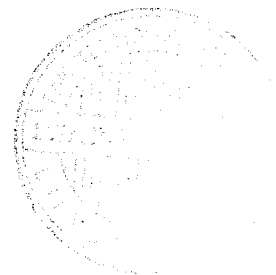
$$ADC = \frac{V_{in}}{r}$$

Dimana : ADC adalah hasil konversi

$V_{in}$  adalah tegangan masukan ADC dan,

$r$  adalah resolusi ADC

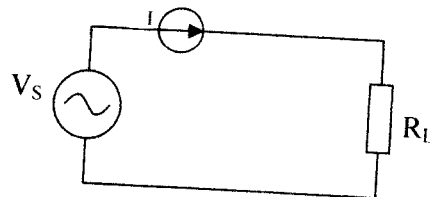
Dengan demikian dapat diketahui jika tegangan pada input ADC sebesar 0 volt maka dengan persamaan diatas didapat nilai konversi ADC adalah 00 0000 0000 (0h). Sedangkan jika tegangan input ADC sebesar 5 Volt maka hasil konversinya adalah 11 1111 1111 (3FFh). Hasil lengkap konversi tegangan ke ADC seperti ditunjukkan pada table konversi ADC pada lampiran1.



## 4.2. Analisa Pengukuran Arus

### 4.2.1. Persamaan Pengukuran Arus

Untuk mendapatkan hasil pengukuran arus dan tegangan diperlukan sebuah komponen atau piranti tertentu yang berfungsi sebagai beban (*load*). Rangkaian dasar pengukuran arus dan tegangan sebagai Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4. 1. Rangkaian pengukuran arus

Dari Gambar 4.1 diatas dapat dilihat bahwa untuk mengukur arus, pengukur arus (*ampere meter*) dihubungkan seri dengan beban. Jika  $V_s$  adalah tegangan sumber dan  $R_L$  adalah hambatan beban maka dengan hukum ohm diperoleh besarnya arus dan tegangan adalah :

$$I = \frac{V}{R} \text{ dan } V = I \times R$$

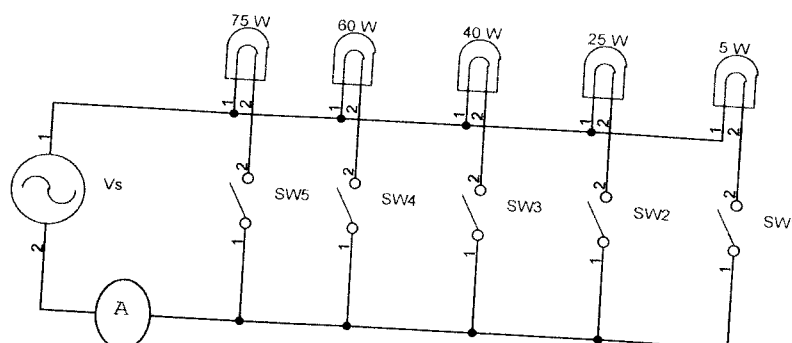
Besarnya daya dari rangkaian diatas dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = I \times V \text{ atau } P = I^2 \times R$$

### 4.2.2. Rangkaian Beban

Pada perancangan pengukuran arus ini, menggunakan beban beberapa lampu pijar. Agar didapatkan pengukuran arus yang berbeda-beda maka daya dari

masing-masing beban dibuat berbeda. Gambar 4.2 berikut ini adalah gambar rangkaian beban untuk pengukuran arus.



Gambar 4. 2. Rangkaian Beban

Pemilihan beban dilakukan dengan mengkombinasikan penekanan saklar SW1 = 15 W, SW2 = 25 W, SW3 = 40 W, SW4 = 60 W dan SW5 = 75 W. Kombinasi dari penekanan saklar-saklar tersebut menyebabkan beban lampu berbeda-beda. Tabel 4.1 berikut menunjukkan kombinasi saklar pemilih beban sebagai berikut :

Tabel 4. 1. Kombinasi Saklar pemilih beban

No	SW5	SW4	SW3	SW2	SW1	Daya
1.	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	15 W
2.	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	25 W
3.	OFF	OFF	OFF	ON	ON	30 W
4.	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	40 W
5.	OFF	OFF	ON	OFF	ON	45 W
6.	OFF	OFF	ON	ON	OFF	65 W
7.	OFF	OFF	ON	ON	ON	70 W
8.	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	60 W
9.	OFF	ON	OFF	OFF	ON	65 W
10.	OFF	ON	OFF	ON	OFF	85 W
11.	OFF	ON	OFF	ON	ON	90 W
12.	OFF	ON	ON	OFF	OFF	100 W

13.	OFF	ON	ON	OFF	ON	<b>105 W</b>
14.	OFF	ON	ON	ON	OFF	125 W
15.	OFF	ON	ON	ON	ON	130 W
16.	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	75 W
17.	ON	OFF	OFF	OFF	ON	80 W
18.	ON	OFF	OFF	ON	OFF	<b>100 W</b>
19.	ON	OFF	OFF	ON	ON	<b>105 W</b>
20.	ON	OFF	ON	OFF	OFF	115 W
21.	ON	OFF	ON	OFF	ON	120 W
22.	ON	OFF	ON	ON	OFF	<b>140 W</b>
23.	ON	OFF	ON	ON	ON	145 W
24.	ON	ON	OFF	OFF	OFF	135 W
25.	ON	ON	OFF	OFF	ON	<b>140 W</b>
26.	ON	ON	OFF	ON	OFF	160 W
27.	ON	ON	OFF	ON	ON	165 W
28.	ON	ON	ON	OFF	OFF	175 W
29.	ON	ON	ON	OFF	ON	180 W
30.	ON	ON	ON	ON	OFF	200 W
31.	ON	ON	ON	ON	ON	205 W

#### 4.2.3. Mencari Persamaan Arus Dari Keluaran Sensor Arus

Dengan rangkaian sensor arus seperti pada Gambar 3.2 dan 3.3 pada bab III diatas maka keluaran yang terbaca oleh input ADC adalah besaran tegangan sehingga untuk mendapatkan nilai arus yang terukur didapat dengan membandingkan nilai tegangan pada masukan ADC dengan nilai arus pada beban. Data hasil perbandingannya seperti pada Tabel berikut ini :

Tabel 4. 2. Data perbandingan tegangan masukan ADC dengan arus beban

No	Daya	Tegangan input ADC	Arus beban	Perbandingan
1.	15 W	423 mV	67,5 mA	0.159 mA
2.	25 W	764 mV	120 mA	0.157 mA

3.	40 W	849 mV	167 mA	0.196 mA
4.	45 W	1128 mV	210 mA	0.186 mA
5.	60 W	1157 mV	240 mA	0.207 mA
6.	70 W	1473 mV	310 mA	0.210 mA
7.	80W	1632 mV	360 mA	0.220 mA
8.	90 W	1910 mV	380 mA	0.198 mA
9.	100 W	1930 mV	390 mA	0.202 mA
10.	105 W	2208 mV	470 mA	0.212 mA

Dengan data pada Tabel 4.2 diatas maka rata-rata nilai perbandingan tegangan pada masukan ADC dengan nilai arus pada beban adalah :

$$\frac{0.159 + 0.157 + 0.196 + 0.186 + 0.207 + 0.210 + 0.220 + 0.198 + 0.202 + 0.212}{10}$$

$$= 0.195 \text{ mA}$$

Sehingga dengan demikian dapat dibuat persamaan nilai arusnya sebagai berikut :

$$\text{Arus} = \text{Tegangan masukan ADC} \times 0.195 \text{ mA}$$

#### 4.3. Unjuk Kerja Alat

Dari perancangan yang telah dilakukan maka dihasilkan sebuah alat yang dapat menampilkan hasil pengukuran arus dan tegangan dari beberapa variasi beban. Tabel 4.3 berikut ini menampilkan beberapa hasil pengukuran arus yang dapat ditampilkan oleh alat yang dirancang.

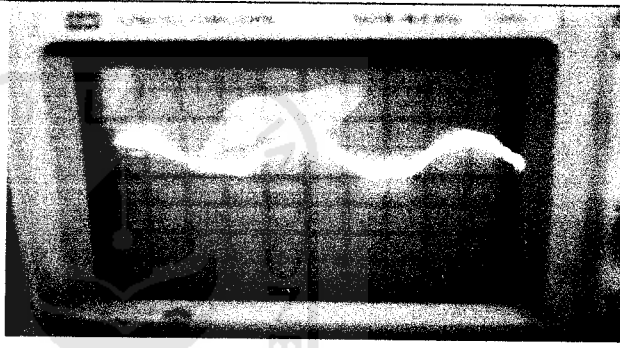
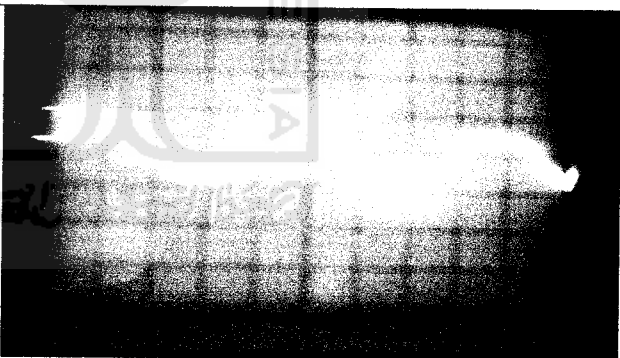
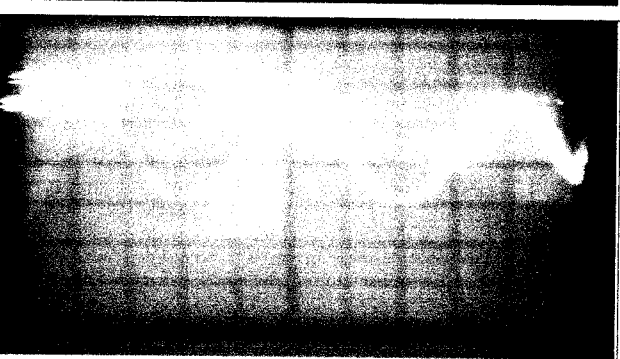
Tabel 4. 3. Data pengukuran alat

Daya	Tampilan Alat	V <sub>p-p</sub>	Arus	Amperemeter
15 Watt		2760 - 2337 = 423 mV	538-455 = 83 mA	67,5 mA
25 Watt		2928 - 2164 = 764 mV	570 - 421 = 149 mA	120 mA
60 Watt		3196 - 2011 = 1185 mV	623-392 = 231 µA	240 mA



Untuk menguji apakah data pengukuran arus yang ditampilkan sudah sesuai maka data tersebut dibandingkan dengan data hasil pengukuran menggunakan osiloskop. Pengukuran menggunakan osiloskop dilakukan pada masukan ADC. Tabel 4.4. berikut menunjukkan hasil pengukuran menggunakan osiloskop.

Tabel 4. 4. Hasil pengukuran dengan osiloskop

Daya beban	Volt/ Div	Div	V <sub>p-p</sub>	Bentuk Gelombang
15 W	0,4 V	1,2	0,48 V	
25 W	0,4 V	2	0,80 V	
60 W	0,4 V	2,9	1,16 V	

Dengan hasil pengukuran seperti pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4. diatas maka dapat dibuat perbandingan pengukuran tegangan dengan menggunakan osiloskop dengan pengukuran menggunakan alat yang dirancang. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4. 5. Data perbandingan pengukuran tegangan

Daya beban	Tegangan Alat	Tegangan Osiloskop
15 watt	0,423 V	0,48 V
25 watt	0,764 V	0,80 V
60 watt	1,185 V	1,16 V

Dari data hasil perbandingan diatas dapat diketahui error pengukuran tegangan adalah sebagai berikut :

$$Error_{(beban)} = \left| \frac{V_{osc} - V_{alat}}{V_{osc}} \right| \times 100\%$$

$$Error_{(15W)} = \left| \frac{0,48 - 0,423}{0,48} \right| \times 100\% = 11,8\%$$

$$Error_{(25W)} = \left| \frac{0,80 - 0,764}{0,80} \right| \times 100\% = 4,5\%$$

$$Error_{(60W)} = \left| \frac{1,16 - 1,185}{1,16} \right| \times 100\% = 2,15\%$$

Tabel 4. 6. Data perbandingan pengukuran tegangan

Daya beban	Arus Alat	Arus (Amperemeter)
15 watt	83 mA	67,5 mA
25 watt	149 mA	120 mA
60 watt	231 mA	240 mA

Dari data hasil perbandingan diatas dapat diketahui error pengukuran arus adalah sebagai berikut :

$$Error_{(beban)} = \left| \frac{I_{(Amp)} - I_{alat}}{I_{(Amp)}} \right| \times 100\%$$

$$Error_{(15W)} = \left| \frac{67,5 - 83}{67,5} \right| \times 100\% = 22,9\%$$

$$Error_{(25W)} = \left| \frac{120 - 149}{120} \right| \times 100\% = 19,4\%$$

$$Error_{(60W)} = \left| \frac{240 - 231}{240} \right| \times 100\% = 3,75\%$$

#### 4.4. Analisa Hasil Pengujian

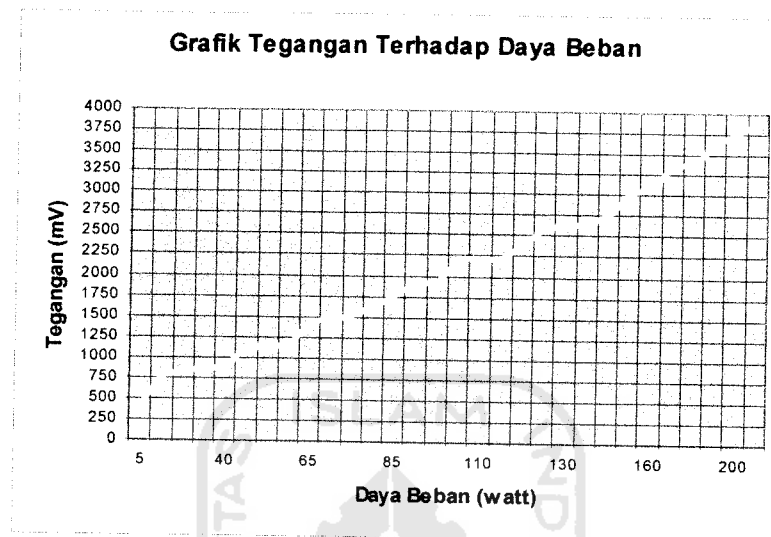
Berdasarkan data dari kombinasi saklar pada Tabel 4.1. didapat jumlah data daya sebanyak 27 buah karena terdapat 4 buah data yang sama. Untuk memenuhi standard jumlah minimum pengambilan data statistik yaitu 30 buah data maka masih diperlukan 3 buah data tambahan. Tambahan 3 daya ini didapat dengan mengganti daya 15 watt dengan 10 watt sehingga didapat daya :

1. 25 watt + 10 watt = 35 watt
2. 40 watt + 10 watt = 50 watt
3. 75 watt + 25 watt + 10 watt = 110 watt

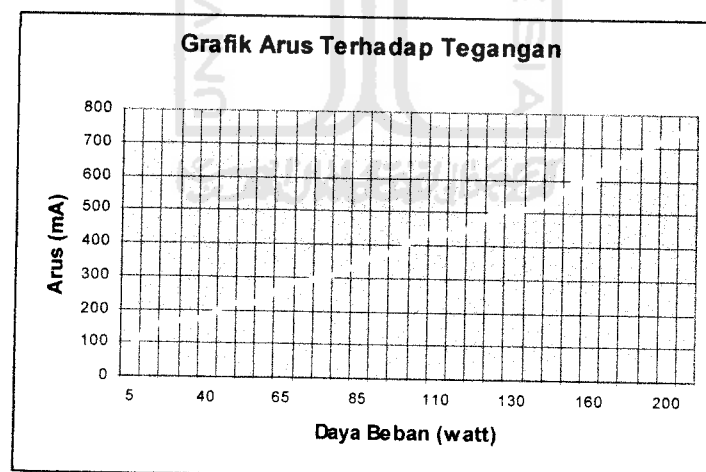
Tabel 4. 7. Pengambilan data pengujian alat

No	Daya	Tegangan (mV)	Arus (mA)
		$V = V_{\text{Puncak}} - V_{\text{Lembah}}$	$I = I_{\text{Puncak}} - I_{\text{Lembah}}$
1	15 W	2760 - 2337 = 423 mV	538-455 = 83 mA
2	25 W	2928 - 2164 = 764 mV	570 - 421 = 149 mA
3	30 W	3144 - 2304 = 840 mV	613 - 449 = 164 mA
4	35 W	3014 - 2150 = 864 mV	587 - 419 = 168 mA
5	40 W	3048 - 2169 = 879 mV	594 - 422 = 172 mA
6	45 W	3115 - 1987 = 1128 mV	607 - 387 = 220 mA
7	50 W	3076 - 1948 = 1128 mV	599 - 379 = 220 mA
8	60 W	3048 - 1891 = 1157 mV	594 - 368 = 226 mA
9	65 W	3144 - 1694 = 1450 mV	613 - 330 = 283 mA
10	70 W	3124 - 1651 = 1473 mV	609 - 321 = 288 mA
11	75 W	3019 - 1497 = 1522 mV	588 - 291 = 297 mA
12	80 W	3187 - 1555 = 1632 mV	621 - 303 = 318 mA
13	85 W	3384 - 1622 = 1762 mV	659 - 316 = 343 mA
14	90 W	3364 - 1454 = 1910 mV	655 - 283 = 372 mA
15	100 W	3494 - 1564 = 1930 mV	681 - 304 = 377 mA
16	105 W	3268 - 1060 = 2208 mV	637 - 206 = 431 mA
17	110 W	3196 - 984 = 2212 mV	623 - 191 = 432 mA
18	115 W	3283 - 1065 = 2218 mV	640 - 207 = 433 mA
19	120 W	3336 - 969 = 2367 mV	650 - 188 = 462 mA
20	125 W	3374 - 768 = 2606 mV	657 - 149 = 508 mA
21	130 W	3326 - 715 = 2611 mV	648 - 139 = 509 mA
22	135 W	3427 - 792 = 2636 mV	668 - 154 = 514 mA
23	140 W	3302 - 537 = 2756 mV	643 - 104 = 539 mA
24	145 W	3475 - 436 = 3039 mV	677 - 85 = 592 mA
25	160 W	3456 - 393 = 3063 mV	673 - 76 = 597 mA
26	165 W	3556 - 201 = 3355 mV	693 - 39 = 654 mA
27	175 W	3580 - 196 = 3384 mV	698 - 38 = 660 mA
28	180 W	3676 - 48 = 3628 mV	716 - 9 = 707 mA
29	200 W	3748 - 0 = 3748 mV	727 - 0 = 727 mA
30	205 W	3892 - 0 = 3892 mV	758 - 0 = 758 mA

Berdasarkan data dari tabel 4.5 dapat dibuat grafik tegangan dan arus berdasarkan daya beban yang digunakan seperti pada Gambar 4.3. dan Gambar 4.4. berikut

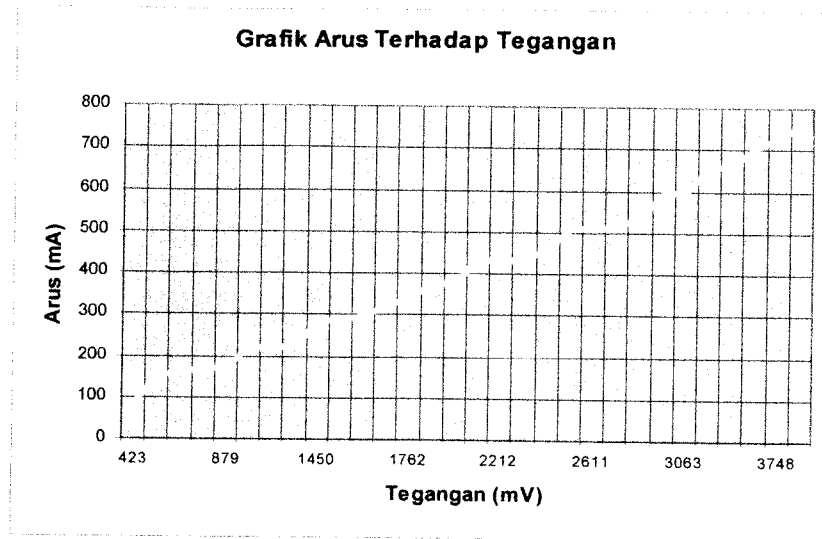


Gambar 4. 3. Grafik Tegangan terhadap Daya beban



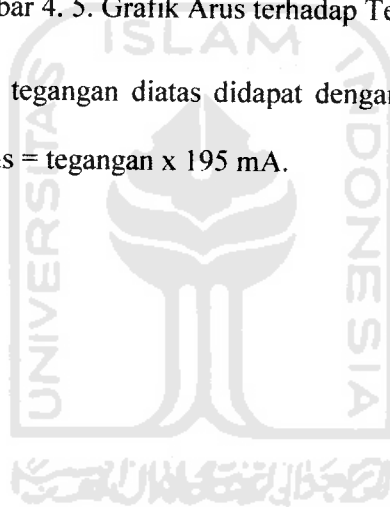
Gambar 4. 4. Grafik Arus terhadap Daya beban

Grafik Gambar 4.5. berikut ini menunjukkan perbandingan arus dan tegangan yang terukur.



Gambar 4. 5. Grafik Arus terhadap Tegangan

Grafik arus dan tegangan diatas didapat dengan persamaan seperti yang dibahas diatas yaitu  $\text{Arus} = \text{tegangan} \times 195 \text{ mA}$ .



## BAB V

### PENUTUP

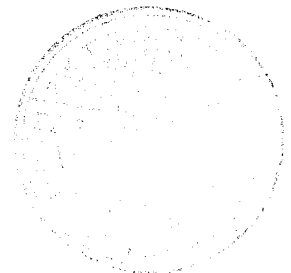
#### 5.1. Kesimpulan

Dari perancangan dan pembahasan pada bab III dan IV dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Simulasi pengukuran arus dan tegangan berbasis PC yang dirancang dapat menampilkan grafik satu gelombang arus dan tegangan untuk 30 variasi daya beban dari 6 buah lampu dengan masing-masing daya : 10 W, 15W, 25 W, 40 W, 60 W dan 75 W
2. Dari data yang diperoleh pada bab IV dapat dinyatakan bahwa semakin besar daya beban maka error tegangan dan arusnya semakin kecil. Error pengukuran tegangan pada beban 15 watt sebesar 11,8 %, pada beban 25 watt sebesar 4,5 % dan pada beban 60 watt errornya sebesar 2,15 %. Sedangkan error pengukuran arus pada beban 15 watt sebesar 22,9 %, pada beban 25 watt sebesar 19,4 % dan pada beban 60 watt errornya sebesar 3,75 %.

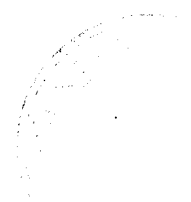
#### 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dari alat ini adalah : untuk mendapatkan hasil pengukuran arus dan tegangan yang lebih presisi sebaiknya pengambilan data sampling dari sensor arus diperbanyak.



## DAFTAR PUSTAKA

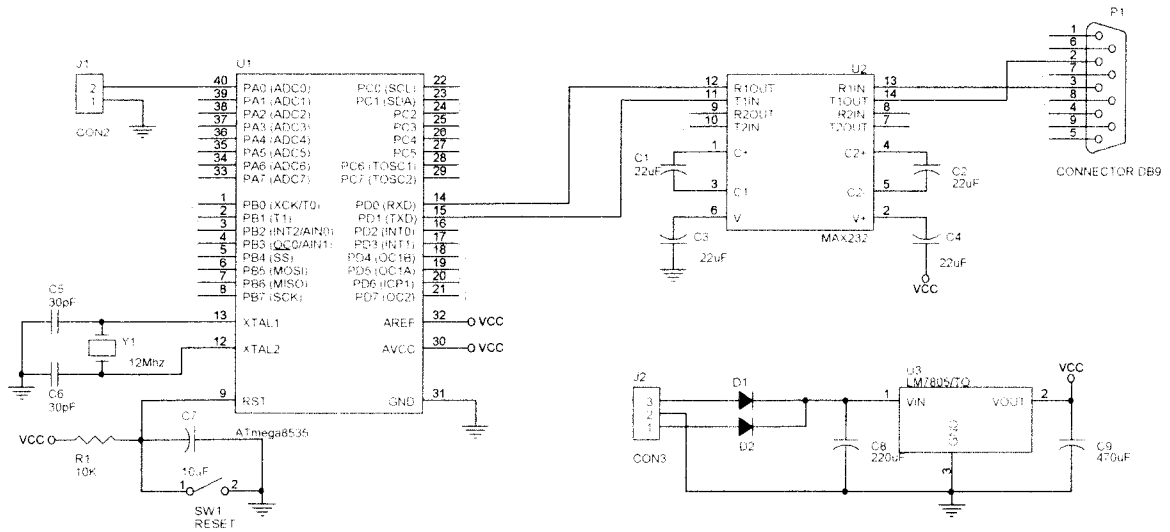
- Atmel, *8 bit AVR Microcontroller With 8 K bytes In-System Programmable Flash ATmega8535, ATmega8535L Preliminary*, available at <http://www.atmel.com>, Atmel Semiconductor.
- Christanto. N, 2004, *Mengakses Perangkat Luar Melalui Serial Port Menggunakan Borland Delphi*, <http://www.sony-ak.com>, Sony AK Knowledge Center
- MADCOMS, 2003, *Seri Panduan Pemrograman "Pemrograman Borland Delphi 7"*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Wardana. L, 2006, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Zukhri. Z, 2003, *Dasar-dasar Pemrograman Visual dengan Delphi 6.0*, Graha Ilmu, Yogyakarta.



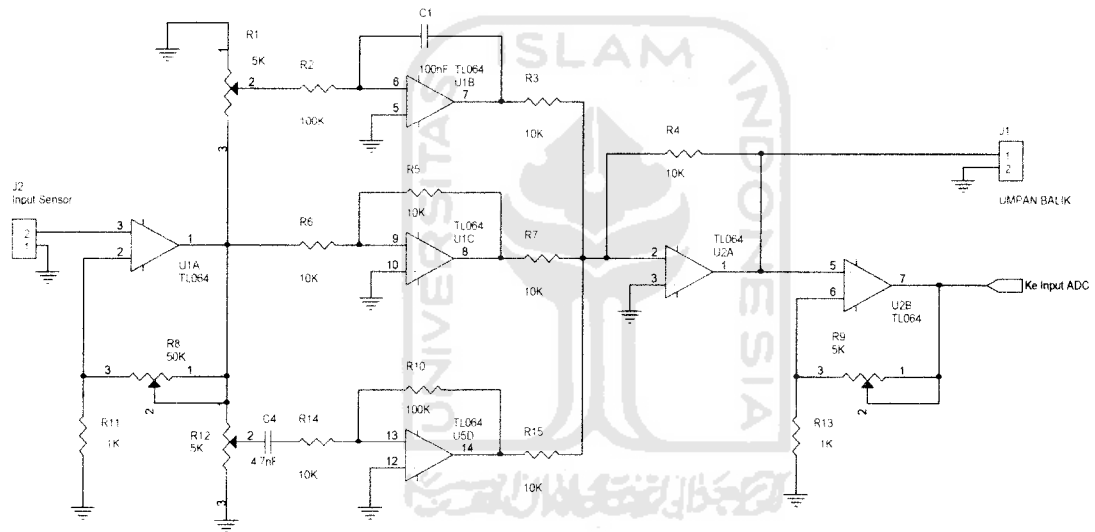


# LAMPIRAN

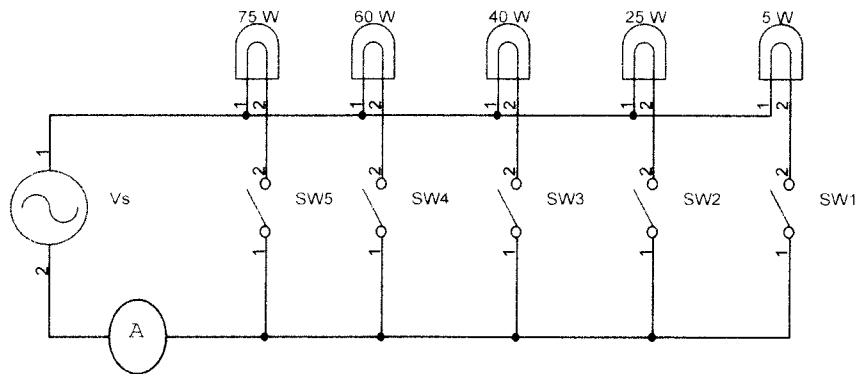




Gambar Rangkaian Mikrokontroler dan Interface RS232



Gambar Rangkaian Penguat Sensor Arus



Rangkaian Beban

```

unit arus;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
  Forms,
  Dialogs, CPort, Grids, ExtCtrls, TeeProcs, TeEngine, Chart, DbChart,
  StdCtrls, Series;

type
  TForm1 = class(TForm)
    StringGrid1: TStringGrid;
    ComPort1: TComPort;
    Button1: TButton;
    Edit5: TEdit;
    Button2: TButton;
    DBChart1: TDBChart;
    Series1: TLineSeries;
    DBChart2: TDBChart;
    Series2: TLineSeries;
    Button3: TButton;
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  procedure Button1Click(Sender: TObject);
  procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
  procedure Button3Click(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

var
  Str, titip : string;
  digit : boolean;
  datake,i,j,k,pembagi, hasilbagi, nomor, baris, baris1 : integer;
 urut : real;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  StringGrid1.ColWidths [0] := 30;
  StringGrid1.ColWidths [1] := 50;
  StringGrid1.ColWidths [2] := 50;
  StringGrid1.ColWidths [3] := 50;

  StringGrid1.Cells[0,0]:= 'No';
  StringGrid1.Cells[1,0]:= 'T (mS)';
  StringGrid1.Cells[2,0]:= 'V (mV)';
  StringGrid1.Cells[3,0]:= 'I (uA)';

  i:=0;
  baris := 1;

```

```

    nomor := 1;
    urut := 0;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    ComPort1.ShowSetupDialog;
    ComPort1.Open;
    Str := 'A';
    ComPort1.WriteStr(Str);
end;

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
begin
    ComPort1.ReadStr(Str, Count);
    Edit5.SelText := Str;
    inc(i);
    if (i = 4) then begin
        stringgrid1.Cells[0,baris]:= inttostr (nomor);
        stringgrid1.Cells[1,baris]:= floattostr(urut);
        stringgrid1.Cells[2,baris]:= Edit5.Text;
        pembagi := strtoint(edit5.Text);
        hasilbagi := (pembagi*195) div 1000;
        stringgrid1.Cells[3,baris]:= inttostr(hasilbagi);
        series1.Add(strtoint(edit5.Text),'',clred);
        series2.Add(strtoint(stringgrid1.Cells[3,baris]),'',clblack);
        urut :=(urut+1);
        inc(nomor);
        inc(baris);
        i:=0;
        Edit5.Text := '';
    end;
end;

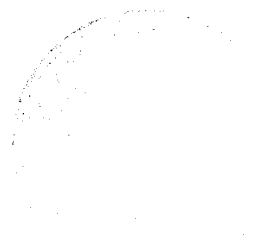
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    comport1.Close;
    application.Terminate;
end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
    series1.Clear;
    series2.Clear;
    i:=0;
    baris := 1;
    nomor := 1;
    urut := 0;
    datake :=0;
    Str := 'A';
    ComPort1.WriteStr(Str);
end;

end.

```

# PROGRAM MICROCONTROLLER



```

                                arus
nolist                          ;Suppress listing of include file
include "m8535def.inc"          ;Define chip particulars
list

equ    fclock                    =4000000
equ    baud_rate                  =19200
equ    ubbr_value                 =(fclock/(16*baud_rate))-1
def    buffer1                    =R13
def    buffer2                    =R14
def    datake                     =r15
def    temp                       =R16
def    temp1                      =R17
.def   titip                      =R18
.def   digit                      =R19
.def   HasilH                    =R20
.def   HasilL                    =R21
.def   delay1                     =R22
.def   delay2                     =R23
.def   delay3                     =R24
.def   temp2                      =R25

.cseg
.org 0
    rjmp    RESET
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    rjmp    ADC1
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    ; INT0
    ; INT1
    ; TIMER2_COMP
    ; TIMER2_OVF
    ; TIMER1_CAPT
    ; TIMER1_COMPA
    ; TIMER1_COMPB
    ; TIMER1_OVF
    ; TIMER0_OVF
    ; SPI, STC
    ; USART, RXC
    ; USART, UDRE
    ; USART, TXC
    ; EE_RDY
    ; ANA_COMP
    ; TWI
    ; INT2
    ; TIMER0_COMP
    ; SPM_RDY
;
ADC1:
    push    temp
    in      temp, SREG
    push    temp
    in      HasilL, ADCL
    in      HasilH, ADCH
    tst     datake
    brne   sana
    cpi     HasilL, 0x0D
    brne   keluar
    cpi     HasilH, 0x02
    brne   keluar
    inc     datake
sana:
    rcall   konversi
    rcall   delay1ms
    inc     digit
keluar:

```

```

                                arus
                                temp
                                SREG,temp
                                temp
                                pop
                                out
                                pop
                                reti

ESET:
    ldi        temp,high(RAMEND)
    out        SPH,temp
    ldi        temp,low(RAMEND)
    out        SPL,temp
    ldi        temp,0x00
    out        DDRA,temp
    ldi        temp,0x00
    out        DDRB,temp
    ldi        temp,0b11101111
    out        DDRC,temp
    ldi        temp,0b11111110
    out        DDRD,temp
    rcall     initUSART
    rcall     initADC
    ldi        Y1,0x60
    clr        HasilL
    clr        HasilH
    clr        digit
    clr        temp2
    clr        datake

ceklagi:
    rcall     usart_rx
    cpi        temp,'A'
    brne     ceklagi
    sei

;
; tunggu:
    cpi        digit,21
    brlo     tunggu
    cli
    rcall     kirimPC
    rjmp     RESET

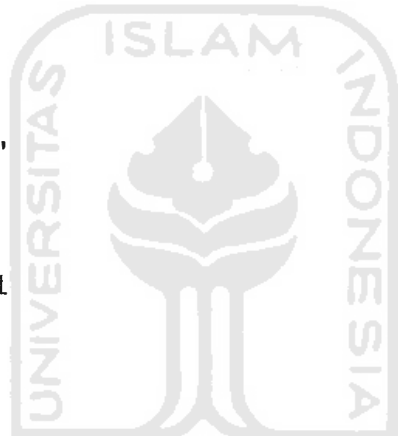
;
; delay1ms:
    ldi        XH,High(1000)
    ldi        XL,Low (1000)

count:
    sbiw      XL,1
    brne     count
    ret

;
; konversi:
    cpi        HasilH,0
    breq     pertama
    cpi        HasilH,1
    breq     kedua
    cpi        HasilH,2
    breq     ketiga
    cpi        HasilH,3
    breq     keempat
    ret

;
; pertama:
    ldi        z1,low(arus1*2)
    ldi        zh,high(arus1*2)

```



```

                rcall    isi_tampilan    arus
edua:          ret
                ldi     z1,low(arus2*2)
                ldi     zh,high(arus2*2)
                rcall    isi_tampilan
etiga:        ret
                ldi     z1,low(arus3*2)
                ldi     zh,high(arus3*2)
                rcall    isi_tampilan
ceempat:     ret
                ldi     z1,low(arus4*2)
                ldi     zh,high(arus4*2)
                rcall    isi_tampilan
                ret
;
isi_tampilan:
                ldi     temp1,4
                mov     temp,HasilL
                cpi     temp,0
                breq    nol
                rcall    isi_Z
nol:          ret
                lpm     temp,r0
                mov     st,Y+,temp
                adiw    z1,1
                dec     temp1
                brne    nol
isi_Z:        ldi     titip,4
                mul     titip,temp
                add     z1,r0
                adc     zh,r1
                ret
;
 kirimPC:     ldi     digit,21
                ldi     Y1,0x60
again1:       ldi     temp1,4
again:        ldi     temp,Y+
                rcall    usart_tx
                rcall    tunda
                dec     temp1
                brne    again
                dec     digit
                brne    again1
                ret
;
initUSART:   ldi     temp,high(ubbr_value)
                out     UBRRH,temp
                ldi     temp,low(ubbr_value)
                out     UBRL,temp
                ldi     temp,(1<<RXEN)|(1<<TXEN)
                out     UCSRB,temp
                ldi     temp,(1<<URSEL)|(3<<UCSZ0)

```





```

out          UCSRC,temp          arus
ret

sart_tx:
sbis        UCSRA,UDRE
rjmp       usart_tx
out        UDR,temp
ret

isart_rx:
sbis        UCSRA,RXC
rjmp       usart_rx
in         temp,UDR
ret

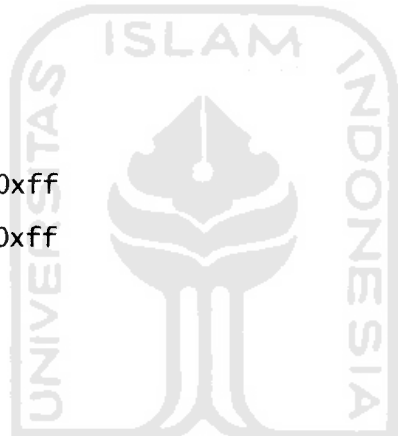
;
initADC:
ldi        temp,0x00
out        ADMUX,temp
ldi        temp,0b11101111
out        ADCSRA,temp
ret

Ldelay:
ldi        delay3,40
waitmore2:
rcall     tunda
dec       delay3
brne     waitmore2
ret

;
tunda:
ldi        delay2,0xff
waitsome:
ldi        delay1,0xff
waitmore1:
dec       delay1
brne     waitmore1
dec       delay2
brne     waitsome
ret

;
arus1:

```



```

.db "0000","0004","0009","0014","0019","0024","0028","0033","0038","0043"
.db "0048","0052","0057","0062","0067","0072","0076","0081","0086","0091"
.db "0096","0100","0105","0110","0115","0120","0124","0129","0134","0139"
.db "0144","0148","0153","0158","0163","0168","0172","0177","0182","0187"
.db "0192","0196","0201","0206","0211","0216","0220","0225","0230","0235"
.db "0240","0244","0249","0254","0259","0264","0268","0273","0278","0283"
.db "0288","0292","0297","0302","0307","0312","0316","0321","0326","0331"
.db "0336","0340","0345","0350","0355","0360","0364","0369","0374","0379"
.db "0384","0388","0393","0398","0403","0408","0412","0417","0422","0427"
.db "0432","0436","0441","0446","0451","0456","0460","0465","0470","0475"
.db "0480","0484","0489","0494","0499","0504","0508","0513","0518","0523"
.db "0528","0532","0537","0542","0547","0552","0556","0561","0566","0571"
.db "0576","0580","0585","0590","0595","0600","0604","0609","0614","0619"
.db "0624","0628","0633","0638","0643","0648","0652","0657","0662","0667"
.db "0672","0676","0681","0686","0691","0696","0700","0705","0710","0715"
.db "0720","0724","0729","0734","0739","0744","0748","0753","0758","0763"
.db "0768","0772","0777","0782","0787","0792","0796","0801","0806","0811"
.db "0816","0820","0825","0830","0835","0840","0844","0849","0854","0859"
.db "0864","0868","0873","0878","0883","0888","0892","0897","0902","0907"
.db "0912","0916","0921","0926","0931","0936","0940","0945","0950","0955"
.db "0960","0964","0969","0974","0979","0984","0988","0993","0998","1003"

```



arus

db "1008", "1012", "1017", "1022", "1027", "1032", "1036", "1041", "1046", "1051"  
 db "1056", "1060", "1065", "1070", "1075", "1080", "1084", "1089", "1094", "1099"  
 db "1104", "1108", "1113", "1118", "1123", "1128", "1132", "1137", "1142", "1147"  
 db "1152", "1156", "1161", "1166", "1171", "1176", "1180", "1185", "1190", "1195"  
 db "1200", "1204", "1209", "1214", "1219", "1224"

.rus2:

db "1228", "1233", "1238", "1243", "1248", "1252", "1257", "1262", "1267", "1272"  
 db "1276", "1281", "1286", "1291", "1296", "1300", "1305", "1310", "1315", "1320"  
 db "1324", "1329", "1334", "1339", "1344", "1348", "1353", "1358", "1363", "1368"  
 db "1372", "1377", "1382", "1387", "1392", "1396", "1401", "1406", "1411", "1416"  
 db "1420", "1425", "1430", "1435", "1440", "1444", "1449", "1454", "1459", "1464"  
 db "1468", "1473", "1478", "1483", "1488", "1492", "1497", "1502", "1507", "1512"  
 db "1516", "1521", "1526", "1531", "1536", "1540", "1545", "1550", "1555", "1560"  
 db "1564", "1569", "1574", "1579", "1584", "1588", "1593", "1598", "1603", "1608"  
 db "1612", "1617", "1622", "1627", "1632", "1636", "1641", "1646", "1651", "1656"  
 db "1660", "1665", "1670", "1675", "1680", "1684", "1689", "1694", "1699", "1704"  
 db "1708", "1713", "1718", "1723", "1728", "1732", "1737", "1742", "1747", "1752"  
 db "1756", "1761", "1766", "1771", "1776", "1780", "1785", "1790", "1795", "1800"  
 db "1804", "1809", "1814", "1819", "1824", "1828", "1833", "1838", "1843", "1848"  
 db "1852", "1857", "1862", "1867", "1872", "1876", "1881", "1886", "1891", "1896"  
 db "1900", "1905", "1910", "1915", "1920", "1924", "1929", "1934", "1939", "1944"  
 db "1948", "1953", "1958", "1963", "1968", "1972", "1977", "1982", "1987", "1992"  
 db "1996", "2001", "2006", "2011", "2016", "2020", "2025", "2030", "2035", "2040"  
 db "2044", "2049", "2054", "2059", "2064", "2068", "2073", "2078", "2083", "2088"  
 db "2092", "2097", "2102", "2107", "2112", "2116", "2121", "2126", "2131", "2136"  
 db "2140", "2145", "2150", "2155", "2160", "2164", "2169", "2174", "2179", "2184"  
 db "2188", "2193", "2198", "2203", "2208", "2212", "2217", "2222", "2227", "2232"  
 db "2236", "2241", "2246", "2251", "2256", "2260", "2265", "2270", "2275", "2280"  
 db "2284", "2289", "2294", "2299", "2304", "2308", "2313", "2318", "2323", "2328"  
 db "2332", "2337", "2342", "2347", "2352", "2356", "2361", "2366", "2371", "2376"  
 db "2380", "2385", "2390", "2395", "2400", "2404", "2409", "2414", "2419", "2424"  
 db "2428", "2433", "2438", "2443", "2448", "2452"

Arus3:

.db "2457", "2462", "2467", "2472", "2476", "2481", "2486", "2491", "2496", "2500"  
 .db "2505", "2510", "2515", "2520", "2524", "2529", "2534", "2539", "2544", "2548"  
 .db "2553", "2558", "2563", "2568", "2572", "2577", "2582", "2587", "2592", "2596"  
 .db "2601", "2606", "2611", "2616", "2620", "2625", "2630", "2635", "2640", "2644"  
 .db "2649", "2654", "2659", "2664", "2668", "2673", "2678", "2683", "2688", "2692"  
 .db "2697", "2702", "2707", "2712", "2716", "2721", "2726", "2731", "2736", "2740"  
 .db "2745", "2750", "2755", "2760", "2764", "2769", "2774", "2779", "2784", "2788"  
 .db "2793", "2798", "2803", "2808", "2812", "2817", "2822", "2827", "2832", "2836"  
 .db "2841", "2846", "2851", "2856", "2860", "2865", "2870", "2875", "2880", "2884"  
 .db "2889", "2894", "2899", "2904", "2908", "2913", "2918", "2923", "2928", "2932"  
 .db "2937", "2942", "2947", "2952", "2956", "2961", "2966", "2971", "2976", "2980"  
 .db "2985", "2990", "2995", "3000", "3004", "3009", "3014", "3019", "3024", "3028"  
 .db "3033", "3038", "3043", "3048", "3052", "3057", "3062", "3067", "3072", "3076"  
 .db "3081", "3086", "3091", "3096", "3100", "3105", "3110", "3115", "3120", "3124"  
 .db "3129", "3134", "3139", "3144", "3148", "3153", "3158", "3163", "3168", "3172"  
 .db "3177", "3182", "3187", "3192", "3196", "3201", "3206", "3211", "3216", "3220"  
 .db "3225", "3230", "3235", "3240", "3244", "3249", "3254", "3259", "3264", "3268"  
 .db "3273", "3278", "3283", "3288", "3292", "3297", "3302", "3307", "3312", "3316"  
 .db "3321", "3326", "3331", "3336", "3340", "3345", "3350", "3355", "3360", "3364"  
 .db "3369", "3374", "3379", "3384", "3388", "3393", "3398", "3403", "3408", "3412"  
 .db "3417", "3422", "3427", "3432", "3436", "3441", "3446", "3451", "3456", "3460"  
 .db "3465", "3470", "3475", "3480", "3484", "3489", "3494", "3499", "3504", "3508"  
 .db "3513", "3518", "3523", "3528", "3532", "3537", "3542", "3547", "3552", "3556"  
 .db "3561", "3566", "3571", "3576", "3580", "3585", "3590", "3595", "3600", "3604"  
 .db "3609", "3614", "3619", "3624", "3628", "3633", "3638", "3643", "3648", "3652"  
 .db "3657", "3662", "3667", "3672", "3676", "3681"

Arus4:

arus

db	"3686"	"3691"	"3696"	"3700"	"3705"	"3710"	"3715"	"3720"	"3724"	"3729"
db	"3734"	"3739"	"3744"	"3748"	"3753"	"3758"	"3763"	"3768"	"3772"	"3777"
db	"3782"	"3787"	"3792"	"3796"	"3801"	"3806"	"3811"	"3816"	"3820"	"3825"
db	"3830"	"3835"	"3840"	"3844"	"3849"	"3854"	"3859"	"3864"	"3868"	"3873"
db	"3878"	"3883"	"3888"	"3892"	"3897"	"3902"	"3907"	"3912"	"3916"	"3921"
db	"3926"	"3931"	"3936"	"3940"	"3945"	"3950"	"3955"	"3960"	"3964"	"3969"
db	"3974"	"3979"	"3984"	"3988"	"3993"	"3998"	"4003"	"4008"	"4012"	"4017"
db	"4022"	"4027"	"4032"	"4036"	"4041"	"4046"	"4051"	"4056"	"4060"	"4065"
db	"4070"	"4075"	"4080"	"4084"	"4089"	"4094"	"4099"	"4104"	"4108"	"4113"
db	"4118"	"4123"	"4128"	"4132"	"4137"	"4142"	"4147"	"4152"	"4156"	"4161"
db	"4166"	"4171"	"4176"	"4180"	"4185"	"4190"	"4195"	"4200"	"4204"	"4209"
db	"4214"	"4219"	"4224"	"4228"	"4233"	"4238"	"4243"	"4248"	"4252"	"4257"
db	"4262"	"4267"	"4272"	"4276"	"4281"	"4286"	"4291"	"4296"	"4300"	"4305"
db	"4310"	"4315"	"4320"	"4324"	"4329"	"4334"	"4339"	"4344"	"4348"	"4353"
db	"4358"	"4363"	"4368"	"4372"	"4377"	"4382"	"4387"	"4392"	"4396"	"4401"
db	"4406"	"4411"	"4416"	"4420"	"4425"	"4430"	"4435"	"4440"	"4444"	"4449"
db	"4454"	"4459"	"4464"	"4468"	"4473"	"4478"	"4483"	"4488"	"4492"	"4497"
db	"4502"	"4507"	"4512"	"4516"	"4521"	"4526"	"4531"	"4536"	"4540"	"4545"
db	"4550"	"4555"	"4560"	"4564"	"4569"	"4574"	"4579"	"4584"	"4588"	"4593"
db	"4598"	"4503"	"4608"	"4612"	"4617"	"4622"	"4627"	"4632"	"4636"	"4641"
db	"4646"	"4651"	"4656"	"4660"	"4665"	"4670"	"4675"	"4680"	"4684"	"4689"
db	"4694"	"4699"	"4704"	"4708"	"4713"	"4718"	"4723"	"4728"	"4732"	"4737"
db	"4742"	"4747"	"4752"	"4756"	"4761"	"4766"	"4771"	"4776"	"4780"	"4785"
db	"4790"	"4795"	"4800"	"4804"	"4809"	"4814"	"4819"	"4824"	"4828"	"4833"
db	"4838"	"4843"	"4848"	"4852"	"4857"	"4862"	"4867"	"4872"	"4876"	"4881"
db	"4886"	"4891"	"4896"	"4900"	"4905"	"4910"				



TABEL LAMPIRAN 1



Tabel Lampiran 1

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
0	0	0
1	0.004780058	1
2	0.009560116	2
3	0.014340174	3
4	0.019120232	4
5	0.02390029	5
6	0.028680348	6
7	0.033460406	7
8	0.038240464	8
9	0.043020522	9
10	0.04780058	A
11	0.052580638	B
12	0.057360696	C
13	0.062140754	D
14	0.066920812	E
15	0.07170087	F
16	0.076480928	10
17	0.081260986	11
18	0.086041044	12
19	0.090821102	13
20	0.09560116	14
21	0.100381218	15
22	0.105161276	16
23	0.109941334	17
24	0.114721392	18
25	0.11950145	19
26	0.124281508	1A
27	0.129061566	1B
28	0.133841624	1C
29	0.138621682	1D
30	0.14340174	1E
31	0.148181798	1F
32	0.152961856	20
33	0.157741914	21
34	0.162521972	22
35	0.16730203	23
36	0.172082088	24
37	0.176862146	25
38	0.181642204	26
39	0.186422262	27
40	0.19120232	28
41	0.195982378	29
42	0.200762436	2A
43	0.205542494	2B



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
44	0.210322552	2C
45	0.21510261	2D
46	0.219882668	2E
47	0.224662726	2F
48	0.229142784	30
49	0.234222842	31
50	0.2390029	32
51	0.243782958	33
52	0.248563016	34
53	0.253343074	35
54	0.258123132	36
55	0.26290319	37
56	0.267683248	38
57	0.272463306	39
58	0.277243364	3A
59	0.282023422	3B
60	0.28680348	3C
61	0.291583538	3D
62	0.296363596	3E
63	0.301143654	3F
64	0.305923712	40
65	0.31070377	41
66	0.315483828	42
67	0.320263886	43
68	0.325043944	44
69	0.329824002	45
70	0.33460406	46
71	0.339384118	47
72	0.344164176	48
73	0.348944234	49
74	0.353724292	4A
75	0.35850435	4B
76	0.363284408	4C
77	0.368064466	4D
78	0.372844524	4E
79	0.377624582	4F
80	0.38240464	50
81	0.387184698	51
82	0.391964756	52
83	0.396744814	53
84	0.401524872	54
85	0.40630493	55
86	0.411084988	56
87	0.415865046	57



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
88	0.420645104	58
89	0.425425162	59
90	0.43020522	5A
91	0.434985278	5B
92	0.439765336	5C
93	0.444545394	5D
94	0.449325452	5E
95	0.45410551	5F
96	0.458885568	60
97	0.463665626	61
98	0.468445684	62
99	0.473225742	63
100	0.4780058	64
101	0.482785858	65
102	0.487565916	66
103	0.492345974	67
104	0.497126032	68
105	0.50190609	69
106	0.506686148	6A
107	0.511466206	6B
108	0.516246264	6C
109	0.521026322	6D
110	0.52580638	6E
111	0.530586438	6F
112	0.535366496	70
113	0.540146554	71
114	0.544926612	72
115	0.54970667	73
116	0.554486728	74
117	0.559266786	75
118	0.564046844	76
119	0.568826902	77
120	0.57360696	78
121	0.578387018	79
122	0.583167076	7A
123	0.587947134	7B
124	0.592727192	7C
125	0.59750725	7D
126	<b>0.602287308</b>	7E
127	0.607067366	7F
128	0.611847424	80
129	0.616627482	81
130	0.62140754	82
131	0.626187598	83



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
132	0.630967656	84
133	0.635747714	85
134	0.640527772	86
135	0.64530783	87
136	0.650087888	88
137	0.654867946	89
138	0.659648004	8A
139	0.664428062	8B
140	0.66920812	8C
141	0.673988178	8D
142	0.678768236	8E
143	0.683548294	8F
144	0.688328352	90
145	0.69310841	91
146	0.697888468	92
147	0.702668526	93
148	0.707448584	94
149	0.712228642	95
150	0.7170087	96
151	0.721788758	97
152	0.726568816	98
153	0.731348874	99
154	0.736128932	9A
155	0.74090899	9B
156	0.745689048	9C
157	0.750469106	9D
158	0.755249164	9E
159	0.760029222	9F
160	0.76480928	A0
161	0.769589338	A1
162	0.774369396	A2
163	0.779149454	A3
164	0.783929512	A4
165	0.78870957	A5
166	0.793489628	A6
167	0.798269686	A7
168	0.803049744	A8
169	0.807829802	A9
170	0.81260986	AA
171	0.817389918	AB
172	0.822169976	AC
173	0.826950034	AD
174	0.831730092	AE
175	0.83651015	AF





Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
176	0.841290208	B0
177	0.846070266	B1
178	0.850850324	B2
179	0.855630382	B3
180	0.86041044	B4
181	0.865190498	B5
182	0.869970556	B6
183	0.874750614	B7
184	0.879530672	B8
185	0.88431073	B9
186	0.889090788	BA
187	0.893870846	BB
188	0.898650904	BC
189	0.903430962	BD
190	0.90821102	BE
191	0.912991078	BF
192	0.917771136	C0
193	0.922551194	C1
194	0.927331252	C2
195	0.93211131	C3
196	0.936891368	C4
197	0.941671426	C5
198	0.946451484	C6
199	0.951231542	C7
200	0.9560116	C8
201	0.960791658	C9
202	0.965571716	CA
203	0.970351774	CB
204	0.975131832	CC
205	0.97991189	CD
206	0.984691948	CE
207	0.989472006	CF
208	0.994252064	D0
209	0.999032122	D1
210	1.00381218	D2
211	1.008592238	D3
212	1.013372296	D4
213	1.018152354	D5
214	1.022932412	D6
215	1.02771247	D7
216	1.032492528	D8
217	1.037272586	D9
218	1.042052644	DA
219	1.046832702	DB



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
220	1.05161276	DC
221	1.056392818	DD
222	1.061172876	DE
223	1.065952934	DF
224	1.070732992	E0
225	1.07551305	E1
226	1.080293108	E2
227	1.085073166	E3
228	1.089853224	E4
229	1.094633282	E5
230	1.09941334	E6
231	1.104193398	E7
232	1.108973456	E8
233	1.113753514	E9
234	1.118533572	EA
235	1.12331363	EB
236	1.128093688	EC
237	1.132873746	ED
238	1.137653804	EE
239	1.142433862	EF
240	1.14721392	F0
241	1.151993978	F1
242	1.156774036	F2
243	1.161554094	F3
244	1.166334152	F4
245	1.17111421	F5
246	1.175894268	F6
247	1.180674326	F7
248	1.185454384	F8
249	1.190234442	F9
250	1.1950145	FA
251	1.199794558	FB
252	1.204574616	FC
253	1.209354674	FD
254	1.214134732	FE
255	1.21891479	FF
256	1.223694848	100
257	1.228474906	101
258	1.233254964	102
259	1.238035022	103
260	1.24281508	104
261	1.247595138	105
262	1.252375196	106
263	1.257155254	107



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
264	1.261935312	108
265	1.26671537	109
266	1.271495428	10A
267	1.276275486	10B
268	1.281055544	10C
269	1.285835602	10D
270	1.29061566	10E
271	1.295395718	10F
272	1.300175776	110
273	1.304955834	111
274	1.309735892	112
275	1.31451595	113
276	1.319296008	114
277	1.324076066	115
278	1.328856124	116
279	1.333636182	117
280	1.33841624	118
281	1.343196298	119
282	1.347976356	11A
283	1.352756414	11B
284	1.357536472	11C
285	1.36231653	11D
286	1.367096588	11E
287	1.371876646	11F
288	1.376656704	120
289	1.381436762	121
290	1.38621682	122
291	1.390996878	123
292	1.395776936	124
293	1.400556994	125
294	1.405337052	126
295	1.41011711	127
296	1.414897168	128
297	1.419677226	129
298	1.424457284	12A
299	1.429237342	12B
300	1.4340174	12C
301	1.438797458	12D
302	1.443577516	12E
303	1.448357574	12F
304	1.453137632	130
305	1.45791769	131
306	1.462697748	132
307	1.467477806	133



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
308	1.472257864	134
309	1.477037922	135
310	1.48181798	136
311	1.486598038	137
312	1.491378096	138
313	1.496158154	139
314	1.500938212	13A
315	1.50571827	13B
316	1.510498328	13C
317	1.515278386	13D
318	1.520058444	13E
319	1.524838502	13F
320	1.52961856	140
321	1.534398618	141
322	1.539178676	142
323	1.543958734	143
324	1.548738792	144
325	1.55351885	145
326	1.558298908	146
327	1.563078966	147
328	1.567859024	148
329	1.572639082	149
330	1.57741914	14A
331	1.582199198	14B
332	1.586979256	14C
333	1.591759314	14D
334	1.596539372	14E
335	1.60131943	14F
336	1.606099488	150
337	1.610879546	151
338	1.615659604	152
339	1.620439662	153
340	1.62521972	154
341	1.629999778	155
342	1.634779836	156
343	1.639559894	157
344	1.644339952	158
345	1.64912001	159
346	1.653900068	15A
347	1.658680126	15B
348	1.663460184	15C
349	1.668240242	15D
350	1.6730203	15E
351	1.677800358	15F



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
352	1.682580416	160
353	1.687360474	161
354	1.692140532	162
355	1.69692059	163
356	1.701700648	164
357	1.706480706	165
358	1.711260764	166
359	1.716040822	167
360	1.72082088	168
361	1.725600938	169
362	1.730380996	16A
363	1.735161054	16B
364	1.739941112	16C
365	1.74472117	16D
366	1.749501228	16E
367	1.754281286	16F
368	1.759061344	170
369	1.763841402	171
370	1.76862146	172
371	1.773401518	173
372	1.778181576	174
373	1.782961634	175
374	1.787741692	176
375	1.79252175	177
376	1.797301808	178
377	1.802081866	179
378	1.806861924	17A
379	1.811641982	17B
380	1.81642204	17C
381	1.821202098	17D
382	1.825982156	17E
383	1.830762214	17F
384	1.835542272	180
385	1.84032233	181
386	1.845102388	182
387	1.849882446	183
388	1.854662504	184
389	1.859442562	185
390	1.86422262	186
391	1.869002678	187
392	1.873782736	188
393	1.878562794	189
394	1.883342852	18A
395	1.88812291	18B



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
396	1.892902968	18C
397	1.897683026	18D
398	1.902463084	18E
399	1.907243142	18F
400	1.9120232	190
401	1.916803258	191
402	1.921583316	192
403	1.926363374	193
404	1.931143432	194
405	1.93592349	195
406	1.940703548	196
407	1.945483606	197
408	1.950263664	198
409	1.955043722	199
410	1.95982378	19A
411	1.964603838	19B
412	1.969383896	19C
413	1.974163954	19D
414	1.978944012	19E
415	1.98372407	19F
416	1.988504128	1A0
417	1.993284186	1A1
418	1.998064244	1A2
419	2.002844302	1A3
420	2.00762436	1A4
421	2.012404418	1A5
422	2.017184476	1A6
423	2.021964534	1A7
424	2.026744592	1A8
425	2.03152465	1A9
426	2.036304708	1AA
427	2.041084766	1AB
428	2.045864824	1AC
429	2.050644882	1AD
430	2.05542494	1AE
431	2.060204998	1AF
432	2.064985056	1B0
433	2.069765114	1B1
434	2.074545172	1B2
435	2.07932523	1B3
436	2.084105288	1B4
437	2.088885346	1B5
438	2.093665404	1B6
439	2.098445462	1B7



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
440	2.10322552	1B8
441	2.108005578	1B9
442	2.112785636	1BA
443	2.117565694	1BB
444	2.122345752	1BC
445	2.12712581	1BD
446	2.131905868	1BE
447	2.136685926	1BF
448	2.141465984	1C0
449	2.146246042	1C1
450	2.1510261	1C2
451	2.155806158	1C3
452	2.160586216	1C4
453	2.165366274	1C5
454	2.170146332	1C6
455	2.17492639	1C7
456	2.179706448	1C8
457	2.184486506	1C9
458	2.189266564	1CA
459	2.194046622	1CB
460	2.19882668	1CC
461	2.203606738	1CD
462	2.208386796	1CE
463	2.213166854	1CF
464	2.217946912	1D0
465	2.22272697	1D1
466	2.227507028	1D2
467	2.232287086	1D3
468	2.237067144	1D4
469	2.241847202	1D5
470	2.24662726	1D6
471	2.251407318	1D7
472	2.256187376	1D8
473	2.260967434	1D9
474	2.265747492	1DA
475	2.27052755	1DB
476	2.275307608	1DC
477	2.280087666	1DD
478	2.284867724	1DE
479	2.289647782	1DF
480	2.29442784	1E0
481	2.299207898	1E1
482	2.10322552	1E2
483	2.108005578	1E3



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
484	2.303987956	1E4
485	2.308768014	1E5
486	2.313548072	1E6
487	2.31832813	1E7
488	2.323108188	1E8
489	2.327888246	1E9
490	2.332668304	1EA
491	2.337448362	1EB
492	2.34222842	1EC
493	2.347008478	1ED
494	2.351788536	1EE
495	2.356568594	1EF
496	2.361348652	1F0
497	2.36612871	1F1
498	2.370908768	1F2
499	2.375688826	1F3
500	2.380468884	1F4
501	2.385248942	1F5
502	2.390029	1F6
503	2.394809058	1F7
504	2.399589116	1F8
505	2.404369174	1F9
506	2.409149232	1FA
507	2.41392929	1FB
508	2.418709348	1FC
509	2.423489406	1FD
510	2.428269464	1FE
511	2.433049522	1FF
512	2.43782958	200
513	2.442609638	201
514	2.447389696	202
515	2.452169754	203
516	2.456949812	204
517	2.46172987	205
518	2.466509928	206
519	2.471289986	207
520	2.476070044	208
521	2.480850102	209
522	2.48563016	20A
523	2.490410218	20B
524	2.495190276	20C
525	2.499970334	20D
526	2.504750392	20E
527	2.50953045	20F





Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
528	2.523870624	210
529	2.528650682	211
530	2.53343074	212
531	2.538210798	213
532	2.542990856	214
533	2.547770914	215
534	2.552550972	216
535	2.55733103	217
536	2.562111088	218
537	2.566891146	219
538	2.571671204	21A
539	2.576451262	21B
540	2.58123132	21C
541	2.586011378	21D
542	2.590791436	21E
543	2.595571494	21F
544	2.600351552	220
545	2.60513161	221
546	2.609911668	222
547	2.614691726	223
548	2.619471784	224
549	2.624251842	225
550	2.6290319	226
551	2.633811958	227
552	2.638592016	228
553	2.643372074	229
554	2.648152132	22A
555	2.65293219	22B
556	2.657712248	22C
557	2.662492306	22D
558	2.667272364	22E
559	2.672052422	22F
560	2.67683248	230
561	2.681612538	231
562	2.686392596	232
563	2.691172654	233
564	2.695952712	234
565	2.70073277	235
566	2.705512828	236
567	2.710292886	237
568	2.715072944	238
569	2.719853002	239
570	2.72463306	23A
571	2.729413118	23B



Tabel Lampiran I lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
572	2.734193176	23C
573	2.738973234	23D
574	2.743753292	23E
575	2.74853335	23F
576	2.753313408	240
577	2.758093466	241
578	2.762873524	242
579	2.767653582	243
580	2.77243364	244
581	2.777213698	245
582	2.781993756	246
583	2.786773814	247
584	2.791553872	248
585	2.79633393	249
586	2.801113988	24A
587	2.805894046	24B
588	2.810674104	24C
589	2.815454162	24D
590	2.82023422	24E
591	2.825014278	24F
592	2.829794336	250
593	2.834574394	251
594	2.839354452	252
595	2.84413451	253
596	2.848914568	254
597	2.853694626	255
598	2.858474684	256
599	2.863254742	257
600	2.8680348	258
601	2.872814858	259
602	2.877594916	25A
603	2.882374974	25B
604	2.887155032	25C
605	2.89193509	25D
606	2.896715148	25E
607	2.901495206	25F
608	2.906275264	260
609	2.911055322	261
610	2.91583538	262
611	2.920615438	263
612	2.925395496	264
613	2.930175554	265
614	2.934955612	266
615	2.93973567	267



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
616	2.944515728	268
617	2.949295786	269
618	2.954075844	26A
619	2.958855902	26B
620	2.96363596	26C
621	2.968416018	26D
622	2.973196076	26E
623	2.977976134	26F
624	2.982756192	270
625	2.98753625	271
626	2.992316308	272
627	2.997096366	273
628	3.001876424	274
629	3.006656482	275
630	3.01143654	276
631	3.016216598	277
632	3.020996656	278
633	3.025776714	279
634	3.030556772	27A
635	3.03533683	27B
636	3.040116888	27C
637	3.044896946	27D
638	3.049677004	27E
639	3.054457062	27F
640	3.05923712	280
641	3.064017178	281
642	3.068797236	282
643	3.073577294	283
644	3.078357352	284
645	3.08313741	285
646	3.087917468	286
647	3.092697526	287
648	3.097477584	288
649	3.102257642	289
650	3.1070377	28A
651	3.111817758	28B
652	3.116597816	28C
653	3.121377874	28D
654	3.126157932	28E
655	3.13093799	28F
656	3.135718048	290
657	3.140498106	291
658	3.145278164	292
659	3.150058222	293



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
660	3.15483828	294
661	3.159618338	295
662	3.164398396	296
663	3.169178454	297
664	3.173958512	298
665	3.17873857	299
666	3.183518628	29A
667	3.188298686	29B
668	3.193078744	29C
669	3.197858802	29D
670	3.20263886	29E
671	3.207418918	29F
672	3.212198976	2A0
673	3.216979034	2A1
674	3.221759092	2A2
675	3.22653915	2A3
676	3.231319208	2A4
677	3.236099266	2A5
678	3.240879324	2A6
679	3.245659382	2A7
680	3.25043944	2A8
681	3.255219498	2A9
682	3.259999556	2AA
683	3.264779614	2AB
684	3.269559672	2AC
685	3.27433973	2AD
686	3.279119788	2AE
687	3.283899846	2AF
688	3.288679904	2B0
689	3.293459962	2B1
690	3.29824002	2B2
691	3.303020078	2B3
692	3.307800136	2B4
693	3.312580194	2B5
694	3.317360252	2B6
695	3.32214031	2B7
696	3.326920368	2B8
697	3.331700426	2B9
698	3.336480484	2BA
699	3.341260542	2BB
700	3.3460406	2BC
701	3.350820658	2BD
702	3.355600716	2BE
703	3.360380774	2BF



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
704	3.365160832	2C0
705	3.36994089	2C1
706	3.374720948	2C2
707	3.379501006	2C3
708	3.384281064	2C4
709	3.389061122	2C5
710	3.39384118	2C6
711	3.398621238	2C7
712	3.403401296	2C8
713	3.408181354	2C9
714	3.412961412	2CA
715	3.41774147	2CB
716	3.422521528	2CC
717	3.427301586	2CD
718	3.432081644	2CE
719	3.436861702	2CF
720	3.44164176	2D0
721	3.446421818	2D1
722	3.451201876	2D2
723	3.455981934	2D3
724	3.460761992	2D4
725	3.46554205	2D5
726	3.470322108	2D6
727	3.475102166	2D7
728	3.479882224	2D8
729	3.484662282	2D9
730	3.48944234	2DA
731	3.494222398	2DB
732	3.499002456	2DC
733	3.503782514	2DD
734	3.508562572	2DE
735	3.51334263	2DF
736	3.518122688	2E0
737	3.522902746	2E1
738	3.527682804	2E2
739	3.532462862	2E3
740	3.53724292	2E4
741	3.542022978	2E5
742	3.546803036	2E6
743	3.551583094	2E7
744	3.556363152	2E8
745	3.56114321	2E9
746	3.565923268	2EA
747	3.570703326	2EB



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
748	3.575483384	2EC
749	3.580263442	2ED
750	3.5850435	2EE
751	3.589823558	2EF
752	3.594603616	2F0
753	3.599383674	2F1
754	3.604163732	2F2
755	3.60894379	2F3
756	3.613723848	2F4
757	3.618503906	2F5
758	3.623283964	2F6
759	3.628064022	2F7
760	3.63284408	2F8
761	3.637624138	2F9
762	3.642404196	2FA
763	3.647184254	2FB
764	3.651964312	2FC
765	3.65674437	2FD
766	3.661524428	2FE
767	3.666304486	2FF
768	3.671084544	300
769	3.675864602	301
770	3.68064466	302
771	3.685424718	303
772	3.690204776	304
773	3.694984834	305
774	3.699764892	306
775	3.70454495	307
776	3.709325008	308
777	3.714105066	309
778	3.718885124	30A
779	3.723665182	30B
780	3.72844524	30C
781	3.733225298	30D
782	3.738005356	30E
783	3.742785414	30F
784	3.747565472	310
785	3.75234553	311
786	3.757125588	312
787	3.761905646	313
788	3.766685704	314
789	3.771465762	315
790	3.77624582	316
791	3.781025878	317



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
792	3.785805936	318
793	3.790585994	319
794	3.795366052	31A
795	3.80014611	31B
796	3.804926168	31C
797	3.809706226	31D
798	3.814486284	31E
799	3.819266342	31F
800	3.8240464	320
801	3.828826458	321
802	3.833606516	322
803	3.838386574	323
804	3.843166632	324
805	3.84794669	325
806	3.852726748	326
807	3.857506806	327
808	3.862286864	328
809	3.867066922	329
810	3.87184698	32A
811	3.876627038	32B
812	3.881407096	32C
813	3.886187154	32D
814	3.890967212	32E
815	3.89574727	32F
816	3.900527328	330
817	3.905307386	331
818	3.910087444	332
819	3.914867502	333
820	3.91964756	334
821	3.924427618	335
822	3.929207676	336
823	3.933987734	337
824	3.938767792	338
825	3.94354785	339
826	3.948327908	33A
827	3.953107966	33B
828	3.957888024	33C
829	3.962668082	33D
830	3.96744814	33E
831	3.972228198	33F
832	3.977008256	340
833	3.981788314	341
834	3.986568372	342
835	3.99134843	343



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
836	3.996128488	344
837	4.000908546	345
838	4.005688604	346
839	4.010468662	347
840	4.01524872	348
841	4.020028778	349
842	4.024808836	34A
843	4.029588894	34B
844	4.034368952	34C
845	4.03914901	34D
846	4.043929068	34E
847	4.048709126	34F
848	4.053489184	350
849	4.058269242	351
850	4.0630493	352
851	4.067829358	353
852	4.072609416	354
853	4.077389474	355
854	4.082169532	356
855	4.08694959	357
856	4.091729648	358
857	4.096509706	359
858	4.101289764	35A
859	4.106069822	35B
860	4.11084988	35C
861	4.115629938	35D
862	4.120409996	35E
863	4.125190054	35F
864	4.129970112	360
865	4.13475017	361
866	4.139530228	362
867	4.144310286	363
868	4.149090344	364
869	4.153870402	365
870	4.15865046	366
871	4.163430518	367
872	4.168210576	368
873	4.172990634	369
874	4.177770692	36A
875	4.18255075	36B
876	4.187330808	36C
877	4.192110866	36D
878	4.196890924	36E
879	4.201670982	36F





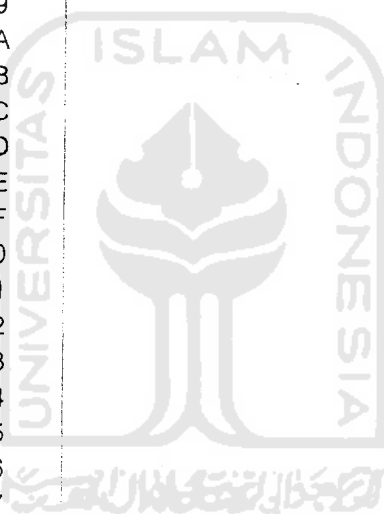
Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
880	4.20645104	370
881	4.211231098	371
882	4.216011156	372
883	4.220791214	373
884	4.225571272	374
885	4.23035133	375
886	4.235131388	376
887	4.239911446	377
888	4.244691504	378
889	4.249471562	379
890	4.25425162	37A
891	4.259031678	37B
892	4.263811736	37C
893	4.268591794	37D
894	4.273371852	37E
895	4.27815191	37F
896	4.282931968	380
897	4.287712026	381
898	4.292492084	382
899	4.297272142	383
900	4.3020522	384
901	4.306832258	385
902	4.311612316	386
903	4.316392374	387
904	4.321172432	388
905	4.32595249	389
906	4.330732548	38A
907	4.335512606	38B
908	4.340292664	38C
909	4.345072722	38D
910	4.34985278	38E
911	4.354632838	38F
912	4.359412896	390
913	4.364192954	391
914	4.368973012	392
915	4.37375307	393
916	4.378533128	394
917	4.383313186	395
918	4.388093244	396
919	4.392873302	397
920	4.39765336	398
921	4.402433418	399
922	4.407213476	39A
923	4.411993534	39B



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
924	4.416773592	39C
925	4.42155365	39D
926	4.426333708	39E
927	4.431113766	39F
928	4.435893824	3A0
929	4.440673882	3A1
930	4.44545394	3A2
931	4.450233998	3A3
932	4.455014056	3A4
933	4.459794114	3A5
934	4.464574172	3A6
935	4.46935423	3A7
936	<b>4.474134288</b>	3A8
937	4.478914346	3A9
938	4.483694404	3AA
939	4.488474462	3AB
940	4.49325452	3AC
941	4.498034578	3AD
942	4.502814636	3AE
943	4.507594694	3AF
944	4.512374752	3B0
945	4.51715481	3B1
946	4.521934868	3B2
947	4.526714926	3B3
948	4.531494984	3B4
949	4.536275042	3B5
950	4.5410551	3B6
951	4.545835158	3B7
952	4.550615216	3B8
953	4.555395274	3B9
954	4.560175332	3BA
955	4.56495539	3BB
956	4.569735448	3BC
957	4.574515506	3BD
958	4.579295564	3BE
959	4.584075622	3BF
960	4.58885568	3C0
961	4.593635738	3C1
962	4.598415796	3C2
963	4.603195854	3C3
964	4.607975912	3C4
965	4.61275597	3C5
966	4.416773592	3C6
967	4.42155365	3C7



Tabel Lampiran I lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
968	4.617536028	3C8
969	4.622316086	3C9
970	4.627096144	3CA
971	4.631876202	3CB
972	4.63665626	3CC
973	4.641436318	3CD
974	4.646216376	3CE
975	4.650996434	3CF
976	4.655776492	3D0
977	4.66055655	3D1
978	4.665336608	3D2
979	4.670116666	3D3
980	4.674896724	3D4
981	4.679676782	3D5
982	4.68445684	3D6
983	4.689236898	3D7
984	4.694016956	3D8
985	4.698797014	3D9
986	4.703577072	3DA
987	4.70835713	3DB
988	4.713137188	3DC
989	4.717917246	3DD
990	4.722697304	3DE
991	4.727477362	3DF
992	4.73225742	3E0
993	4.737037478	3E1
994	4.741817536	3E2
995	4.746597594	3E3
996	4.751377652	3E4
997	4.75615771	3E5
998	4.760937768	3E6
999	4.765717826	3E7
1000	4.770497884	3E8
1001	4.775277942	3E9
1002	4.780058	3EA
1003	4.784838058	3EB
1004	4.789618116	3EC
1005	4.794398174	3ED
1006	4.799178232	3EE
1007	4.80395829	3EF
1008	4.808738348	3F0
1009	4.813518406	3F1
1010	4.818298464	3F2
1011	4.823078522	3F3



Tabel Lampiran 1 lanjutan.....

DECIMAL	Vin (Volt)	ADC (Hex)
1012	4.837418696	3F4
1013	4.842198754	3F5
1014	4.846978812	3F6
1015	4.85175887	3F7
1016	4.856538928	3F8
1017	4.861318986	3F9
1018	4.866099044	3FA
1019	4.870879102	3FB
1020	4.87565916	3FC
1021	4.880439218	3FD
1022	4.885219276	3FE
1023	4.889999334	3FF

