



TUGAS AKHIR - TE090362

## DETEKSI DINI ARUS BOCOR PADA KABEL *SCREEN* UNTUK MENCEGAH HUBUNG SINGKAT PADA KABEL TANAH MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

Ayu Sulih Handayani.  
NRP 2211038010

Dosen Pembimbing  
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.  
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

PROGRAM D3 TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - TE090362

**DETEKSI DINI ARUS BOCOR PADA KABEL *SCREEN*  
UNTUK MENCEGAH HUBUNG SINGKAT PADA KABEL  
TANAH MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER**

Ayu Sulih Handayani.  
NRP 2211038010

Dosen Pembimbing  
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.  
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

PROGRAM D3 TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



**FINAL PROJECT - TE090362**

***Early Detection Leakage Currents On Screen Cable To Prevent Short Circuit On Ground Cable Using Microcontroller***

Ayu Sulih Handayani.  
ID 2211038010

Conseullor  
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.  
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

ELECTRICAL ENGINEERING D3 STUDY PROGRAM  
Industrial Technology Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



**FINAL PROJECT - TE090362**

***Early Detection Leakage Currents On Screen Cable To Prevent Short Circuit On Ground Cable Using Microcontroller***

Ayu Sulih Handayani.  
ID 2211038010

Conseullor  
Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.  
Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.

ELECTRICAL ENGINEERING D3 STUDY PROGRAM  
Industrial Technology Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014

**DETEKSI DINI ARUS BOCOR PADA KABEL *SCREEN* UNTUK  
MENCEGAH HUBUNG SINGKAT PADA KABEL TANAH  
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada**

**Bidang Studi Teknik Listrik  
Jurusan Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.**

**Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.**

**NIP. 1973 09 27 1998 03 1 004**

**NIP. 1981 01 18 2003 12 1 003**

**SURABAYA  
JULI, 2014**

**Deteksi Dini Arus Bocor Pada Kabel *Screen* Untuk Mencegah  
Hubung Singkat Pada Kabel Tanah Menggunakan  
Mikrokontroler**

**ABSTRAK**

**Nama Mahasiswa** : Ayu Sulih Handayani  
**NRP** : 2211 038 010  
**Dosen Pembimbing 1** : Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.  
**NIP** : 1973 09 27 1998 03 1 004  
**Dosen Pembimbing 2** : Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.  
**NIP** : 1981 01 18 2003 12 1 003

Pada saat ini kabel *screen* yang terdapat di Gardu Induk digunakan untuk mendeteksi arus bocor kabel tanah pada sisi sekunder trafo. Arus bocor harus tidak lebih dari standard yang ditentukan oleh PLN yaitu 0,6 A. Monitoring kabel *screen* dilakukan secara manual yaitu sebulan sekali sehingga arus bocor pada kabel *screen* tidak terdeteksi secara dini. Keterlambatan deteksi arus bocor pada kabel *screen* akan merusak isolasi kabel dan merusak kabel tanah jika terjadi hubungan singkat.

Pada tugas akhir ini dibuat monitoring arus bocor pada kabel *screen* secara *realtime*. Arus bocor kabel *screen* dideteksi dengan sensor arus ACS712 dan diolah oleh mikrokontroler. Hasil pengolahan data dikirim ke komputer *server* menggunakan media *wifi*. Komputer *server* akan meneruskan informasi berupa *warning* ke operator pemeliharaan agar dapat dilakukan penanganan dengan cepat sehingga hubungan singkat dan kerusakan pada kabel tanah dapat dicegah. Hasil dari prototipe ini dapat dimanfaatkan untuk memudahkan proses pemantauan kondisi kabel *screen* agar meminimalisir kerusakan kabel tanah.

**Kata kunci** : **Deteksi Dini, Kabel *Screen* , Mikrokontroler, Wifi, *Realtime***



## ***Early Detection Leakage Currents On Screen Cable To Prevent Short Circuit On Ground Cable Using Microcontroller***

### **ABSTRACT**

***Student's Name*** : Ayu Sulih Handayani  
***NRP*** : 2211 038 010  
***Conseullor 1*** : Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.  
***NIP*** : 1973 09 27 1998 03 1 004  
***Conseullor 2*** : Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D.  
***NIP*** : 1981 01 18 2003 12 1 003

*At this time the cable screen located at the substation is used to detect leakage current ground wires on the secondary side transformer. Leakage current should not exceed the prescribed standards by which PLN 0.6 A. Monitoring screen cable is done manually once a month so that the leakage current in the cable screen is not detected early. Delay in detection of leakage current on the wire screen will damage the wiring insulation and damage the ground wire in case of short circuit.*

*In this thesis made the monitoring of leakage current on the wire screen in realtime. Leakage current cable with screen detected ACS712 current sensor and processed by the microcontroller. The results of processing the data is sent to the server computer using wifi media. The computer server will forward the information to the operator in the form of a warning that maintenance can be done quickly so that the handling short circuit and damage the ground wire can be prevented. The results of this prototype can be used to facilitate the process pemonitoringan conditions in order to minimize damage to the screen cable ground wire.*

***Keywords:*** ***Early Detection, Screen Cables, Microcontroller, Wifi, Realtime***





*Halaman Ini Sengaja di Kosongkan*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan tak lupa saya haturkan sanjungan kepada Rasulullah Shalallahu 'Alaihi Wassalam sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir saya yang berjudul "Deteksi Dini Arus Bocor Pada Kabel *Screen* Untuk Mencegah Hubung Singkat Pada Kabel Tanah Menggunakan Mikrokontroler". Penyusunan laporan Tugas Akhir ini melaporkan hasil yang telah penulis lakukan untuk membuat ide Tugas Akhir dapat terwujud dan selesai.

Tidak lupa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini saya banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima dengan tulus ikhlas kepada :

- Ibu dan Bapak yang telah memberikan dukungan moral, material, serta doa.
- Bapak Dr. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng. dan Bapak Ronny Mardiyanto, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir kami, atas segala kesabaran dan kesediaannya meluangkan waktu untuk membimbing serta memberi dukungan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
- Bapak Eko Setijadi, ST, MT., Ph.D. selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Elektro, FTI - ITS.
- Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah memberi dorongan dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa pembuatan laporan serta Tugas Akhir saya belum sempurna, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Untuk itu, mohon maaf atas kekhilafan saya apabila terdapat kesalahan dalam pembuatan laporan ini. Besar harapan saya untuk memaafkan kurang sempurnanya pembuatan laporan tugas akhir ini.

Surabaya, Juni 2014

Penyusun



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Sistematika Laporan .....	3
1.6 Relevansi .....	3

### **BAB II TEORI PENUNJANG**

2.1 Transformator Tenaga Gardu Induk .....	5
2.2 Mikrokontroler AT Mega16 .....	7
2.3 Komunikasi Serial RS-232 .....	8
2.4 Sensor Arus ACS712 .....	9
2.5 <i>Visual Basic 6.0</i> .....	11
2.6 Koneksi RJ-45 .....	12
2.7 Modul WIZNET .....	13
2.8 <i>Router</i> TP-LINK .....	14
2.9 <i>RTC</i> .....	14

### **BAB III PERANCANGAN ALAT**

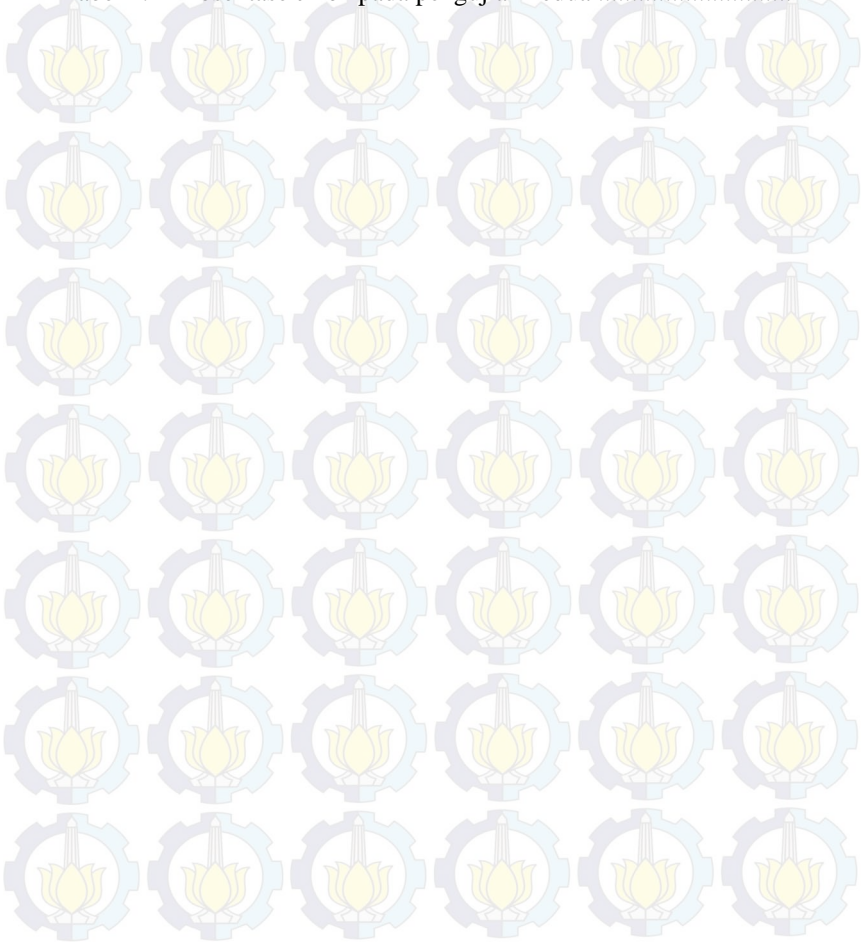
3.1 Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	15
3.1.1 Perancangan Rangkaian Sensor Arus ACS712 .....	16
3.1.2 Perancangan Rangkaian Sistem Minimum AT Mega16 .....	17
3.1.3 Modul WIZNET WIZ110SR .....	18
3.1.4 <i>Router</i> TP-LINK MR-3020 .....	22
3.2 Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	26
3.2.1 Pemrograman <i>Codevision AVR</i> .....	26



3.2.2	Pemrograman <i>Visual Basic 6.0</i> .....	30
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA</b>		
4.1	Pengujian ADC Mikrokontroler dan Komunikasi RS-232 ...	35
4.2	Pengujian Sensor Arus ACS712 .....	36
4.3	Pengujian <i>Wireless</i> TP-LINK Sebagai Media Komunikasi ..	39
4.4	Pengujian Alat Keseluruhan .....	41
4.4.1	Pengujian Pertama .....	41
4.4.2	Pengujian Kedua .....	42
4.4.3	Pengujian Alat Keseluruhan Menggunakan <i>Interface Visual Basic 6.0</i> .....	45
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>51</b>
<b>LAMPIRAN 1 (<i>Listing Program</i>).....</b>		<b>A-1</b>
<b>LAMPIRAN 2 (<i>Datasheet</i>).....</b>		<b>B-1</b>
<b>LAMPIRAN 3 (<i>Realisasi Alat</i>) .....</b>		<b>C-1</b>
<b>RIWAYAT HIDUP PENULIS .....</b>		<b>D-1</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Modul TCP/IP Wiznet tipe WIZ110SR .....	19
Tabel 4.1 Pengukuran sensor arus saat tegangan sumber 223 Volt ...	37
Tabel 4.2 Pengukuran sensor arus saat tegangan sumber 217 Volt ...	38
Tabel 4.3 Prosentase <i>error</i> pada pengujian pertama .....	42
Tabel 4.4 Prosentase <i>error</i> pada pengujian kedua .....	42





## BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan membahas tentang latar belakang, permasalahan, ruang lingkup, tujuan, sistematika laporan, serta relevansi penulisan pada Tugas Akhir. Berikut uraiannya

### 1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya masyarakat terutama di kota besar menyebabkan bertambah pula kebutuhan akan energi listrik. Banyak dibangun industri – industri dan pusat perbelanjaan menyebabkan pertumbuhan beban listrik terus bergerak naik. PT.PLN (Perusahaan Listrik Negara) pun dituntut untuk bisa memenuhi tantangan tersebut. Kontinuitas pelayanan listrik pun menjadi hal yang sangat diutamakan.

Dalam lingkup yang lebih kecil yaitu gardu induk (GI) dituntut untuk dapat beroperasi dengan handal. Namun dalam operasinya GI tidak lepas dari gangguan-gangguan yang bisa saja terjadi dilapangan. Salah satu gangguan yang sering terjadi antara lain kebocoran arus pada kabel *screen*. Selama ini kabel *screen* yang terdapat di Gardu Induk digunakan untuk mengamankan kabel tanah pada sisi sekunder transformator Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 kV. Ada pula macam dari JTM yaitu Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM), dan Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM). Sedangkan kabel tanah yang dimaksud dalam tugas akhir ini merupakan jenis SKTM. Kabel tersebut jaraknya tidak begitu panjang sehingga arus bocor pada kabel seharusnya sangat kecil. Karena kurangnya monitoring dari pihak PLN maka apabila terjadi arus bocor pada kabel *screen* secara dini pihak PLN tidak tahu, padahal dalam kenyataannya apabila arus bocor tersebut terjadi secara *continue* maka akan merusak kabel tanah yang ada didalamnya dan setelah kabel tanah tersebut rusak pihak PLN baru melakukan *troubleshooting* dan mengganti kabel tanah yang rusak tersebut.

Untuk menghindari hal tersebut biasanya dilakukan pengecekan secara *preventive* oleh pihak PLN, akan tetapi cara penanggulangan seperti ini pun masih banyak kekurangannya. Sebab apabila pihak PLN tidak segera menangani arus bocor



yang terjadi pada kabel *screen* ini lambat laun arus bocor pada kabel *screen* tidak terdeteksi secara dini. Akibatnya keterlambatan deteksi arus bocor pada kabel *screen* akan merusak isolasi kabel dan merusak kabel tanah jika terjadi hubung singkat. Apabila kabel tanah rusak maka harus segera diganti karena kabel tanah bukan kabel yang dapat diperbaiki lagi. Dalam hal ini PT.PLN akan rugi besar karena harga kabel tanah cukup mahal. Oleh karena itu untuk pertimbangan untung rugi, PT.PLN akan lebih memilih untuk mengganti *screen* kabel daripada kabel tanah karena harganya yang jauh lebih murah.

### **1.2 Permasalahan**

Dari latar belakang masalah maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Pada umumnya sistem pemantauan kabel *screen* PT.PLN (Persero) yang ada di Indonesia masih menggunakan sistem yang konvensional yaitu pemantauan setiap sore hari untuk mengukur dan mencatat data arus yang melewati kabel *screen*.
- b. Pengukuran tidak dilakukan secara *realtime* sehingga apabila terjadi gangguan *over current* pada kabel *screen* maka tidak dapat diketahui sejak dini.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pembahasan tugas akhir yang akan direncanakan meliputi:

- a. Menggunakan sensor arus ACS712 yang hanya dapat mensensor hingga 5 Ampere.
- b. Menggunakan wifi yang hanya mampu mengirim dengan jarak maksimal 30 meter tanpa penghalang.
- c. Hanya untuk mengetahui berapa besar arus bocor pada kabel *screen* menggunakan sensor arus ACS712.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan kami menuliskan tugas akhir ini adalah:

1. Merancang alat simulasi pendeteksi dini arus bocor pada kabel *screen* Gardu Induk.
2. Membuat alat simulasi pendeteksi dini arus bocor pada kabel *screen* Gardu Induk.

3. Membuat tampilan Aplikasi Monitoring Arus Bocor menggunakan pemrograman *Visual Basic* untuk monitor kerja alat simulasi pendeteksi dini arus bocor pada kabel *screen* Gardu Induk.

### 1.5 Sistematika Laporan

Pembahasan pada laporan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab. Berikut diberikan penjelasan isi dari masing – masing bab, yaitu ;

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, sistematika laporan, serta relevansi penulisan pada Tugas Akhir.

#### **BAB II : TEORI PENUNJANG**

Dalam bab ini dijelaskan mengenai konsep – konsep yang mendasari perancangan pada Tugas Akhir ini, meliputi pembahasan Mikrokontroler, Sensor Arus ACS 712, Komunikasi serial RS-232, Router Wifi TP-LINK MR-3020, *Wiznet 110SR*

#### **BAB III : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Perancangan dan pembuatan alat meliputi tentang perancangan arsitektur sistem pengaturan, pembuatan perangkat keras yang meliputi rangkaian-rangkaian, perancangan perangkat lunak yang meliputi program yang akan digunakan untuk mengaktifkan alat tersebut.

#### **BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA DATA**

Dalam bab ini membahas tentang pengukuran, pengujian, dan analisa terhadap prinsip kerja dan proses dari suatu alat yang dibuat.

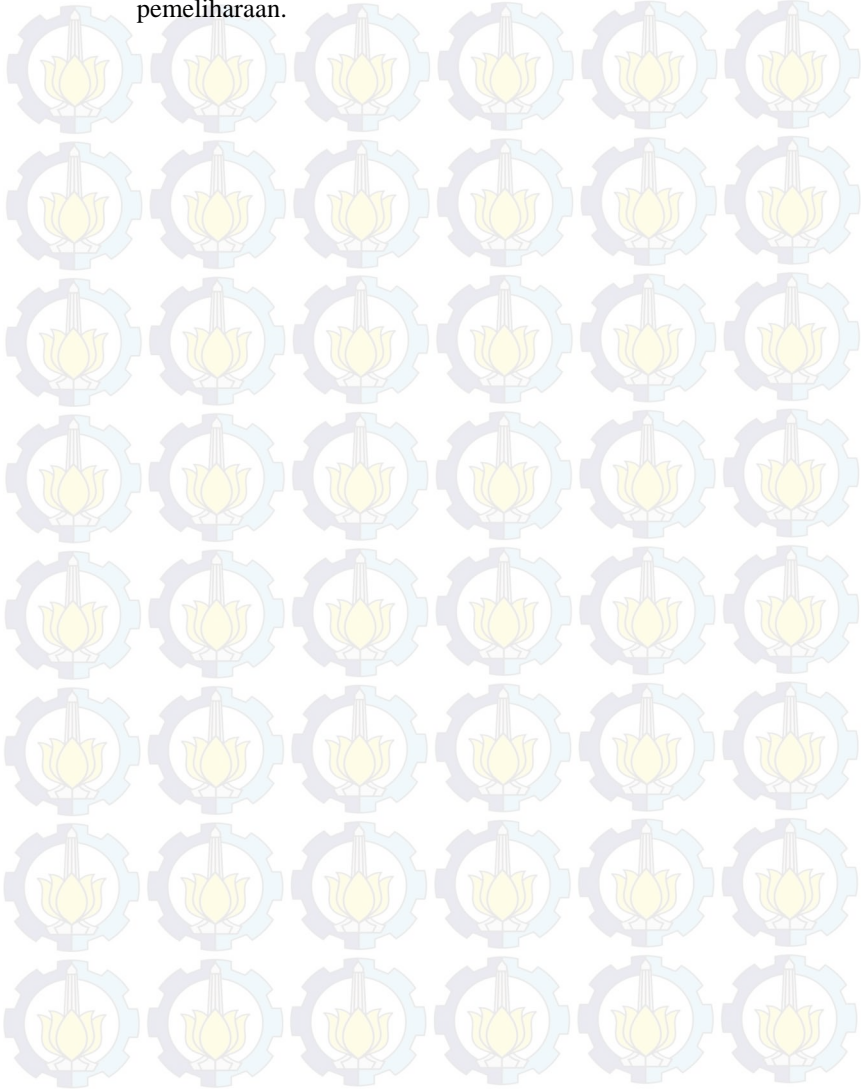
#### **BAB V : PENUTUP**

Dalam bab ini berisi tentang penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan dari Tugas Akhir dan saran – saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

### 1.6 Relevansi

Manfaat yang diperoleh dari pembuatan alat Deteksi Dini Arus Bocor Pada Kabel *Screen* Untuk Mencegah Hubung Singkat Pada Kabel Tanah Menggunakan Mikrokontroler ini adalah untuk meningkatkan keandalan kabel tanah yang

disebabkan karena arus bocor secara *continue* sehingga dengan adanya alat ini akan cepat terdeteksi bahwa ada arus bocor yang melewati kabel screen dan dapat segera ditangani oleh Petugas pemeliharaan.



## BAB II

### TEORI PENUNJANG

Dalam bab ini dijelaskan mengenai konsep – konsep yang mendasari perancangan pada Tugas Akhir ini, meliputi pembahasan Kabel *Screen* pada Transformator Tenaga Gardu Induk, Mikrokontroler AT Mega16, Komunikasi Serial RS-232, Sensor Arus ACS712, *Visual Basic 6.0*, Koneksi RJ-45, *Wiznet 110SR*, Router Wifi TP-LINK MR-3020. Berikut uraiannya

#### 2.1 Transformator Tenaga Gardu Induk [1]

Gardu Induk (GI) merupakan simpul didalam sistem tenaga listrik, yang terdiri dari susunan dan rangkaian sejumlah perlengkapan yang dipasang menempati suatu lokasi tertentu untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik, menaikkan dan menurunkan tegangan sesuai dengan tingkat tegangan kerjanya, tempat melakukan kerja *switching* rangkaian suatu sistem tenaga listrik dan untuk menunjang keandalan sistem tenaga listrik terkait.



**Gambar 2.1** Gardu Induk.

Dalam sistem kelistrikan di PT.PLN (Persero) khususnya sistem Jawa – Bali terdapat beberapa jenis gardu induk sesuai dengan fungsi nya masing – masing yaitu :

- a. Gardu induk *Step-Up* berfungsi untuk menaikkan tegangan dari keluaran pembangkit (13,8 kV) ke sistem jaringan interkoneksi 500 kV.
- b. Gardu induk TET (Tegangan Ekstra Tinggi) 500/150 kV, GI ini berfungsi untuk menurunkan tegangan (*Step-Down*) dari sistem interkoneksi ke jaringan tegangan yang lebih rendah yaitu jaringan 150 kV.



c. Gardu induk TT (Tegangan Tinggi) 150/20 kV, gardu induk jenis ini berfungsi untuk mengkonversi tegangan dari jaringan 150 kV ke jaringan saluran udara tegangan menengah (SUTM) 20 kV.

Transformator (Trafo) tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk mentransformasikan daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya.



**Gambar 2.2** Transformator Tenaga

Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi. Dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal.

Pada Tugas Akhir kali ini yang akan dimonitoring adalah kabel *screen* tepatnya lapisan *metallic screen* pada konduktor sisi *outgoing* transformator tenaga. Apabila kabel ini terinduksi arus diatas 0,59 Ampere maka akan menyebabkan hubung singkat pada kabel tanah jika dibiarkan terus-menerus. Berikut merupakan gambar dari kabel *screen*



**Gambar 2.3** Kabel *Screen*

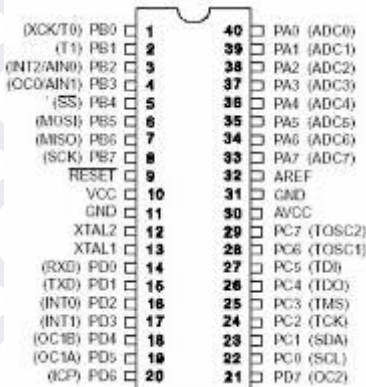
## 2.2 Mikrokontroler AT Mega16 [2]

Mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan oleh seorang *programer*. Mikrokontroler digunakan untuk mengolah data – data *biner* (digital) yang merupakan gabungan dalam bentuk suatu *chip* (IC) serta umumnya terdiri dari alamat (*address*), data, pengendali, memori (*RAM* atau *ROM*), dan bagian *input-output*. Berikut tampilan mikrokontroler Atmega 16 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Mikrokontroler ATMega 16

Mikrokontroler *AVR Atmega16* sudah dilengkapi dengan *built-in USB ISP programmer*, sehingga pemrograman dapat dilakukan dengan mudah, cukup dengan menghubungkan kabel *USB* ke komputer.



Gambar 2.5 AT-Mega 16

Berikut adalah keterangan Gambar 2.5 :

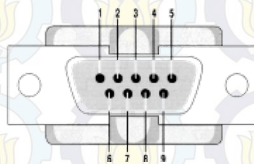
- VCC:** Tegangan *supply*
- GND:** *Ground*
- PortA (PA7...PA0):** *Port* yang berfungsi sebagai *input analog* pada *converter A/D*.

- d. **PortB (PB7..PB0)**: Port I/O 8-bit dengan resistor *Pull Up internal* tiap pin, Buffer PortB mempunyai kapasitas menyerap (*sink*) dan Mencatu (*source*).
- e. **PortC (PC7..PC0)**: Port I/O 8-bit ([PC6], PC5...PC0) dengan *resistor pull-up internal* tiap pin. Buffer portC mempunyai kapasitas menyerap (*sink*) dan mencatu (*source*).
- f. **PortD (PD7..PD0)**: Port I/O 8-bit dengan resistor *Pull-up internal* tiap pin. Buffer port C mempunyai kapasitas menyerap (*sink*) dan mencatu (*source*).
- g. **AVcc**: AVcc adalah pin tegangan catu untuk A/D converter. AVcc harus dihubungkan ke Vcc, walaupun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui “*low pass filter*”.
- h. **AREF**: untuk pin tegangan referensi analog untuk ADC.
- i. **Reset**: Sebuah *low level* pulsa yang lebih lama daripada lebar pulsa minimum pada pin ini akan menghasilkan *reset* meskipun *clock* tidak berjalan.
- j. **XTAL1**: *Input inverting* penguat *oscilator* dan *input internal clock* operasi rangkaian.
- k. **XTAL2**: *Output* dari *inverting* penguat *oscilator*.

### 2.3 Komunikasi Serial RS-232 [3]

Pada saat ini dikenal dua cara berkomunikasi *serial* yaitu komunikasi data *serial* secara *asinkron* dan komunikasi data *serial* secara *sinkron*. Pada komunikasi data *serial sinkron*, *clock* dikirim bersama-sama dengan data *serial*. Sedangkan komunikasi data *serial asinkron*, *clock* tidak dikirimkan bersama-sama data *serial*, tetapi dibangkitkan sendiri-sendiri.

Port serial RS 232 umumnya menggunakan DB-9. Konfigurasi pin dan nama konektor DB-9 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Konektor Serial DB-9 pada Laptop

Pin	Nama	Fungsi
1	<i>CD</i> ( <i>Carrier detect</i> )	Saat modem mendeteksi suatu 'carrier' dari modem lain maka sinyal akan diaktifkan
2	<i>RXD</i> ( <i>Receive Data</i> )	Untuk penerimaan data serial
3	<i>TXD</i> ( <i>Transmit Data</i> )	Untuk pengiriman data serial
4	<i>DTR</i> ( <i>Data Terminal Ready</i> )	Untuk memberitahukan bahwa UAT siap melakukan hubungan komunikasi
5	<i>GND</i> ( <i>System Ground</i> )	<i>Ground</i>
6	<i>DSR</i> ( <i>Data Set Ready</i> )	Memberitahukan UART bahwa modem siap melakukan pertukaran data
7	<i>RTS</i> ( <i>Request to Send</i> )	Sinyal untuk menginformasikan modem bahwa UART siap melakukan pertukaran data
8	<i>CTS</i> ( <i>Clear to Send</i> )	Memberitahhkan bahwa modem siap untuk melakukan pertukaran data
9	<i>RI</i> ( <i>Ring Indicator</i> )	Akan aktif jika modem mendeteksi adanya sinyal

**Gambar 2.7** Pin Konfigurasi dari Konektor DB-9

#### 2.4 Sensor Arus ACS712 [4]

ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih.



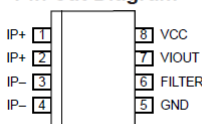
**Gambar 2.8** Sensor Arus *DT Sense Current Sensor* Berbasis ACS712 Buatan *Inovative Electronics*



Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear Hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional.

Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik.

**Pin-out Diagram**



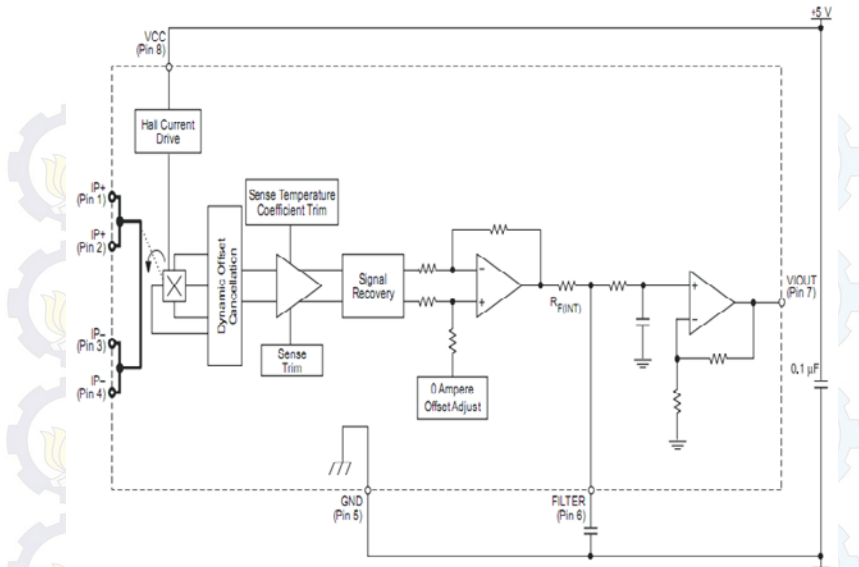
**Terminal List Table**

Number	Name	Description
1 and 2	IP+	Terminals for current being sensed; fused internally
3 and 4	IP-	Terminals for current being sensed; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTER	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VIOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal

**Gambar 2.9 Diagram Fungsi Pin-Out ACS712**

*Output*/keluaran dari sensor ini sebesar ( $>V_I \text{ OUT}(Q)$ ) saat peningkatan arus pada penghantar arus (dari pin 1 dan pin 2 ke pin 3 dan 4), yang digunakan untuk pendeteksian atau perasa arus. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar  $1,2 \text{ m}\Omega$  dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor *leads*/mengarah (pin 5 sampai pin 8).

Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. Ketebalan penghantar arus didalam sensor sebesar  $3x$  kondisi *overcurrent*. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut :



**Gambar 2.10** Blok Diagram ACS712

Beberapa spesifikasi dari sensor arus ACS712:

1. Berbasis ACS712 dengan fitur:
  - a. Rise time output = 5  $\mu$ s.
  - b. Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
  - c. Total kesalahan output 1,5% pada suhu kerja  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .
  - d. Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
  - e. Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara pin 1-4 dan pin 5-8.
  - f. Sensitivitas output 185 mV/A.
  - g. Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
  - h. Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
2. Tegangan kerja 5 VDC.
3. Dilengkapi dengan OpAmp untuk menambah sensitivitas output (untuk tipe With OpAmp).

## 2.5 Visual Basic 6.0 [5]

Bahasa *Basic* pada dasarnya adalah bahasa yang mudah dimengerti sehingga pemrograman di dalam bahasa *Basic* dapat

dengan mudah dilakukan meskipun oleh orang yang baru belajar membuat program. Hal ini lebih mudah lagi setelah hadirnya *Microsoft Visual Basic*, yang dibangun dari ide untuk membuat bahasa yang sederhana dan mudah dalam pembuatan *script*-nya (*simple scripting language*) untuk *graphicuser interface* yang dikembangkan dalam sistem operasi *Microsoft Windows*.

*Visual Basic* merupakan bahasa pemrograman yang sangat mudah dipelajari, dengan teknik pemrograman *Visual* yang memungkinkan penggunaanya untuk berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program aplikasi. Ini terlihat dari dasar pembuatan dalam *Visual Basic 6.0* adalah *form*, dimana pengguna dapat mengatur tampilan *form* kemudian dijalankan dalam *script* yang sangat mudah.

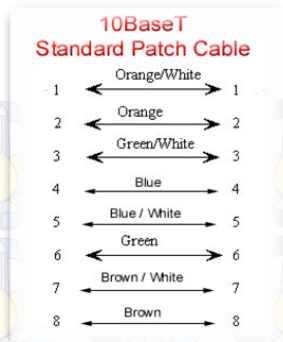
## 2.6 Koneksi RJ-45 [6]

Jaringan Komputer adalah sekelompok komputer yang saling berhubungan antara satu dengan lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat saling berbagi informasi, program-program, penggunaan bersama perangkat keras dengan tujuan membawa informasi secara cepat dan tepat dari sisi pengirim (*Transmitter*) menuju ke sisi penerima (*Receiver*). Ada beberapa jenis kabel yang digunakan dalam jaringan network, namun yang paling banyak dipakai pada *private network/local area network* saat ini adalah kabel UTP.

Kabel RJ-45 adalah kabel ethernet yang biasa digunakan dalam opologi jaringan komputer LAN maupun jaringan komputer tipe lainnya. Konektor RJ-45 ini memiliki konfigurasi dua macam, sesuai dengan perangkat yang ingin dihubungkannya:

### 1. *Straight Through Configuration*

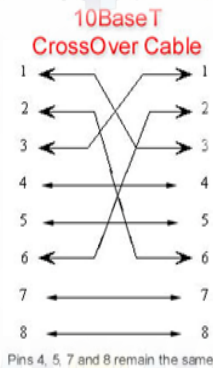
Kabel jenis ini biasa digunakan untuk menghubungkan perangkat jaringan dengan tingkat hierarki yang berbeda. Sebagai contoh adalah ketika kita menghubungkan PC ke jaringan komputer kita di kantor lewat *switch*. Tipe kabel jenis ini lebih umum digunakan dan relatif lebih mudah dalam penyusunan kabelnya saat memasang konektor RJ-45. Susunan warna kabel untuk tipe konektor RJ-45 *Straight Through* dapat dilihat di Gambar 2.11.



**Gambar 2.11** *Straight Through Configuration*

## 2. Cross Over Configuration

Kabel jenis ini biasa digunakan untuk menghubungkan dua perangkat jaringan dengan hierarki setingkat, sebagai contoh koneksi antara PC to PC, atau PC ke AP Radio, Router to router. Susunan warna kabel untuk tipe konektor RJ-45 Cross Over dapat dilihat di Gambar 2.12.



**Gambar 2.12** *Cross Over Configuration*

## 2.7 Modul WIZNET [7]

Penggunaan modul Wiznet dari modul mikrokontroler ke laptop (PC) dengan *wireless*. Modul Wiznet tidak dirancang sendiri. Berikut modul Wiznet dapat dilihat pada Gambar 2.13.





**Gambar 2.13** Modul Wiznet

## 2.8 Router TP-LINK [8]

*Router* berfungsi sebagai penghubung antara dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. *Router* berbeda dengan *switch*. *Switch* merupakan penghubung beberapa alat untuk membentuk suatu *Local Area Network* (LAN).

Dalam koneksi tugas akhir ini mempergunakan router TP-LINK TL-MR3020 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.14** Router TP-MR3020

Spesifikasi router TL-MR3020 sebagai berikut :

- a. Ukuran File 3.67 MB
- b. Sistem Operasi Win2000/XP/2003/Vista/7/Mac/Linux

## 2.9 RTC [9]

Sebuah *Real-Time Clock* (RTC) adalah jam komputer (paling sering dalam bentuk rangkaian terintegrasi) yang melacak waktu saat ini. Meskipun istilah sering mengacu pada perangkat di komputer pribadi, *server* dan *embedded system*, *RTC* hadir di hampir semua perangkat elektronik yang perlu untuk menjaga waktu akurat.

*RTC* memiliki alternatif sumber tenaga, sehingga mereka dapat terus menjaga waktu sementara sumber utama daya mati atau tidak tersedia. Sumber alternatif tenaga ini biasanya baterai *lithium* dalam sistem lama, tetapi beberapa sistem yang lebih baru menggunakan *supercapacitor*, karena mereka dapat diisi ulang dan dapat disolder.

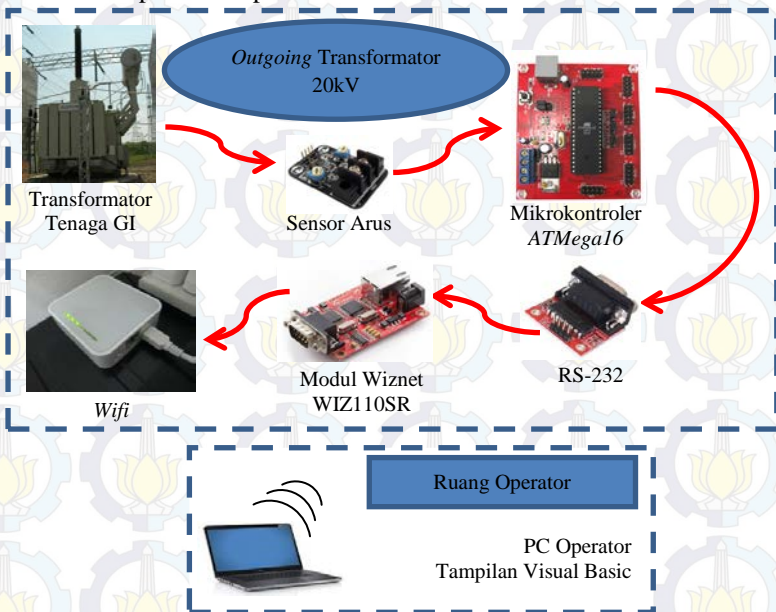
### BAB III

#### PERANCANGAN ALAT

Pada tahap perancangan ini dibahas mengenai pembuatan dan penggunaan dari *hardware* dan *software*. Penjelasan detail mengenai perangkat-perangkat tersebut akan disampaikan pada sub bab dibawah dengan ketentuan karakteristik arus bocor pada kabel *screen* sebesar 0,6 Ampere. Apabila diatas 0,6 Ampere tetapi masih dibawah 1 Ampere maka hanya memerlukan perawatan. Akan tetapi jika diatas 1 Ampere maka kabel *screen* perlu diganti.

#### 3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam Tugas Akhir ini, alat akan diletakkan pada bagian *outgoing* dari Transformator Tenaga sebelum menuju ke gardu distribusi sehingga harapannya ketika sampai di gardu pelanggan pelayanan mutu listrik menjadi baik. Secara umum rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



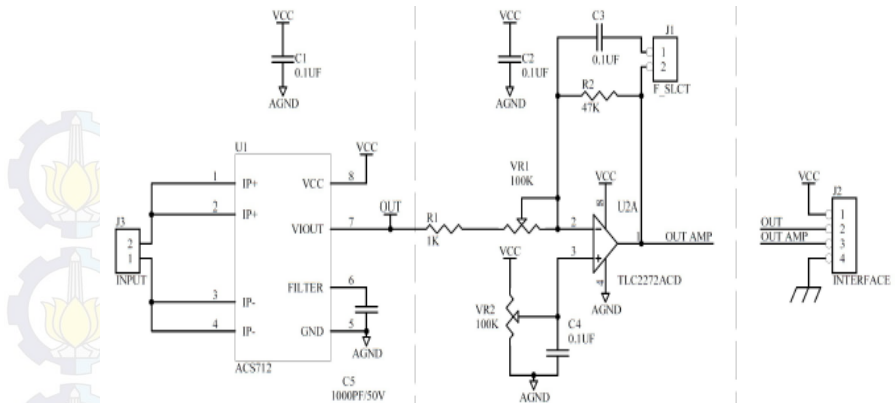
**Gambar 3.1** Gambar Blok Fungsional Sistem

Dari keseluruhan sistem pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa kabel *screen* pada outgoing transformator tenaga gardu induk dimonitoring arusnya, data hasil pembacaan sensor arus pada salah satu fasa kabel *screen* akan diproses oleh mikrokontroler ATmega16 dan selanjutnya nilai arus dikirimkan melalui media *Wifi* menggunakan *Wifi merk TP-LINK* dengan komunikasi serial RJ-45 kemudian ditampilkan di komputer, tampilan di komputer ini menggunakan *Visual Basic 6.0*, kemudian nilai arus disimpan di dalam *database*.

### **3.1.1 Perancangan Rangkaian Sensor Arus ACS712**

Untuk mengukur besaran arus yang melewati kabel maka diperlukan suatu alat yang mampu membaca nilai arus. Pada Gardu Induk, arus diukur menggunakan sensor berupa Transformator Arus / *Current Transformer* (CT). Namun untuk Tugas Akhir ini digunakan modul sensor arus DT *Sense Current Sensor* buatan *Inovative Electronics* dengan menggunakan ACS 712 sebagai sensor dan prinsip *Half Effect* sehingga arus yang mampu dibaca dari + 5 A hingga - 5 A.

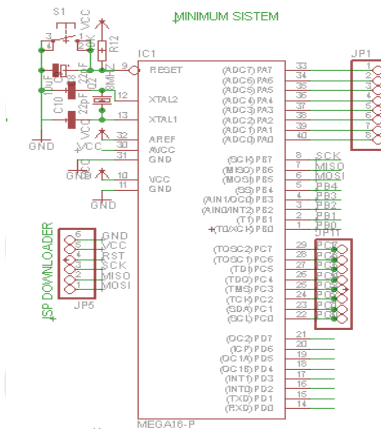
Keluaran dari sensor ini adalah berupa tegangan DC Sinus, oleh karena itu perlu dilengkapi dengan rangkaian penyearah 4 buah dioda 2 A dan kapasitor 460  $\mu$  F dan resistor 1k ohm. Sensor ini mampu bekerja dengan catu daya 5 VDC. Sensor arus ini digunakan untuk mendeteksi arus lebih pada beban 240 W dengan kapasitas arus nominal yang ditentukan sebesar 0,6 A. Berikut skematik dari sensor arus ACS 712 DT *Sense Current Sensor* yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut ini.



**Gambar 3.2** Skematik DT Sense Current Sensor

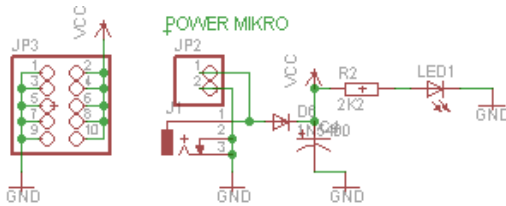
### 3.1.2 Perancangan Rangkaian Sistem Minimum AT Mega16

Dalam perancangan perangkat keras (hardware) ini terdapat rangkaian sistem minimum Atmega16. Rangkaian sistem minimum ATmega16 berfungsi untuk menerima data yang dikirimkan oleh sensor arus ACS 712, data yang diterima akan diproses untuk dikirimkan ke komputer melalui komunikasi serial RS232. Rangkaian sistem minimum ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Rangkaian Sistem Minimum ATmega16





**Gambar 3.4** Rangkaian Power Pada Sistem Minimum ATmega16

Dari Gambar 3.3 port ATmega16 terdiri dari 4 port yaitu A, port B, port C, dan port D. Port A digunakan untuk menerima data hasil pembacaan sensor arus ACS 712. Port B untuk program *warning*. Sedangkan port D untuk komunikasi serial RS232.

### 3.1.3 Modul Wiznet WIZ110SR

Dalam pembahasan sub bab ini akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu Spesifikasi Modul Wiznet dan Metode perancangan dan penggunaan modul TCP/IP

#### A. Spesifikasi Modul Wiznet

Penggunaan modul wiznet dari modul mikrokontroler ke laptop (PC) dengan wireless. Modul wiznet tidak dirancang sendiri. Berikut modul wiznet dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Modul Wiznet Tipe WIZ110SR

Spesifikasi Modul TCP/IP Wiznet tipe WIZ110SR dapat dilihat pada Tabel 3.1.

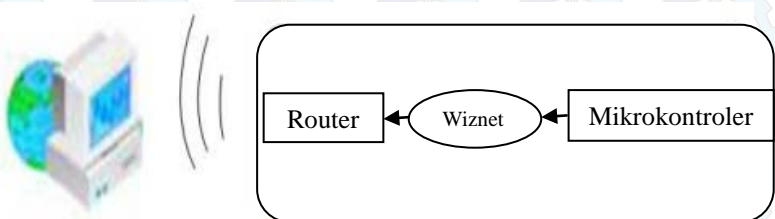
**Tabel 3.1** Spesifikasi Modul TCP/IP Wiznet tipe WIZ110SR

<i>Items</i>	<i>Description</i>
<i>MCU</i>	8051(having internal 62K Flash, 16K SRAM, 2K EEPROM)
<i>TCP/IP</i>	W5100 ( <i>Ethernet PHY Embedded</i> )
<i>Network Interface</i>	10/100 Mbps auto-sensing RJ-45 <i>Connector</i>
<i>Serial Interface</i>	RS232
<i>Serial Signal</i>	TXD, RXD, RTS, CTS, GUD
<i>Serial Parameters</i>	Parity : None, Even, Odd
	Data Bits : 7,8
	Flow Control : None, RTS/CTS, XON/XOFF
	Speed : up to 230Kbps
<i>Input Voltage</i>	DC 5V
<i>Power Consumption</i>	Under 180mA
<i>Temperature</i>	0°C ~ 80°C (Operation), -40°C ~ 85°C (Storage)
<i>Humidity</i>	10 90%

#### B. Metode Perancangan dan Penggunaan Modul TCP/IP

Pada metode perancangan dan penggunaan Modul TCP/IP ini terdapat beberapa bagian yang sangat penting yaitu Diagram Fungsional Modul TCP/IP dan WIZ110SR *Configuration Tools*. Berikut uraiannya

##### 1. Diagram Fungsional Modul TCP/IP



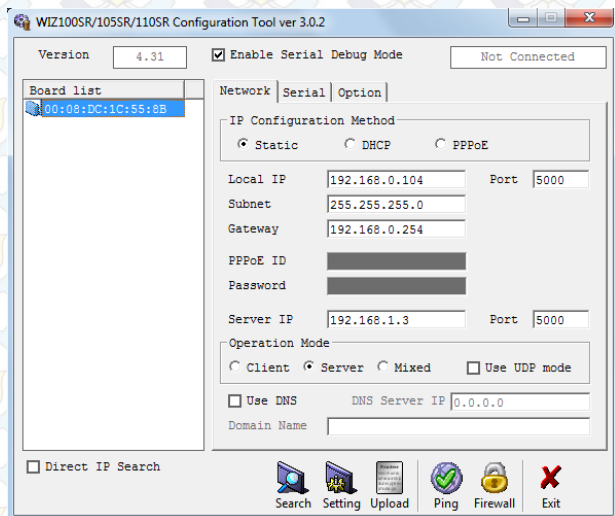
**Gambar 3.6** Diagram Fungsional Modul TCP/IP

WIZ110SR adalah converter protokol yang mentransmisikan data yang dikirim oleh computer melalui port serial sebagai data TCP / IP dan mengkonversi kembali data TCP / IP yang diterima melalui jaringan menjadi data serial kepada computer kemudian mengirimkan kembali ke mikrokontroler. Ketika data diterima dari port serial, MCU mengirim data tersebut ke W5100. Jika data apapun ditransmisikan dari Ethernet, diterima dalam buffer internal W5100, maka MCU mengirim data ke port serial. MCU dalam mengontrol data sesuai dengan nilai konfigurasi yang telah ditetapkan.

## 2. WIZ110SR Configuration Tool

Dalam penggunaan modul TCP/IP, diperlukan suatu perangkat lunak (*software*) untuk dapat mengkonfigurasi melalui media komputer.

Berikut penjelasan dari *software* WIZ110SR Configuration Tool.



**Gambar 3.7** Tampilan *Software* WIZ100SR

Dalam menggunakan modul TCP/IP terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, diantaranya.

a. Mempersiapkan modul TCP/IP, rangkaian RS232, kabel LAN dan kabel penghubung RS232 ke mikrokontroler. Setelah semua alat terhubung, selanjutnya mengaktifkan firmware untuk modul yang berupa *software WIZ110SR configuration tool* pada komputer kemudian *setting* modul.

b. Setelah memberikan alamat pada modul, selanjutnya mengatur alamat IP pada komputer. Alamat ini harus sama dengan alamat modul, terutama pada penggunaan mode *Static*.

*Local IP* : 192.168.0.104

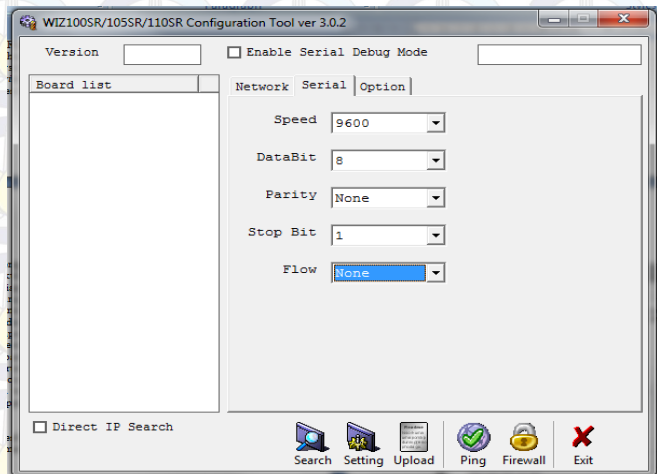
*Subnet* : 255.255.255.0

*Gateway* : 192.168.0.254

*Server IP* : 192.168.1.3

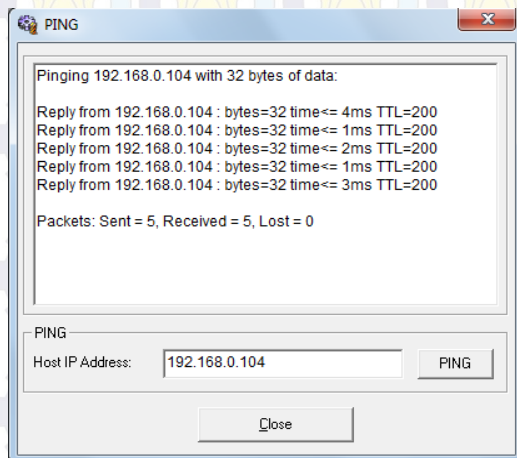
Sedangkan pada *port Local IP* dan *Server IP* diisi : 5000.

Setelah itu harus di-*setting* kecepatan transfer data sesuai dengan *setting* di mikrokontroler yang dapat dilihat di Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** *Setting Transfer Data*

- c. Setelah proses *setting* modul dan komputer selesai, selanjutnya dilakukan tes koneksi. Jika semua *setting* sudah benar, maka modul dapat digunakan.
- d. Untuk mengecek apakah komputer sudah terkoneksi dengan Wiznet yaitu dengan cara ping IP Wiznet pada tombol bertuliskan “Ping”. Gambar 3.9 dibawah ini menunjukkan bahwa komputer telah terkoneksi dengan Wiznet.



**Gambar 3.9** Pengecekan Koneksi

#### **3.1.4 Router TP-LINK MR-3020**

*Router* berfungsi sebagai penghubung antar dua atau lebih jaringan untuk meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan yang lainnya. Dalam koneksi tugas akhir ini menggunakan *router* TP-LINK MR3020 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.10.



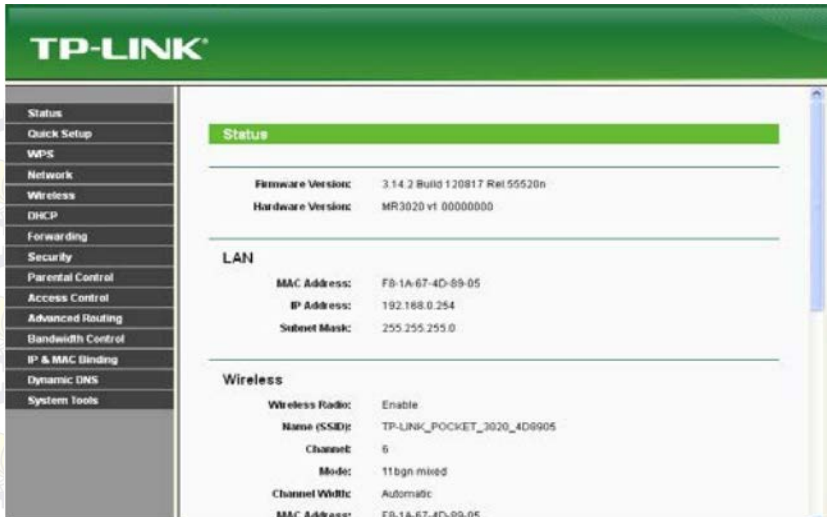


**Gambar 3.10** Router TP-MR3020  
Spesifikasi router TL-MR3020 sebagai berikut :

- a. Ukuran File 3.67 MB
- b. Sistem Operasi Win2000/XP/2003/Vista/7/Mac/Linux

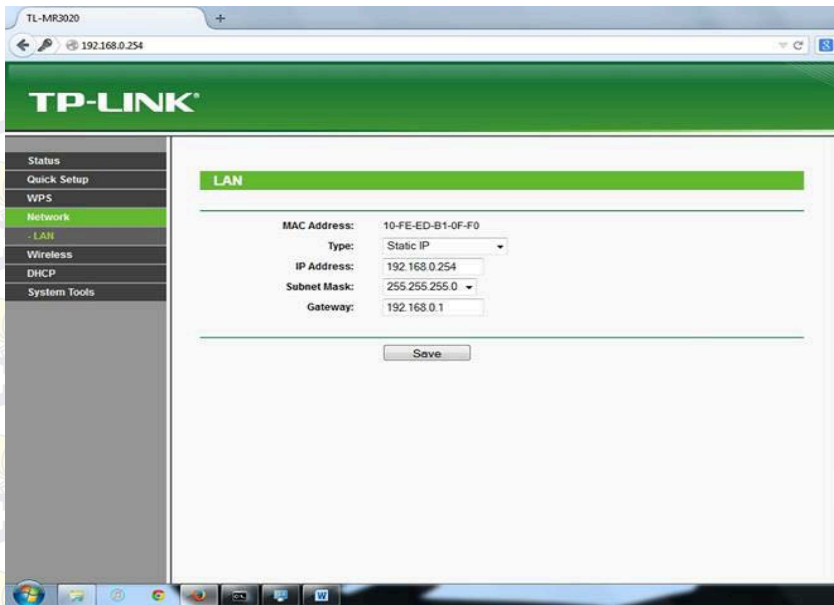
Untuk memulai koneksi pada router, hal yang dilakukan adalah menset IP pada Router. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Aktifkan Router pada mode WISP. Mode ini adalah salah satu mode yang tersedia pada Router TP-LINK TL-MR3020.
2. Buka browser internet, misalkan Mozilla Firefox.
3. Masukkan alamat <http://192.168.0.254/>, masukkan  
*Username* : admin  
*Password* : admin  
maka akan tampil seperti Gambar 3.11 berikut :



**Gambar 3.11** Tampilan *Browser Mozilla Firefox*

4. Klik Network, pilih WAN kemudian set static IP , seperti pada Gambar 3.12 berikut :



**Gambar 3.12** Tampilan *Network* pada Aplikasi TP-LINK

5. Setelah proses setting modul dan komputer selesai, selanjutnya dilakukan tes koneksi. Jika semua setting sudah benar, maka modul dapat digunakan.

Penggunaan wifi dengan TP-LINK merupakan komunikasi jarak pendek sesuai dengan spesifikasi dari router yakni 30 meter tanpa halangan dan dapat mencapai 10 meter dengan halangan seperti adanya dinding atau pepohonan. Melihat pada kenyataan dilapangan, jarak antara pelanggan tegangan menengah seperti industri besar terhadap PLN sebagai server data lebih dari 1 km. Untuk monitoring pada jarak jauh bisa menggunakan Wifi Bridge Kit 5,8 GHz yang jarak jangkauan bisa mencapai 50-100 km bergantung dari kondisi medan, halangan, dan penerima pada client. Komponen dari Wifi Bridge Kit dapat dilihat pada Gambar 3.12.





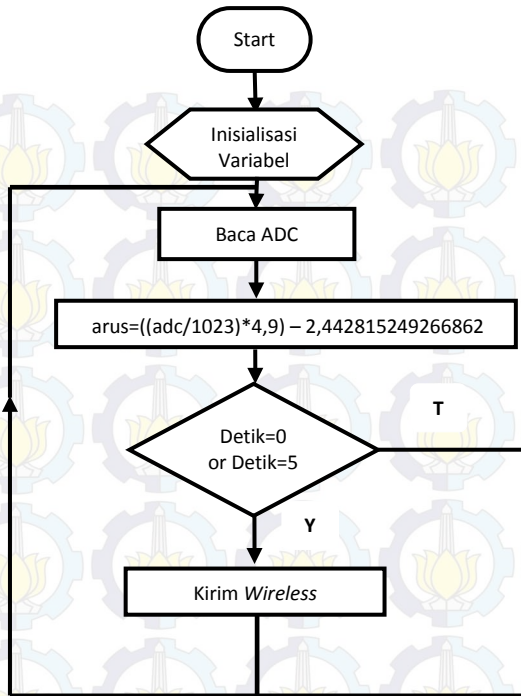
**Gambar 3.13** *Wifi Bridge Kit*

### **3.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)**

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan *software codevisionAVR* yang digunakan sebagai compiler ke kode mikrokontroler dan *visual basic* 6.0 yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan arus pada kabel yang di monitoring.

#### **3.2.1 Pemrograman Codevision AVR**

*CodevisionAVR* merupakan *software* pemrograman berbasis Bahasa C. *CodevisionAVR* ini dikhususkan untuk para programer di bidang Elektronika, seperti program Mikrokontroler untuk membuat Robot dan membuat *hardware* – *hardware* lain seperti jam digital atau sejenisnya. Dalam program, mikrokontroler mengolah data ADC yang berupa nilai tegangan *input* dan dimasukkan dalam rumus, jika nilai dari perhitungan memenuhi syarat tertentu langsung mengirim data nilai arus tegangan via *wifi* setiap detik, dan jika nilai tidak memenuhi syarat tertentu nilai arus dikirim via *wifi* setiap detik = 0 dan detik = 5. *Flowchart* pemrograman mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3.13.



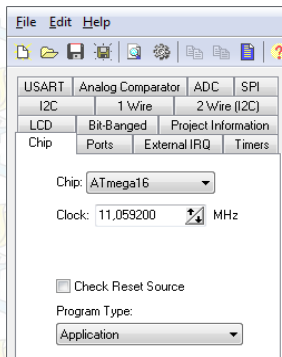
**Gambar 3.14** Flowchart Program Mikrokontroler

Rumus  $\text{arus} = ((\text{adc}/1023) * 4,9) - 2,442815249266862$  didapatkan dari nilai ADC mikrokontroler dibagi 1023 karena menggunakan mikrokontroler 10 bit kemudian dikali 4,9 yang merupakan tegangan referensi mikrokontroler. Lalu agar menghasilkan nilai arus = 0 saat tidak ada beban maka dikurangi 2,442815249266862.

*a. Setting Chip ATmega16*

Dalam pemrograman *codevisionAVR* harus di-*setting* terlebih dahulu *system* minimum menggunakan chip mikrokontroler dan *clock* yang digunakan. Disini menggunakan chip ATmega16 dan *clock* 11.059200 MHz

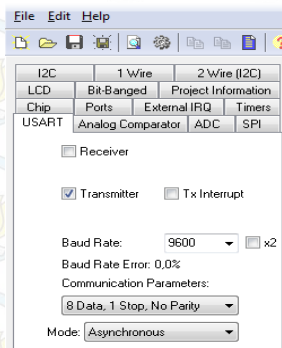
sesuai *clock* yang dimiliki *system* minimum AVR. *Setting* *Chip* ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 3.14.



**Gambar 3.15** *Setting* *Chip* ATmega16

#### b. *Setting* Pengiriman Data

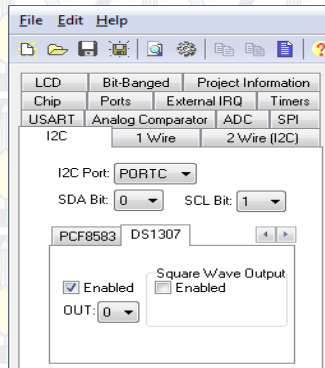
Karena dalam Tugas Akhir menggunakan *system* pengiriman media wifi, jadi dalam *codevision* harus di-*setting* program pengiriman (*transmitter*) di dalam mikrokontroler agar dapat mengirim data yang terbaca oleh ADC. *Setting* pengiriman data dapat dilihat pada Gambar 3.15.



**Gambar 3.16** *Setting* Pengiriman Data

c. *Setting RTC*

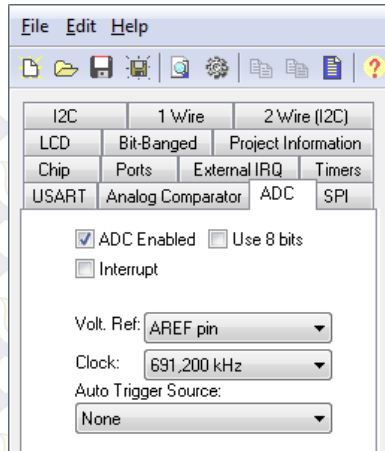
DS1307 merupakan IC *Real Time Clock* (RTC) yang dapat diakses dengan mikrokontroler menggunakan komunikasi serial I2C. Dengan adanya RTC ini maka dapat menampilkan waktu yang berupa jam, menit, dan detik, serta tanggal, yaitu hari, bulan dan tahun. *Setting* RTC diletakan di *port C* dalam *system* minimum yang dapat dilihat pada Gambar 3.16.



**Gambar 3.17** *Setting RTC*

d. *Setting Input ADC*

ADC adalah suatu rangkaian yang mengubah data berupa tegangan analog ke data digital. ADC ini digunakan bila ada *inputan* tegangan analog. Hal – hal yang juga perlu diperhatikan dalam penggunaan ADC ini adalah tegangan maksimum yang dapat dikonversikan oleh ADC dengan keluaran sensor arus ACS712. *Setting* ADC menggunakan *port A* dengan data 10 bit, dan semua *port A.0* sampe *port A.7* dapat digunakan sebagai *port* ADC. *Setting Input* ADC dapat dilihat pada Gambar 3.17.

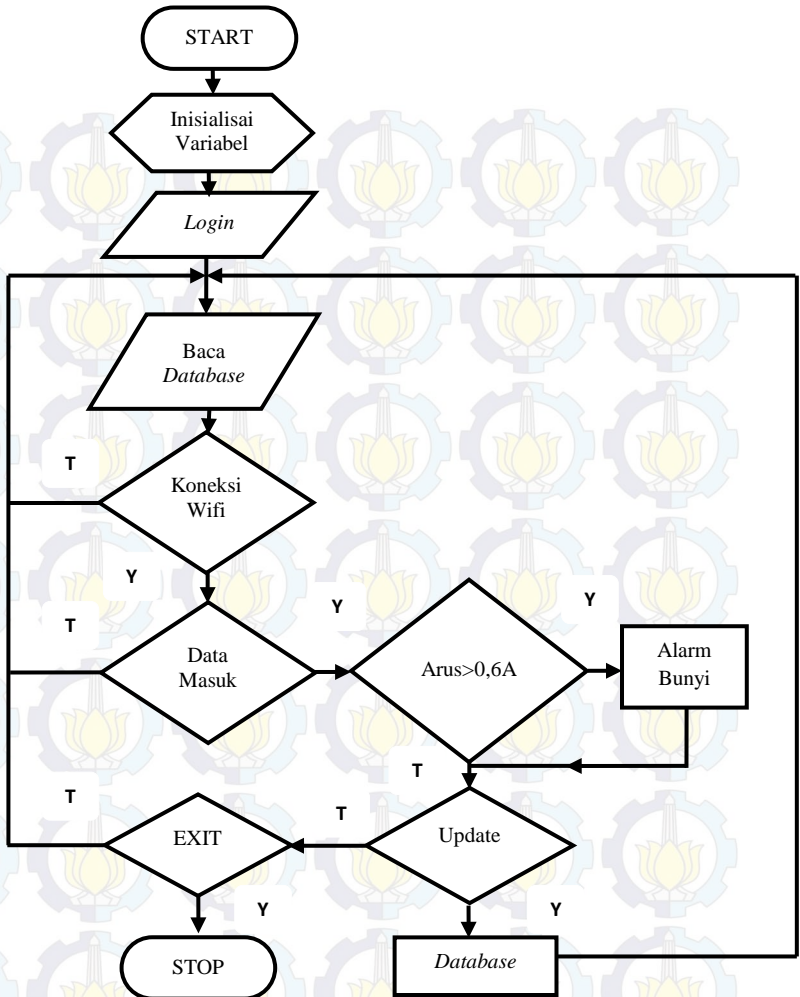


**Gambar 3.18** *Setting Input ADC*

### **3.2.2 Pemrograman Visual Basic 6.0**

*Visual Basic* selain disebut sebagai bahasa pemrograman (*Language Program*), juga sering disebut sebagai sarana (*Tool*) untuk menghasilkan program-program aplikasi berbasis *Windows*. Secara umum ada beberapa manfaat yang di peroleh dari pemakaian program *Visual Basic*. *Flowchart* tampilan *visual basic* dapat dilihat pada Gambar 3.19





**Gambar 3.19** Flowchart Tampilan Visual Basic

Dari *flowchart* tampilan algoritma dari perancangan perangkat lunak untuk *visual basic* ini adalah :

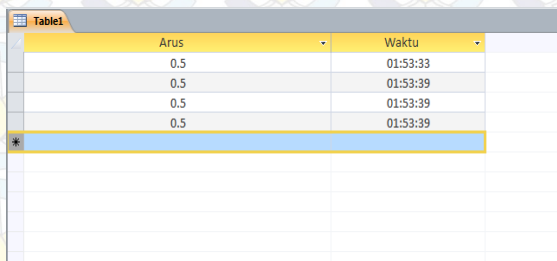
1. Saat aplikasi diakses, akan muncul *form login* karena aplikasi hanya bisa diakses orang tertentu saja.

2. Setelah *login* akan tampil *form monitoring* yang menampilkan tabel dengan isi sesuai *update* dari *database*.
3. Untuk mengakses data harus *connect* ke *wifi* terlebih dahulu sehingga akan muncul data arus. Ketika arus lebih dari 0,6A akan menyalakan alarm.
4. Untuk meng-*update* data bisa mengklik tombol UPDATE agar dapat tersimpan di *Database*, dan untuk keluar dari tampilan monitoring harus mengklik tombol EXIT.

Proses pembuatan software untuk aplikasi monitoring adalah sebagai berikut

#### **A. Pembuatan Database**

Dalam pembuatan sistem monitoring arus dan tegangan, menggunakan *database* berupa tabel. *Database* disini digunakan untuk menyimpan data yang ditampilkan oleh *Visual Basic* 6.0, dengan *database* bisa melihat data yang lama sudah tersimpan. Tabel *database* dapat dilihat pada Gambar 3.19.



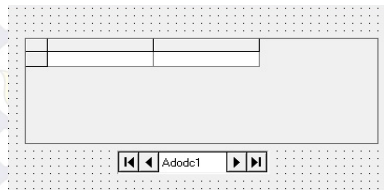
Arus	Waktu
0.5	01:53:33
0.5	01:53:39
0.5	01:53:39
0.5	01:53:39
*	

**Gambar 3.20** Tabel *Database* hasil *Update* data

#### **B. Setting Koneksi Database**

*Visual Basic* 6.0 dan *Microsoft Access* merupakan *software* yang berbeda, dan untuk menghubungkan *database Microsoft Access* ke *Visual Basic* butuh *setting* terlebih dahulu. Dalam *Visual Basic* harus dibuat *DataGrid* sebagai table ditampilkan *Visual Basic*, dan *Adodc* digunakan untuk *setting* koneksi *Visual Basic*

dengan *database Microsoft Acces*. Pembuatan *datagrid* dan *adodc* dapat dilihat pada Gambar 3.20.



**Gambar 3.21** *DataGrid dan Adodc Visual Basic*

### C. Tampilan *Visual Basic 6.0*

Tampilan *Visual Basic* dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunaanya dan pemrogramannya menggunakan bahasa *Basic*. Jadi pemrogramannya bias lebih mudah dipahami dan banyak tutorial di internet. Pada *visual basic* menggunakan *form login* dan *form data monitoring*, *form login* dapat dilihat pada Gambar 3.21 dan *form data monitoring* dapat dilihat pada Gambar 3.22.



**Gambar 3.22** *Form Login*

Dalam *form login* menggunakan *text box*, *command button*, dan *label*. *Text box* digunakan untuk menampilkan

text, *command button* digunakan untuk melakukan perintah dengan cara mengklik, dan *label* digunakan untuk menuliskan keterangan.

No.	Waktu
1	01:52:29
2	01:53:36
3	01:52:29
4	01:53:36

**Gambar 3.23** *Form Monitoring*

Dalam *form* data monitoring menggunakan *label*, *command button*, *text box*, *image*, *datagrid*, *adodc*, *timer*, *winsock*. *Image* digunakan untuk menampilkan gambar, *timer* digunakan untuk menampilkan waktu, dan *winsock* digunakan untuk koneksi wifi yang sudah di-setting *host adress* dan *port*-nya.



## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA DATA**

Pada bab ini akan membahas mengenai hasil pengujian dan analisa atas penyusunan alat untuk "Deteksi Dini Arus Bocor Pada Kabel *Screen* Untuk Mencegah Terjadinya Hubung Singkat Pada Kabel Tanah Menggunakan Mikrokontroler". Data pengujian sangat diperlukan untuk implementasi dalam dunia nyata. Kinerja suatu sistem sangat dipengaruhi oleh kinerja per bagian dari sistem tersebut.

Pengujian merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Kesesuaian sistem dengan perencanaan dapat dilihat dari hasil-hasil yang dicapai pada pengujian sistem. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibuat. Hasil pengujian tersebut akan dianalisa untuk mengetahui penyebab terjadinya kekurangan atau kesalahan dalam sistem.

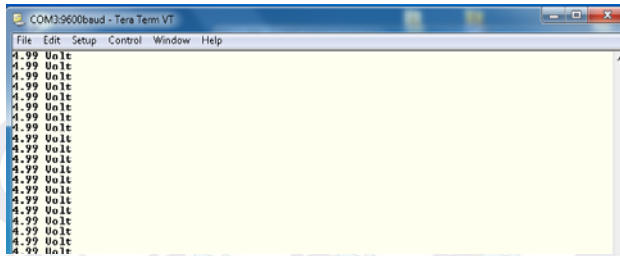
Pengujian tersebut meliputi:

1. Pengujian ADC dan komunikasi RS232
2. Pengujian Sensor Arus ACS712
3. Pengujian *Wireless* TP-LINK Sebagai Media Komunikasi
4. Pengujian Alat Keseluruhan

#### **4.1 Pengujian ADC Mikrokontroler dan Komunikasi RS-232**

Pengujian ADC dapat diuji dengan percobaan rangkaian Sistem Minimum menggunakan komunikasi serial RS232. Rangkaian serial RS232 ini digunakan untuk komunikasi *serial* dari mikrokontroler ke PC. Pengujian rangkaian dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler ATmega16 ke kabel RS485 dan kemudian dihubungkan ke *PC*. Selanjutnya membuat program pada AVR dan melihat pada *Tera Term*. Hasilnya dapat dilihat seperti Gambar 4.1.





**Gambar 4.1** Tampilan *Tera Term*

Dari tampilan hasil pengujian komunikasi serial diatas menggunakan aplikasi *Tera Term* sebagai tampilannya. *Inputnya* berupa *power supply* 5 Volt dengan potensio 10k agar tegangan yang keluar dapat diatur sesuai keinginan. Program yang digunakan dalam pengujian komunikasi serial, yaitu program untuk pembacaan data ADC. Program pengujian sebagai berikut :

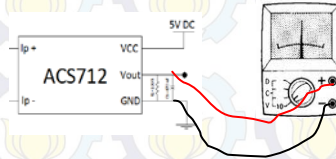
```
while (1)
{
    // Place your code here
    data_adc = (float) read_adc (0);
    Printf ("tegangan = % 1.2 f Volt\r", data_adc);
    Delay_ms(200);
};
}
```

## 4.2 Pengujian Sensor Arus ACS712

Sensor arus merupakan komponen yang digunakan untuk mendeteksi apakah terdapat arus yang mengalir pada sebuah sistem.

Cara pengujian sensor arus yaitu dengan cara memberikan *input-an* tegangan dengan menggunakan beban lampu pijar sebesar 60 Watt sebanyak 4 buah. Pada sisi *output* sensor tegangan *output*-nya diukur.

Berikut akan diperlihatkan rangkaian untuk pengujian sensor arus yang digunakan :

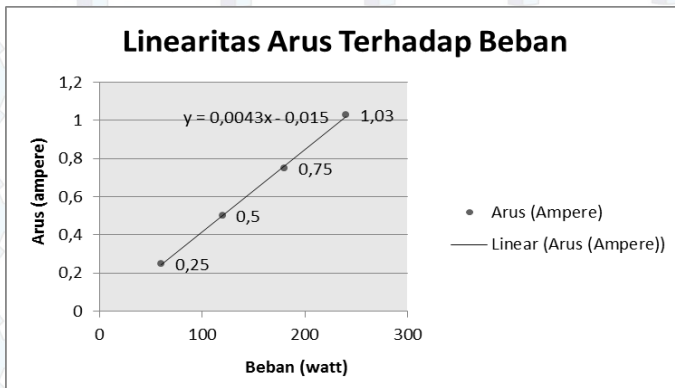


**Gambar 4.2** Pengukuran langsung menggunakan *Multimeter* pada alat

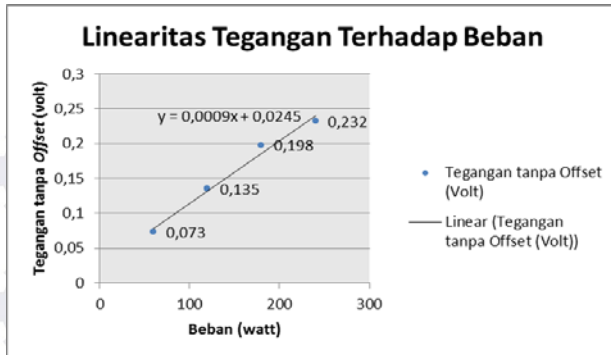
Data pertama menggunakan 4 buah lampu pijar @60 Watt dengan tegangan sumber sebesar 223 Volt :

**Tabel 4.1** Pengukuran sensor arus saat tegangan sumber 223 Volt

No.	Beban (Watt)	Arus (Ampere)	Tegangan dengan <i>Offset</i> (Volt)	Tegangan tanpa <i>Offset</i> (Volt)
1	60	0,25	2,573	0,073
2	120	0,50	2,635	0,135
3	180	0,75	2,698	0,198
4	240	1,03	2,732	0,232



**Gambar 4.3** Grafik linearitas arus terhadap beban saat tegangan sumber 223 Volt

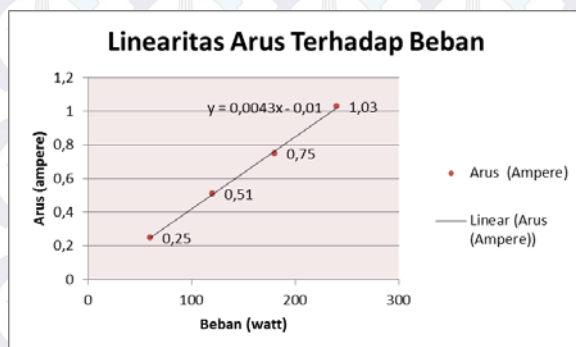


**Gambar 4.4** Grafik linearitas tegangan terhadap beban saat tegangan sumber 223 Volt

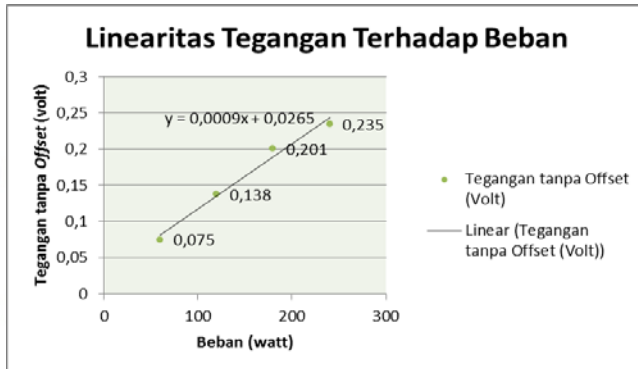
Data kedua menggunakan 4 buah lampu pijar @60 Watt dengan tegangan sumber sebesar 217 Volt.

**Tabel 4.2** Pengukuran sensor arus saat tegangan sumber 217 Volt

No.	Beban (Watt)	Arus (Ampere)	Tegangan dengan <i>Offset</i> (Volt)	Tegangan tanpa <i>Offset</i> (Volt)
1.	60	0,25	2,575	0,075
2.	120	0,51	2,638	0,138
3.	180	0,75	2,701	0,201
4.	240	1,03	2,735	0,235



**Gambar 4.5** Grafik linearitas arus terhadap beban saat tegangan sumber 217 Volt

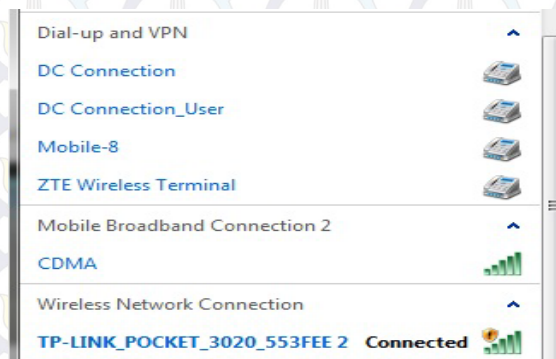


**Gambar 4.6** Grafik linearitas tegangan terhadap beban saat tegangan sumber 217 Volt

Dari keseluruhan data diatas, tegangan tanpa *offset* didapatkan dari hasil pengurangan tegangan dengan *offset* dan nilai *offset* pada sensor arus yang digunakan yaitu 2,5. 2,5 ini merupakan nilai tegangan awal *output* sensor dengan *Op-Amp* (*VoutAmp*) saat tidak ada pembebanan.

#### 4.3 Pengujian *Wireless* TP-LINK Sebagai Media Komunikasi

Untuk mengetahui *wireless* TP-LINK dapat digunakan perlu dilakukan suatu pengujian koneksi. Hasil pengujian koneksi dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Koneksi *Wifi* TP-LINK

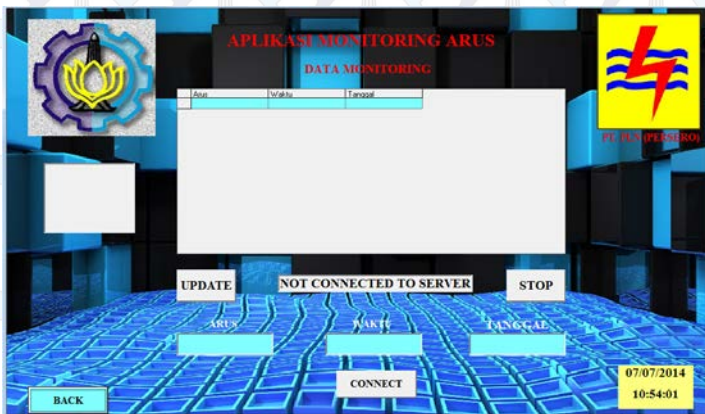
Berikut tahap-tahap dalam melakukan proses pengujian *software visual basic 6.0* sebagai monitoring antara lain:

- a. Menghubungkan perangkat *hardware* dengan laptop melalui *wiznet* dan kabel RJ45.



**GAMBAR 4.8** Perangkat komunikasi *Wifi*

- b. Buka Aplikasi Monitoring Arus Bocor yang telah dibuat.



**Gambar 4.9** Tampilan Aplikasi Monitoring Arus Bocor

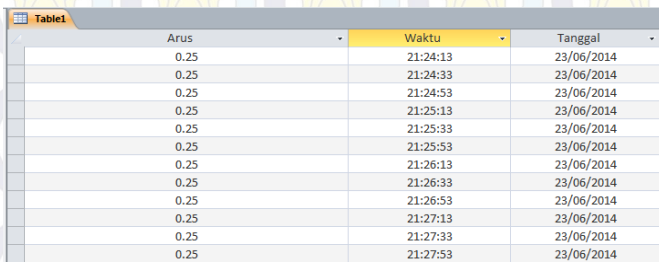
Kemudian tekan tombol *CONNECT*. Setelah status berubah menjadi *CONNECTED TO SERVER* maka pada tabel data



monitoring akan termonitor berapa nilai arus yang terdeteksi secara *realtime*.

Apabila data arus tidak muncul, maka perlu diperiksa *setting port, host IP*, dan modul wiznet nya telah terhubung dengan benar atau tidak.

- c. Apabila ingin menyimpan hasil monitoring arus yang ada pada tabel data monitoring maka kita dapat menekan tombol *Update* dan data akan tersimpan dalam *database Microsoft Access*.



Arus	Waktu	Tanggal
0.25	21:24:13	23/06/2014
0.25	21:24:33	23/06/2014
0.25	21:24:53	23/06/2014
0.25	21:25:13	23/06/2014
0.25	21:25:33	23/06/2014
0.25	21:25:53	23/06/2014
0.25	21:26:13	23/06/2014
0.25	21:26:33	23/06/2014
0.25	21:26:53	23/06/2014
0.25	21:27:13	23/06/2014
0.25	21:27:33	23/06/2014
0.25	21:27:53	23/06/2014

**Gambar 4.10** Data yang tersimpan di *database Ms.Access*

## 4.4 Pengujian Alat Keseluruhan

Pada Tugas Akhir ini *Interface* yang digunakan adalah *Visual Basic 6.0*. *Interface* ini berfungsi untuk memonitor arus yang terdeteksi pada kabel *screen* apakah melebihi 0,6 Ampere atau tidak. Tujuannya adalah untuk memudahkan Operator agar cepat tanggap saat pemeliharaan sebab apabila terlambat dapat mengakibatkan terjadinya hubung singkat pada kabel tanah.

Pada sub bab ini akan dijelaskan bagaimana proses pengujian alat sehingga dapat dibandingkan antara *software* dan *hardware* apakah hasilnya sudah sesuai dengan harapan atau tidak.

### 4.4.1 Pengujian Pertama

Pada pengujian pertama menggunakan tegangan sumber konstan sebesar 217 Volt, dan untuk mengetahui perubahan arus menggunakan variasi beban lampu dengan beban maksimal 240 watt. Hasil pengujian dapat dilihat di Tabel 4.2

Untuk mengetahui berapa prosentase *error* dari alat yang telah kita buat, dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil Arus Terukur} - \text{Hasil Arus Tampil}}{\text{Hasil Arus Terukur}} \times 100\%$$

Sehingga dari rumus diperoleh prosentase kesalahan dengan tabel sebagai berikut

**Tabel 4.3** Prosentase *error* pada pengujian pertama

No.	Beban (Watt)	Arus Terukur (Ampere)	Arus Tampil (Ampere)	% <i>Error</i>
1.	60	0,25	0,25	0
2.	120	0,51	0,50	1,96
3.	180	0,75	0,75	0
4.	240	1,03	1,03	0

#### 4.4.2 Pengujian Kedua

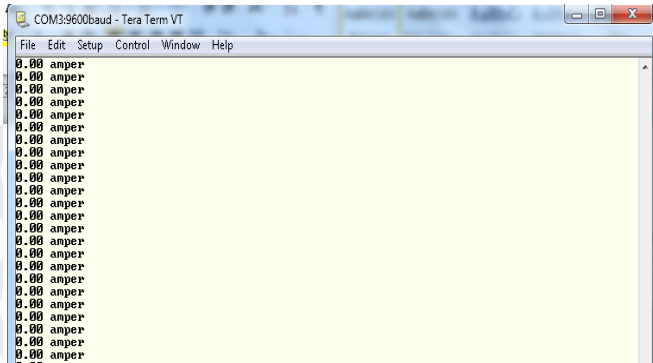
Tegangan sumber yang digunakan pada pengujian kedua sebesar 223 Volt. Pada pengujian kedua ini masih menggunakan variasi beban yang sama. Berikut hasil pengujian yang didapat.

Dengan membandingkan hasil pengujian dengan rumus diperoleh prosentase kesalahan dengan tabel sebagai berikut

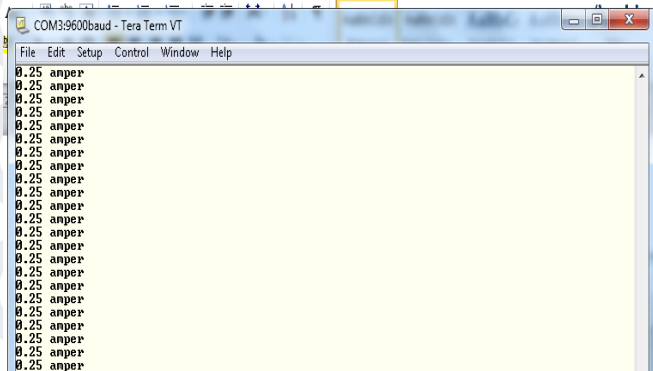
**Tabel 4.4** Prosentase *error* pada pengujian kedua

No.	Beban (Watt)	Arus Terukur (Ampere)	Arus Tampil (Ampere)	% <i>error</i>
1.	60	0,25	0,25	0
2.	120	0,50	0,50	0
3.	180	0,75	0,75	0
4.	240	1,03	1,03	0

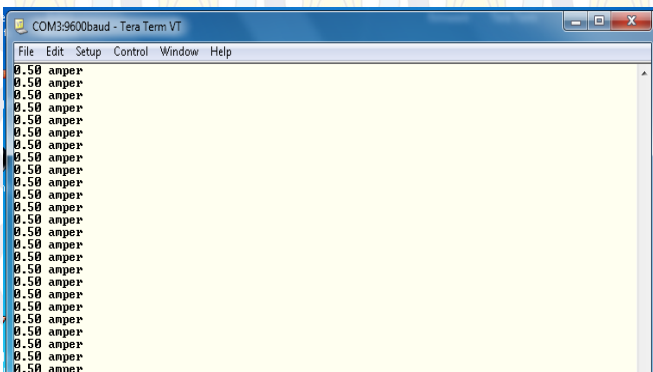
Berikut besar arus yang terdeteksi menggunakan tampilan *Tera Term*.



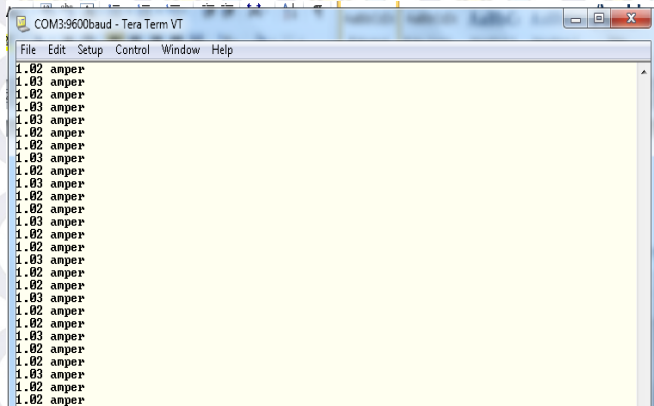
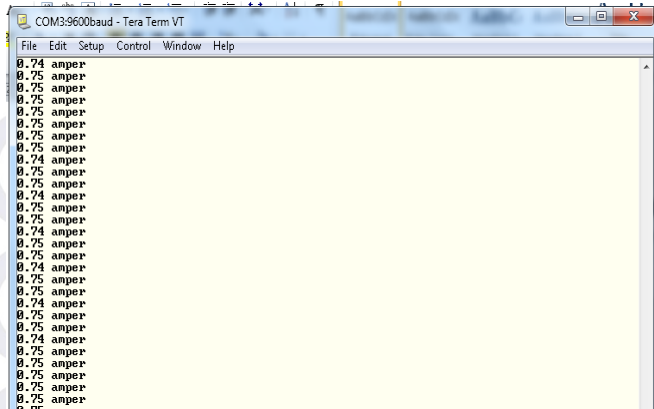
**Gambar 4.11 (a)** Besar arus saat keadaan tidak berbeban



**Gambar 4.11 (b)** Saat beban 60 watt



**Gambar 4.11 (c)** Saat beban 120 watt



Dari kedua pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa rata-rata prosentase *error* yang dihasilkan antara arus terukur dengan arus hitung pada beban 60 watt sebesar 0 % , beban 120 watt sebesar 0,98 % , beban 180 watt sebesar 0 % , dan beban 240 watt sebesar 0 % , sehingga prosentase *error* keseluruhan mencapai 0,24 %.

#### 4.4.3 Pengujian Alat Keseluruhan Menggunakan *Interface Visual Basic 6.0*

Saat dilakukan pengujian alat secara keseluruhan, dilakukan koordinasi sensor dan komunikasinya dengan tampilan pada *PC server*.



**Gambar 4.12** Pengujian Keseluruhan

Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu kondisi baik dan kondisi bahaya. dan kondisi bahaya.

##### **A. Kondisi Baik**

Yang termasuk dalam kategori kondisi ini dimana arus yang terdeteksi dibawah 0,6 Ampere. Saat sensor arus ACS712 mendeteksi keadaan ini maka akan muncul keterangan “NORMAL” dan berwarna hijau pada Aplikasi Monitoring Arus Bocor. Berikut gambar tampilan di aplikasi saat kondisi baik.





**Gambar 4.13** Tampilan saat kondisi baik

### B. Kondisi Peringatan

Yang termasuk dalam kategori kondisi ini adalah saat arus yang terdeteksi diatas 0,6 Ampere hingga dibawah 1 Ampere. Saat sensor arus ACS712 mendeteksi keadaan ini maka muncul keterangan “WARNING” dan berwarna merah serta alarm akan berbunyi. Berikut gambar tampilan di aplikasi saat kondisi peringatan.



**Gambar 4.14** Tampilan saat kondisi peringatan

### C. Kondisi Rusak

Yang termasuk dalam kategori kondisi ini adalah saat arus yang terdeteksi diatas 1 Ampere. Saat sensor arus ACS712 mendeteksi keadaan ini maka muncul keterangan “GANTI KABEL SCREEN” dan berwarna merah serta alarm akan berbunyi. Berikut gambar tampilan di aplikasi saat kondisi rusak.



Gambar 4.15 Tampilan saat kondisi rusak



## **BAB V**

### **PENUTUP**

Setelah melakukan penyusunan perencanaan dan pembuatan alat serta pengujian dan analisa dari pengujian alat, maka dapat ditarik kesimpulan dan saran dari kegiatan yang telah dilakukan.

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari Tugas Akhir yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai pengukuran arus yang dihasilkan sensor arus ACS712 hampir presisi sesuai dengan penghitungan dengan prosentase *error* rata-rata mencapai 0,24 %.
2. Sebelum menggunakan alat ini, pihak PLN memantau kebocoran arus pada kabel *screen* hanya 1 kali sehari di sore hari saja. Dengan begitu estimasi waktu yang dibutuhkan mulai dari dalam kantor hingga ke lokasi pengukuran  $\pm 10$  menit. Setelah menggunakan alat ini pihak PLN dapat mengetahui hasil pengukuran setiap 5 detik dan setiap saat dapat meng-*update* data tersebut tanpa harus ke lokasi.
3. Dari kesimpulan poin 2 diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa antara sebelum menggunakan alat ini dengan setelah menggunakan alat ini waktu akan lebih cepat apabila menggunakan alat ini.

#### **5.2 Saran**

Dengan memperhatikan beberapa kelemahan dan kekurangan dari proyek tugas akhir ini, maka diberikan beberapa saran yang dapat dikembangkan pada masa yang akan datang demi kesempurnaan dari proyek tugas akhir ini. Adapun beberapa saran tersebut yaitu:

1. Pengambilan data lebih banyak dan berulang, untuk memastikan kemampuan alat serta keakuratan alat.
2. Harapannya alat ini dapat dikembangkan via *SMS Gateway* sehingga dimanapun operator berada update data dapat segera diketahui.
3. Dalam memonitoring data yang ada sebaiknya dilakukan secara bertahap dengan rentang waktu yang stabil.







## DAFTAR PUSTAKA

- [1]....., *Pengoprasian Peralatan Gardu Induk*, PT.PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan, Jakarta, 2009.
- [2].....*ATmega16*, datasheet tentang *ATmega16*, <<http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/atmel/2466S.pdf>>, 14 Maret 2014)
- Andrianto dan Heri. *Pemrograman Mikorkontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*. Informatika, Bandung, 2008
- [3]....., “**Komunikasi Serial RS-232**”, <<http://spenix-ei.blogspot.com>>, 11 April 2014
- [4]....., “Sensor Arus ACS712” <<http://ilmubawang.blogspot.com/2011/04/sensor-arus-efek-hall-ac721-hall.html>>, 15 April 2014
- [5]....., **Visual Basic**, <[https://id.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Basic](https://id.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic)>, 27 April 2014
- [6]Riyanto, **RJ 45 Connector Configuration**, <<http://riyantoro.wordpress.com/2007/07/10/rj-45-connector-configuration>>, 27April 2014
- [7].....**WIZ110SR Konfigurasi Serial ke Ethernet Wiznet**, <[http://www.wiznet.co.kr/support\\_download.html/download/file/4/WIZ110SR%User%Manual%V1.0.0.pdf](http://www.wiznet.co.kr/support_download.html/download/file/4/WIZ110SR%User%Manual%V1.0.0.pdf)>, 27 April 2014
- [8].....TP-Link TL-MR3020 3G Router Portable, <<http://www.tplink.co.id/TL-MR3020>>, 2 Mei 2014
- [9].....**RTC (Real Time Clock)**, <[http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=772:rtc-real-time-clock&catid=16:mikroprocessorkontroller&Itemid=14](http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=772:rtc-real-time-clock&catid=16:mikroprocessorkontroller&Itemid=14)>, 4 Mei 2014
- Agus, Bejo. *C dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C Dalam Mikrokontroler ATMega8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2008



## **LAMPIRAN 1**

### **LISTING PROGRAM**

#### **1. Listing Program Codevision AVR**

/\*\*\*\*\*\*

This program was produced by the  
CodeWizardAVR V2.04.4a Advanced  
Automatic Program Generator  
© Copyright 1998-2009 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
<http://www.hpinfotech.com>

Project :  
Version :  
Date : 6/18/2014  
Author : NeVaDa  
Company : ITS  
Comments:

Chip type : ATmega16  
Program type : Application  
AVR Core Clock frequency: 11.059200 MHz  
Memory model : Small  
External RAM size : 0  
Data Stack size : 256

\*\*\*\*\*/

```
#include <mega16.h>
#include <delay.h>
// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
```

```
// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
```

```

// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}

// I2C Bus functions
#asm
.equ __i2c_port=0x1B ;PORTA
.equ __sda_bit=0
.equ __scl_bit=1
#endasm
#include <i2c.h>

// DS1307 Real Time Clock functions
#include <ds1307.h>

// Declare your global variables here

void main(void)
{
    unsigned char h, m, s, d, mo, y;
    float adc, arus;
    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
    State0=T
    PORTA=0x00;
    DDRA=0x00;

    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
    Func1=In Func0=In

```



```

// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0xFF;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x47;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

```



```

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 691.200 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: None
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;

i2c_init();

while (1)
{
    // Place your code here
    adc = (float) read_adc(2);
    arus=((adc/1023)*4.9) - 2,442815249266862;

    if (arus<0)
    {
        arus=0;
    }

    if (arus>=0.23&&arus<=0.26)
    {
        arus=0.25;
    }

    if (arus>=0.48&&arus<0.51)
    {
        arus=0.50;
    }

    if (arus >0.6)
    {
        PORTB=0B11110000;
    }
    else
        PORTB=0B00001111;

    rtc_get_time(&h,&m,&s); // mengakses jam
    rtc_get_date(&d,&mo,&y); //mengakses tanggal

```

```
printf("%02u:%02u:%02u#%d-%d-%d#%.2f",h,m,s,d,mo,y,arus);
```

```
//printf("%.2f ampere\r", adc);  
printf("%.2f ampere\r", arus);  
delay_ms(1000);  
};  
}
```

## **2. Listing Program Visual Basic 6.0**

### **2.1 Program Login**

```
Private Sub Exit_Click()  
If MsgBox("Anda yakin ingin keluar?", vbQuestion + vbYesNo,  
"Konfirmasi") = vbYes Then  
End  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub Login_Click()  
If Text1.Text = "Operator" And Text2.Text = "supervisor" Then  
MsgBox ("Password Anda Benar, Terima Kasih Telah Login")  
Form2.Show  
Form1.Hide  
Else  
MsgBox ("Password Anda Salah, Silahkan Dicoba Kembali")  
End If  
Text1.Text = ""  
Text2.Text = ""  
End Sub
```

### **2.2 Program Aplikasi Monitoring Arus Bocor**

```
Option Explicit  
Dim strArus As String  
Dim valArus As Double  
Dim soundfile As String  
Dim wFlags As String  
Dim sound As String
```

Dim pesan() As String  
Dim tanda As String  
Dim detik As Integer

Private Const SND\_APPLICATION As Long = &H80  
Private Const SND\_ALIAS As Long = &H10000  
Private Const SND\_ALIAS\_ID As Long = &H110000  
Private Const SND\_ASYNC As Long = &H1  
Private Const SND\_FILENAME As Long = &H20000  
Private Const SND\_LOOP As Long = &H8  
Private Const SND\_MEMORY As Long = &H4  
Private Const SND\_NODEFAULT As Long = &H2  
Private Const SND\_NOSTOP As Long = &H10  
Private Const SND\_NOWAIT As Long = &H2000  
Private Const SND\_PURGE As Long = &H40  
Private Const SND\_RESOURCE As Long = &H40004  
Private Const SND\_SYNC As Long = &H0

Private Sub Command1\_Click()

    If Command1.Caption = "CONNECT" Then  
        Winsock1.Close  
        Winsock1.RemoteHost = "192.168.0.113"  
        Winsock1.RemotePort = "5000"  
        Winsock1.Connect

    Else

        If MsgBox("Do you want to disconnect from server. . .?",  
vbQuestion + vbOKCancel, "Confirm") = vbOK Then  
            Winsock1.Close  
            Label10.Caption = "DISCONNECTED FROM SERVER"  
            Command1.Caption = "CONNECT"  
        End If

    End If

End Sub

Private Sub Command2\_Click()

    If Text1.Text <> "" Then

        Adodc1.Recordset!Waktu = Text2.Text

```
Adodc1.Recordset!Arus = valArus
```

```
Adodc1.Recordset.Update
```

```
MsgBox ("Data has been saved")
```

```
End If
```

```
On Error Resume Next
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Timer2_Timer()
```

```
detik = detik + 1
```

```
If detik = 10 Then
```

```
Text1.Text = ""
```

```
Timer2.Enabled = False
```

```
detik = 0
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Winsock1_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)
```

```
Dim strData As String
```

```
'get the data from the socket
```

```
Winsock1.GetData strData
```

```
'display it in the textbox
```

```
Text1.Text = Text1.Text & strData
```

```
'scroll the box down
```

```
Text1.SelStart = Len(Text1.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Winsock1_Error(ByVal Number As Integer, Description  
As String, ByVal Scode As Long, ByVal Source As String, ByVal  
HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long, CancelDisplay As  
Boolean)
```

```
'an error has occured somewhere,so let the user know
```

```
MsgBox "Error:" & Description
```

```
'close the socket, ready to go again
```

```
Winsock1.Close
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Winsock1_Close()
```

```
Label10.Caption = "DISCONNECTED FROM SERVER"
```



```
Command1.Caption = "CONNECT"  
End Sub
```

```
Private Sub Winsock1_Connect()  
    If Winsock1.State = sockConnected Then  
        Label10.Caption = "CONNECTED TO SERVER"  
        Command1.Caption = "DISCONNECT"  
        MsgBox ("Connected")  
    End If  
End Sub
```

```
Private Sub Exit_Click(Index As Integer)  
    If MsgBox("Anda yakin mau kembali?", vbQuestion + vbYesNo,  
        "Konfirmasi") = vbYes Then  
        Form1.Show  
        Form2.Hide  
    End If  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
    Adodc1.ConnectionString =  
        "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=D:\SEMESTER  
        VI\TA ku\VB\Tegangan dan arus.mdb;Persist Security Info=False"  
    Adodc1.RecordSource = "Select * from Table1"  
    Set DataGrid1.DataSource = Adodc1
```

```
Timer2.Enabled = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text1_Change()  
    On Error Resume Next  
    Dim tot As Integer  
    If Text1.Text <> "" Then
```

```
End If
```

```
    If Trim(Text1.Text) <> "" Then  
        pesan = Split(Text1.Text, "#")
```



```
tot = UBound(pesan)
```

```
If tot > 0 Then
```

```
Text2.Text = pesan(3)
```

```
strArus = pesan(2)
```

```
Arus.Text = strArus
```

```
Timer2.Enabled = True
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()
```

```
Tanggal.Caption = Date
```

```
Waktu.Caption = Time
```

```
End Sub
```



## LAMPIRAN 2

### Datasheet

#### 1. Datasheet ATmega16

##### Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512 Bytes EEPROM
  - 1 Kbyte Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    - 8 Single-ended Channels
    - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
    - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7V - 5.5V for ATmega16L
  - 4.5V - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
  - 0 - 8 MHz for ATmega16L
  - 0 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L
  - Active: 1.1 mA
  - Idle Mode: 0.35 mA
  - Power-down Mode: < 1 µA



**8-bit AVR®**  
**Microcontroller**  
**with 16K Bytes**  
**In-System**  
**Programmable**  
**Flash**

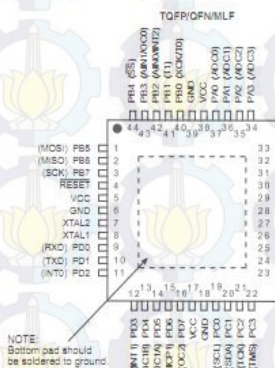
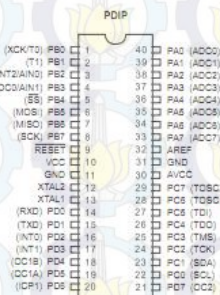
**ATmega16**  
**ATmega16L**

Rev. 2498T-AVR-07/10



## Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



## Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

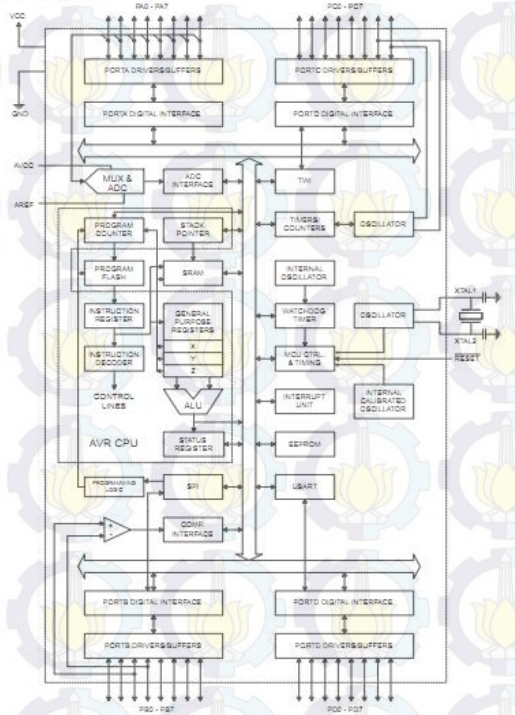


## Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

## Block Diagram

Figure 2. Block Diagram





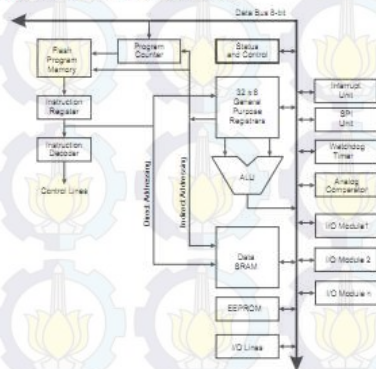
## AVR CPU Core

### Introduction

This section discusses the AVR core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals, and handle interrupts.

### Architectural Overview

Figure 3. Block Diagram of the AVR MCU Architecture



In order to maximize performance and parallelism, the AVR uses a Harvard architecture – with separate memories and buses for program and data. Instructions in the program memory are executed with a single level pipelining. While one instruction is being executed, the next instruction is pre-fetched from the program memory. This concept enables instructions to be executed in every clock cycle. The program memory is In-System Reprogrammable Flash memory.

The fast-access Register File contains 32 × 8-bit general purpose working registers with a single clock cycle access time. This allows single-cycle Arithmetic Logic Unit (ALU) operation. In a typical ALU operation, two operands are output from the Register File, the operation is executed, and the result is stored back in the Register File – in one clock cycle.

Six of the 32 registers can be used as three 16-bit indirect address register pointers for Data Space addressing – enabling efficient address calculations. One of these address pointers can also be used as an address pointer for look up tables in Flash Program memory. These added function registers are the 16-bit X-register, Y-register, and Z-register, described later in this section.

The ALU supports arithmetic and logic operations between registers or between a constant and a register. Single register operations can also be executed in the ALU. After an arithmetic operation, the Status Register is updated to reflect information about the result of the operation.

## AVR ATmega16 Memories

This section describes the different memories in the ATmega16. The AVR architecture has two main memory spaces, the Data Memory and the Program Memory space. In addition, the ATmega16 features an EEPROM Memory for data storage. All three memory spaces are linear and regular.

## In-System Reprogrammable Flash Program Memory

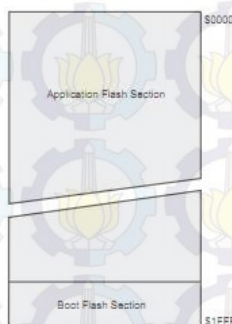
The ATmega16 contains 16 Kbytes On-chip In-System Reprogrammable Flash memory for program storage. Since all AVR instructions are 16 or 32 bits wide, the Flash is organized as 8K x 16. For software security, the Flash Program memory space is divided into two sections, Boot Program section and Application Program section.

The Flash memory has an endurance of at least 10,000 write/erase cycles. The ATmega16 Program Counter (PC) is 13 bits wide, thus addressing the 8K program memory locations. The operation of Boot Program section and associated Boot Lock bits for software protection are described in detail in "Boot Loader Support – Read-While-Write Self-Programming" on page 246. "Memory Programming" on page 269 contains a detailed description on Flash data serial downloading using the SPI pins or the JTAG interface.

Constant tables can be allocated within the entire program memory address space (see the LPM – Load Program Memory Instruction Description).

Timing diagrams for instruction fetch and execution are presented in "Instruction Execution Timing" on page 13.

Figure 8. Program Memory Map

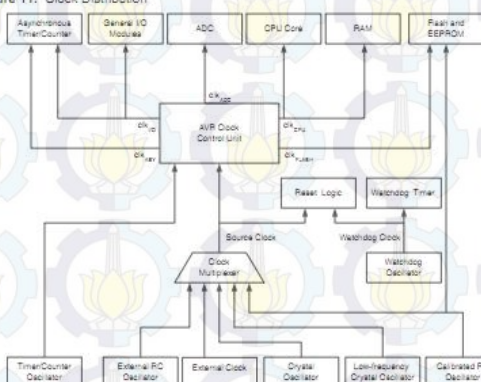


## System Clock and Clock Options

### Clock Systems and their Distribution

Figure 11 presents the principal clock systems in the AVR and their distribution. All of the clocks need not be active at a given time. In order to reduce power consumption, the clocks to modules not being used can be halted by using different sleep modes, as described in 'Power Management and Sleep Modes' on page 32. The clock systems are detailed Figure 11.

Figure 11. Clock Distribution



#### CPU Clock – $clk_{CPU}$

The CPU clock is routed to parts of the system concerned with operation of the AVR core. Examples of such modules are the General Purpose Register File, the Status Register and the data memory holding the Stack Pointer. Halting the CPU clock inhibits the core from performing general operations and calculations.

#### I/O Clock – $clk_{IO}$

The I/O clock is used by the majority of the I/O modules, like Timer/Counters, SPI, and USART. The I/O clock is also used by the External Interrupt module, but note that some external interrupts are detected by asynchronous logic, allowing such interrupts to be detected even if the I/O clock is halted. Also note that address recognition in the TWI module is carried out asynchronously when  $clk_{IO}$  is halted, enabling TWI address reception in all sleep modes.

#### Flash Clock – $clk_{FLASH}$

The Flash clock controls operation of the Flash interface. The Flash clock is usually active simultaneously with the CPU clock.

#### Asynchronous Timer Clock – $clk_{ASY}$

The Asynchronous Timer clock allows the Asynchronous Timer/Counter to be clocked directly from an external 32 kHz clock crystal. The dedicated clock domain allows using this Timer/Counter as a real-time counter even when the device is in sleep mode.



## Interrupts

This section describes the specifics of the interrupt handling as performed in ATmega16. For a general explanation of the AVR interrupt handling, refer to "Reset and Interrupt Handling" on page 13.

### Interrupt Vectors in ATmega16

Table 18. Reset and Interrupt Vectors

Vector No.	Program Address <sup>(2)</sup>	Source	Interrupt Definition
1	\$000 <sup>(1)</sup>	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, Watchdog Reset, and JTAG AVR Reset
2	\$002	INT0	External Interrupt Request 0
3	\$004	INT1	External Interrupt Request 1
4	\$006	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
5	\$008	TIMER2 OVIF	Timer/Counter2 Overflow
6	\$00A	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
7	\$00C	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
8	\$00E	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
9	\$010	TIMER1 OVIF	Timer/Counter1 Overflow
10	\$012	TIMER0 OVIF	Timer/Counter0 Overflow
11	\$014	SPI, STC	Serial Transfer Complete
12	\$016	USART, RXC	USART, Rx Complete
13	\$018	USART, UDRE	USART Data Register Empty
14	\$01A	USART, TXC	USART, Tx Complete
15	\$01C	ADC	ADC Conversion Complete
16	\$01E	EE_RDY	EEPROM Ready
17	\$020	ANA_COMP	Analog Comparator
18	\$022	TWI	Two-wire Serial Interface
19	\$024	INT2	External Interrupt Request 2
20	\$026	TIMER0 COMP	Timer/Counter0 Compare Match
21	\$028	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

Notes: 1. When the BOOTRST Fuse is programmed, the device will jump to the Boot Loader address at reset, see "Boot Loader Support – Read-While-Write Self-Programming" on page 246.  
2. When the IVSEL bit in GICR is set, interrupt vectors will be moved to the start of the Boot Flash section. The address of each Interrupt Vector will then be the address in this table added to the start address of the Boot Flash section.

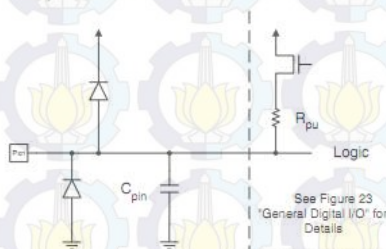


## I/O Ports

### Introduction

All AVR ports have true Read-Modify-Write functionality when used as general digital I/O ports. This means that the direction of one port pin can be changed without unintentionally changing the direction of any other pin with the SBI and CBI instructions. The same applies when changing drive value (if configured as output) or enabling/disabling of pull-up resistors (if configured as input). Each output buffer has symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. The pin driver is strong enough to drive LED displays directly. All port pins have individually selectable pull-up resistors with a supply-voltage invariant resistance. All I/O pins have protection diodes to both  $V_{CC}$  and Ground as indicated in Figure 22. Refer to "Electrical Characteristics" on page 291 for a complete list of parameters.

Figure 22. I/O Pin Equivalent Schematic



All registers and bit references in this section are written in general form. A lower case "x" represents the numbering letter for the port, and a lower case "n" represents the bit number. However, when using the register or bit defines in a program, the precise form must be used, that is, PORTB3 for bit no. 3 in Port B, here documented generally as PORTxn. The physical I/O Registers and bit locations are listed in "Register Description for I/O Ports" on page 66.

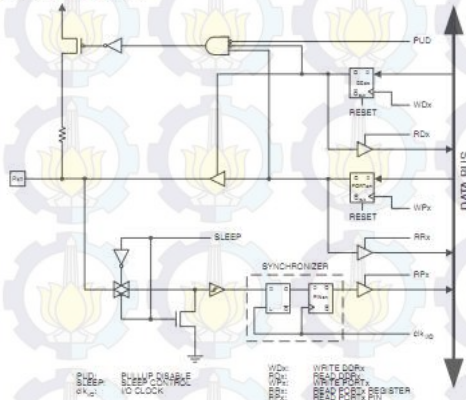
Three I/O memory address locations are allocated for each port, one each for the Data Register – PORTx, Data Direction Register – DDRx, and the Port Input Pins – PINx. The Port Input Pins I/O location is read only, while the Data Register and the Data Direction Register are read/write. In addition, the Pull-up Disable – PUD bit in SPIOR disables the pull-up function for all pins in all ports when set.

Using the I/O port as General Digital I/O is described in "Ports as General Digital I/O" on page 50. Most port pins are multiplexed with alternate functions for the peripheral features on the device. How each alternate function interferes with the port pin is described in "Alternate Port Functions" on page 55. Refer to the individual module sections for a full description of the alternate functions.

Note that enabling the alternate function of some of the port pins does not affect the use of the other pins in the port as general digital I/O.

### Ports as General Digital I/O

The ports are bi-directional I/O ports with optional internal pull-ups. Figure 23 shows a functional description of one I/O-port pin, here generically called Pxn.

Figure 23. General Digital I/O<sup>(1)</sup>

Note: 1. WPx, WDx, RRx, RPx, and RDx are common to all pins within the same port. clk<sub>IO</sub>, SLEEP, and PUD are common to all ports.

### Configuring the Pin

Each port pin consists of three register bits: DDxn, PORTxn, and PINxn. As shown in "Register Description for I/O Ports" on page 66, the DDxn bits are accessed at the DDRx I/O address, the PORTxn bits at the PORTx I/O address, and the PINxn bits at the PINx I/O address.

The DDxn bit in the DDRx Register selects the direction of this pin. If DDxn is written logic one, Pxn is configured as an output pin. If DDxn is written logic zero, Pxn is configured as an input pin.

If PORTxn is written logic one when the pin is configured as an input pin, the pull-up resistor is activated. To switch the pull-up resistor off, PORTxn has to be written logic zero or the pin has to be configured as an output pin. The port pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if no clocks are running.

If PORTx is written logic one when the pin is configured as an output pin, the port pin is driven high (one). If PORTx is written logic zero when the pin is configured as an output pin, the port pin is driven low (zero).

When switching between tri-state ((D0xn, PORTxn) = 0b00) and output high ((D0xn, PORTxn) = 0b11), an intermediate state with either pull-up enabled ((D0xn, PORTxn) = 0b01) or output low ((D0xn, PORTxn) = 0b10) must occur. Normally, the pull-up enabled state is fully acceptable, as a high-impedant environment will not notice the difference between a strong high driver and a pull-up. If this is not the case, the PUD bit in the SFIOR Register can be set to disable all pull-ups in all ports.

Switching between input with pull-up and output low generates the same problem. The user must use either the tri-state ((DDxn, PORTxn) = 0b00) or the output high state ((DDxn, PORTxn) = 0b11) as an intermediate step.

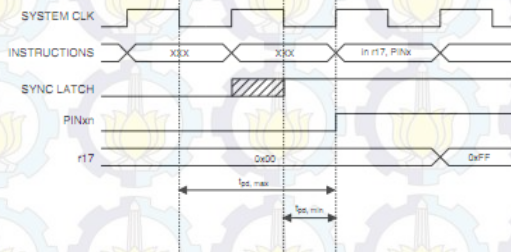
Table 20 summarizes the control signals for the pin value.

**Table 20. Port Pin Configurations**

DDxn	PORTxn	PUD (in SFIOR)	I/O	Pull-up	Comment
0	0	X	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
0	1	0	Input	Yes	Pxn will source current if ext. pulled low.
0	1	1	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
1	0	X	Output	No	Output Low (Sink)
1	1	X	Output	No	Output High (Source)

**Reading the Pin Value** Independent of the setting of Data Direction bit DDxn, the port pin can be read through the PINxn Register bit. As shown in Figure 23, the PINxn Register bit and the preceding latch constitute a synchronizer. This is needed to avoid metastability if the physical pin changes value near the edge of the internal clock, but it also introduces a delay. Figure 24 shows a timing diagram of the synchronization when reading an externally applied pin value. The maximum and minimum propagation delays are denoted  $t_{pd,max}$  and  $t_{pd,min}$  respectively.

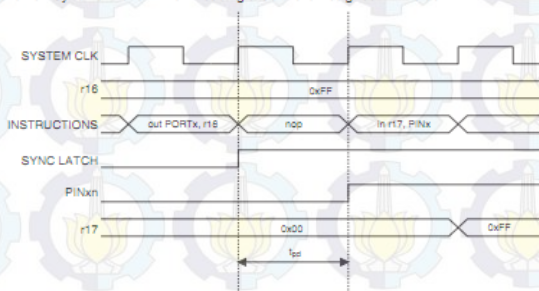
**Figure 24. Synchronization when Reading an Externally Applied Pin Value**



Consider the clock period starting shortly after the first falling edge of the system clock. The latch is closed when the clock is low, and goes transparent when the clock is high, as indicated by the shaded region of the "SYNC LATCH" signal. The signal value is latched when the system clock goes low. It is clocked into the PINxn Register at the succeeding positive clock edge. As indicated by the two arrows  $t_{pd,max}$  and  $t_{pd,min}$ , a single signal transition on the pin will be delayed between  $\frac{1}{2}$  and  $1\frac{1}{2}$  system clock period depending upon the time of assertion.

When reading back a software assigned pin value, a *nop* instruction must be inserted as indicated in Figure 25. The *out* instruction sets the "SYNC LATCH" signal at the positive edge of the clock. In this case, the delay  $t_{ps}$  through the synchronizer is one system clock period.

Figure 25. Synchronization when Reading a Software Assigned Pin Value





- Full-duplex, Three-wire Synchronous Data Transfer
- Master or Slave Operation
- LSB First or MSB First Data Transfer
- Seven Programmable Bit Rates
- End of Transmission Interrupt Flag
- Write Collision Flag Protection
- Wake-up from Idle Mode
- Double Speed (CK/2) Master SPI Mode

The diagram illustrates the internal architecture of the SPI module. Key components and their interconnections include:

- XTAL**: Connected to a **DIVIDER** block, which provides clock signals to the **SPI CONTROL** and **CLOCK LOGIC** blocks.
- DIVIDER**: A block with a selection input (2/4/8/16/32/64/128) that divides the XTAL frequency.
- SELECT**: A block that receives the divided clock and provides the **SPI CLOCK (MASTER)** signal to the **SPI CONTROL** and **CLOCK LOGIC** blocks.
- SPI CONTROL**: The central control block that manages the SPI interface. It receives **SPI TX** and **SPI RX** data and outputs **SPI TX** and **SPI RX** signals to the **SPI STATUS REGISTER**. It also outputs **SPI TX** and **SPI RX** signals to the **SPI CONTROL REGISTER**.
- SPI STATUS REGISTER**: A register that holds the status of the SPI interface, including **SPI TX** and **SPI RX** data. It outputs an **SPI INTERRUPT REQUEST** signal.
- SPI CONTROL REGISTER**: A register that holds the control settings for the SPI interface, including **SPI TX** and **SPI RX** data. It outputs an **INTERNAL DATA BUS** signal.
- CLOCK LOGIC**: A block that receives the **SPI CLOCK (MASTER)** signal and provides a **CLOCK** signal to the **SPI CONTROL** and **SPI STATUS REGISTER** blocks.
- 5 BIT SHIFT REGISTER**: A block that receives data from the **SPI STATUS REGISTER** and outputs it to the **READ DATA BUFFER**.
- READ DATA BUFFER**: A buffer that receives data from the **5 BIT SHIFT REGISTER** and outputs it to the **INTERNAL DATA BUS**.
- MSB** and **LSB**: Most Significant Bit and Least Significant Bit indicators for the shift registers.
- PIN CONTROL LOGIC**: A block that manages the pin control for the SPI interface, including **SPI TX** and **SPI RX** pins.

The interconnection between Master and Slave CPUs with SPI is shown in [Figure 86](#). The system consists of two Shift Registers, and a Master control generator. The SPI Master initiates the communication cycle when pulling low the Slave Select **SS** pin of the desired Slave. Master and Slave prepare the data to be sent in their respective Shift Registers, and the Master generates the required clock pulses on the SCK line to interchange data. Data is always shifted from Master to Slave on the Master Out – Slave In, MOSI, line, and from Slave to Master on the Master In – Slave Out, MISO, line. After each data packet, the Master will synchronize the Slave by pulling high the Slave Select, **SS**, line.

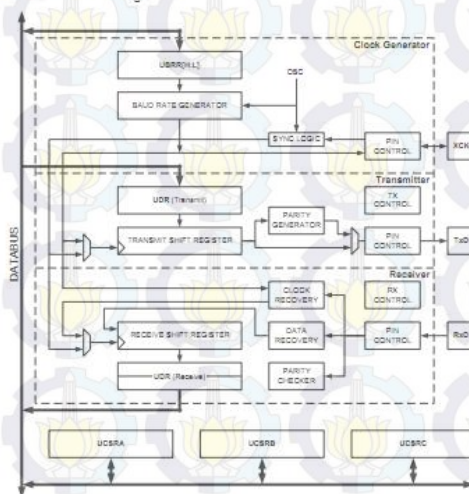
2488T-AVR-07/10

- **Full Duplex Operation** (Independent Serial Receive and Transmit Registers)

- Asynchronous or Synchronous Operation
- Master or Slave Clocked Synchronous Operation
- High Resolution Baud Rate Generator
- Supports Serial Frames with 5, 6, 7, 8, or 9 Data Bits and 1 or 2 Stop Bits
- Odd or Even Parity Generation and Parity Check Supported by Hardware
- Data OverRun Detection
- Framing Error Detection
- Noise Filtering includes False Start Bit Detection and Digital Low Pass Filter
- Three Separate Interrupts on TX Complete, TX Data Register Empty, and RX Complete
- Multi-processor Communication Mode
- Double Speed Asynchronous Communication Mode

A simplified block diagram of the USART transmitter is shown in [Figure 69](#). CPU accessible I/O Registers and I/O pins are shown in bold.

Figure 69. USART Block Diagram<sup>(1)</sup>

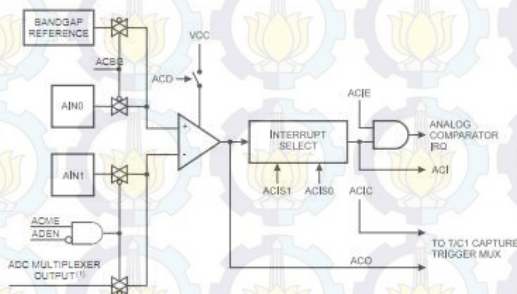


Note: 1. Refer to Figure 1 on page 2, Table 33 on page 85, and Table 27 on page 60 for USART pin placement.

## Analog Comparator

The Analog Comparator compares the input values on the positive pin AIN0 and negative pin AIN1. When the voltage on the positive pin AIN0 is higher than the voltage on the negative pin AIN1, the Analog Comparator Output, ACO, is set. The comparator's output can be set to trigger the Timer/Counter1 Input Capture function. In addition, the comparator can trigger a separate interrupt, exclusive to the Analog Comparator. The user can select interrupt triggering on comparator output rise, fall or toggle. A block diagram of the comparator and its surrounding logic is shown in Figure 97.

Figure 97. Analog Comparator Block Diagram<sup>(2)</sup>



- Notes:
1. See Table 80 on page 203.
  2. Refer to Figure 1 on page 2 and Table 25 on page 58 for Analog Comparator pin placement.

### Special Function IO Register – SFIOR

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ADTS2	ADTS1	ADTS0	–	ACME	PUD	PBR2	PBR10	SPIOR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

#### • Bit 3 – ACME: Analog Comparator Multiplexer Enable

When this bit is written logic one and the ADC is switched off (ADEN in ADCSRA is zero), the ADC multiplexer selects the negative input to the Analog Comparator. When this bit is written logic zero, AIN1 is applied to the negative input of the Analog Comparator. For a detailed description of this bit, see “Analog Comparator Multiplexed Input” on page 203.



## Analog to Digital Converter

### Features

- 10-bit Resolution
- 0.5 LSB Integral Non-linearity
- $\pm 2$  LSB Absolute Accuracy
- 13  $\mu$ s - 250  $\mu$ s Conversion Time
- Up to 15 kSPS at Maximum Resolution
- 8 Multiplexed Single Ended Input Channels
- 7 Differential Input Channels
- 2 Differential Input Channels with Optional Gain of 10x and 200x
- Optional Left adjustment for ADC Result Readout
- 0 -  $V_{CC}$  ADC Input Voltage Range
- Selectable 2.56V ADC Reference Voltage
- Free Running or Single Conversion Mode
- ADC Start Conversion by Auto Triggering on Interrupt Sources
- Interrupt on ADC Conversion Complete
- Sleep Mode Noise Canceled

The ATmega16 features a 10-bit successive approximation ADC. The ADC is connected to an 8-channel Analog Multiplexer which allows 8 single-ended voltage inputs constructed from the pins of Port A. The single-ended voltage inputs refer to 0V (GND).

The device also supports 16 differential voltage input combinations. Two of the differential inputs (ADC1, ADC0 and ADC3, ADC2) are equipped with a programmable gain stage, providing amplification steps of 0 dB (1x), 20 dB (10x), or 48 dB (200x) on the differential input voltage before the A/D conversion. Seven differential analog input channels share a common negative terminal (ADC1), while any other ADC input can be selected as the positive input terminal. If 1x or 10x gain is used, 8-bit resolution can be expected. If 200x gain is used, 7-bit resolution can be expected.

The ADC contains a Sample and Hold circuit which ensures that the input voltage to the ADC is held at a constant level during conversion. A block diagram of the ADC is shown in [Figure 98](#).

The ADC has a separate analog supply voltage pin, AVCC. AVCC must not differ more than  $\pm 0.3$ V from  $V_{CC}$ . See the paragraph "ADC Noise Canceled" on page 211 on how to connect this pin.

Internal reference voltages of nominally 2.56V or AVCC are provided On-chip. The voltage reference may be externally decoupled at the AREF pin by a capacitor for better noise performance.



## ATmega16 Typical Characteristics

The following charts show typical behavior. These figures are not tested during manufacturing. All current consumption measurements are performed with all I/O pins configured as inputs and with internal pull-ups enabled. A sine wave generator with rail-to-rail output is used as clock source.

The power consumption in Power-down mode is independent of clock selection.

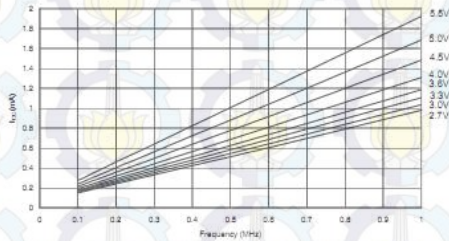
The current consumption is a function of several factors such as: operating voltage, operating frequency, loading of I/O pins, switching rate of I/O pins, code executed and ambient temperature. The dominating factors are operating voltage and frequency.

The current drawn from capacitive loaded pins may be estimated (for one pin) as  $C_L \cdot V_{CC} \cdot f$  where  $C_L$  = load capacitance,  $V_{CC}$  = operating voltage and  $f$  = average switching frequency of I/O pin.

The parts are characterized at frequencies higher than test limits. Parts are not guaranteed to function properly at frequencies higher than the ordering code indicates.

The difference between current consumption in Power-down mode with Watchdog Timer enabled and Power-down mode with Watchdog Timer disabled represents the differential current drawn by the Watchdog Timer.

Active Supply Current Figure 149. Active Supply Current vs. Frequency (0.1 MHz - 1.0 MHz)



# DT-AVR

## LOW COST MICRO SYSTEM

**DT-AVR** Low Cost Micro System is a single chip module based on AVR<sup>®</sup> Microcontroller and has the ability to program UART RS-232 serial data communication and memory programming through ISP (In-System Programming). Examples of this module's application are: LED display controller, motor driver controller, digital voltmeter, data communications between module and PC, etc.

### Hardware Specification

1. Atmega8535, a high-performance, low-power AVR<sup>®</sup> 8-bit Microcontroller with 8 KB Flash Memory and 8-channel, 10-bit ADC.
2. Supports variant of 40 pins AVR<sup>®</sup>, such as: ATmega8535, ATmega8515, AT90S8515, AT90S8535, etc. Conversion socket is required for AVR<sup>®</sup> without internal ADC.
3. Up to 35 pins programmable I/O lines.
4. An external brown out detector in reset circuit.
5. Jumper configuration to select types of reference voltage for AVR<sup>®</sup> with internal ADC.
6. Programming indicator LED.
7. 4MHz oscillator frequency.
8. UART RS-232 serial communication lines with RJ11 connector.
9. ISP programming port.
10. Power supply input voltage 9-12 VDC (VIN) and output voltage 5VDC (VOUT).

### Layout and Jumper Configuration

The diagram shows the top layer of the PCB layout. Key components include the ATmega8535 microcontroller, a 4MHz oscillator, a reset button, and various connectors for power (VIN, VOUT), ground, and data (RJ11, ISP header). Pin headers J4 and J5 are also indicated.

**J10 Header Pinout:**

PA.7	←	○	→	PA.6
PA.5	←	○	→	PA.4
PA.3	←	○	→	PA.2
PA.1	←	○	→	PA.0
VCC	←	□	→	GND

PORT A

**J11 Header Pinout:**

PB.7	←	○	→	PB.6
PB.5	←	○	→	PB.4
PB.3	←	○	→	PB.2
PB.1	←	○	→	PB.0
VCC	←	□	→	GND

PORT B

**J12 Header Pinout:**

PC.7	←	○	→	PC.6
PC.5	←	○	→	PC.4
PC.3	←	○	→	PC.2
PC.1	←	○	→	PC.0
VCC	←	□	→	GND

PORT C

**J13 Header Pinout:**

PD.7	←	○	→	PD.6
PD.5	←	○	→	PD.4
PD.3	←	○	→	PD.2
*PD.1	←	○	→	PD.0*
VCC	←	□	→	GND

PORT D

\* If UART RS-232 lines in this module are used, PD.1 and PD.0 won't be connected to this header as digital I/O.

**J14 Header Pinout:**

AVCC	←	○	→	AVCC
AGND	←	○	→	AGND
AGND	←	○	→	Aref/PE.2
PE.1	←	○	→	PE.0
VCC	←	□	→	GND

AUX

Programming through ISP (In-System Programming) uses ISP Header. The pin configuration is shown in the following figure:

**J6 Header Pinout**

GND	←	○	→	MISO
GND	←	○	→	SCK
GND	←	○	→	ISP AVR
GND	←	○	→	LED
VCC	←	□	→	MOSI

ISP HEADER

To use UART RS-232 serial communication in the module, configure J4 and J5 as follows:

**J4 and J5 Configuration**

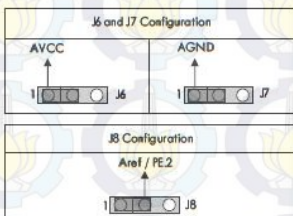
<p><b>J5</b></p> <p>TXD ↑</p> <p>↓ RXD</p>	<p><b>J4</b></p> <p>PD.1 ↑</p> <p>↓ PD.0</p>
<p>Jumper configuration when PD.0 and PD.1 are used for UART RS-232 serial communication lines</p>	<p>Jumper configuration when PD.0 and PD.1 are used for digital I/O or UART TTL serial communication lines</p>

The table below shows the connection between computer and Low Cost Micro System through UART RS-232.

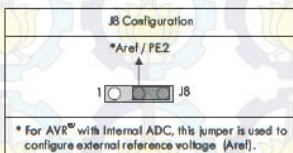
COM port Computer DB9	DT-AVR Low Cost Micro System J1
RX (pin 2)	RX (pin 5)
TX (pin 3)	TX (pin 4)
GND (pin 5)	GND (pin 3)



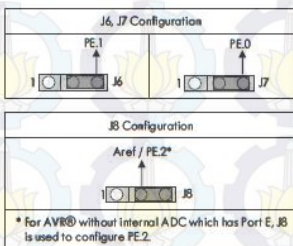
To use AVR<sup>®</sup> with internal ADC, reference voltage can be obtained from AVCC or Aref. To obtain reference voltage from AVCC, configure jumper J6, J7, and J8 as follows:



To obtain reference voltage (Aref) from external source, configure jumper J8 as follows:



To use AVR<sup>®</sup> without internal ADC, a conversion socket must be used. Configure jumper J6, J7, and J8 as follows:



J6, J7, and J8 jumper configuration is used to configure microcontroller's pin 30, 31, and 32. For some microcontrollers, such as Atmega8515, the pins function as Port E (PE0- PE2).

## CD Contents

- CodeVisionAVR<sup>®</sup> 1.24.2c Evaluation Version.
- Program for I/O, Serial, and ADC testing in C language.
- TESTBOARD EXE Tester Program.
- Datasheets of several AVR<sup>®</sup> Microcontrollers supported by DT-AVR Low Cost Micro System.
- DT-AVR Low Cost Micro System Manual.
- DT-AVR Low Cost Micro System and Conversion Socket schematics.
- Innovative Electronics Online Website.

## Testing Procedure

A program that has been written down into Atmega8515 (avrttest.pri) can be used for preliminary testing. This program will generate square waves through all Port B, Port C, and Port D I/O pins, except PD.0 and PD.1 because they are used as UART communication lines.

The steps to test serial port are as follows:

- Configure J4 and J5 for UART RS-232 communication, and then apply power supply input voltage to Low Cost Micro System.
- Connect DB-9 Connector on computer and RJ11 on Low Cost Micro System using the provided serial cable.
- Run TESTBOARD EXE program. Determine COM Port to be used. Click **Serial Test** button. If serial communication is successful, information about the sent and received data ("0 = 0", "1 = 1", "2 = 2", etc.) will be displayed in green, and a window containing text "Success!" will appear. If serial communication is failed, the text "Fail!" will be displayed in red and a window containing text "Fail!" will appear.

The square waves on Port B, Port C, and Port D can be examined by oscilloscope or by connecting the ports to LED circuitry or to DT-I/O LED Logic Tester to see the blinking LED lights.

In ADC testing, Port A is used as input channel. Before testing, configure J6, J7, and J8 to obtain reference voltage from AVCC. Input the voltage between 0 – 5 Volt, to one of ADC channel (channel 0 – channel 7). Select input channel to be measured, then click **Test ADC** button. If there is no error, the result of input voltage measurement will be displayed on screen.

## Note:

DT-AVR Low Cost Micro System and Conversion Socket schematics are in the CD.

E-mail: support@innovativeelectronics.com

## Trademark & Copyright

- CodeVisionAVR<sup>®</sup> is copyright by Pavel Halasz, HP InfoTech s.r.l.
- AVR is registered trademark of Atmel.



### 3. Datasheet Sensor Arus ACS712

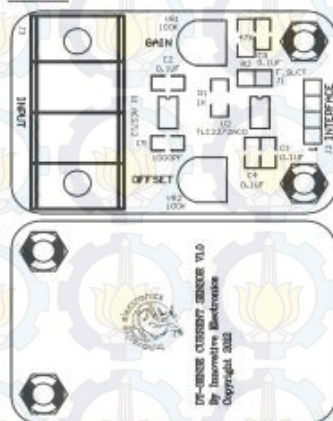
#### DT-Sense Current Sensor

**DT-Sense Current Sensor** merupakan suatu modul sensor arus yang menggunakan IC sensor arus linear berbasis Hall-Effect ACS712 produksi Allegro. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Untuk modul DT-SENSE dengan tipe with OpAmp, telah ditambahkan rangkaian OpAmp sehingga sensitivitas pengukuran arus dapat lebih ditingkatkan dan dapat mengukur perubahan arus yang lebih kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk switch-mode power supply, sensor proteksi terhadap overcurrent, dan lain sebagainya.

#### Spesifikasi

- Sesuai ACS712 dengan fitur:
  - Rise time output = 5  $\mu$ s.
  - Bandwidth sampai dengan 80 kHz.
  - Tahai kesalahan output 1,5% pada suhu kerja  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ .
  - Tahanan konduktor internal 1,2 m $\Omega$ .
  - Tegangan isolasi minimum 2,1 kVrms antara pin 1-4 dan pin 5-8.
  - Sensitivitas output 185 mV/A.
  - Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
  - Tegangan output proporsional terhadap input arus AC atau DC.
- Tegangan kerja 5 VDC.
- Dilengkapi dengan OpAmp untuk menambah sensitivitas output (untuk tipe With OpAmp).

#### Tata Letak



Alokasi Pin INTERFACE (J2)			
Pin	Nama		Fungsi
1	VCC	Input	Tegangan 5 VDC
2	Out	Output	Output dari sensor
3	Out_Amp	Output	Output dari OpAmp
4	Ground	-	Titik referensi ground

Tegangan output ACS712 terhubung ke pin Out dan tegangan output rangkaian OpAmp terhubung ke Out\_Amp.

Pada tipe Without OpAmp, pin Out\_Amp dapat diabaikan.

Rumus tegangan pada pin Out =  $2,5 \pm (0,185 \times I)$  Volt  
Dimana I = arus yang terdeteksi dalam satuan Ampere.

Pada tipe With OpAmp, modul sudah dilengkapi dengan rangkaian OpAmp yang dapat digunakan untuk meningkatkan sensitivitas dan mengubah offset pada tegangan output OpAmp (pin Out\_Amp).

Sensitivitas atau Gain diatur melalui VR1 sedangkan offset diatur melalui VR2.

Pada tipe With OpAmp telah dilengkapi pula dengan filter untuk mengurangi noise dengan efek samping bandwidth output menjadi lebih kecil.

Bandwidth output dapat dibuat kembali maksimal (menghilangkan filter) dengan melepas jumper F\_SUCT (J1).

#### Isi CD/DVD

- Manual DT-Sense Current Sensor.
- Datasheet.
- Website Offline Innovative Electronics.

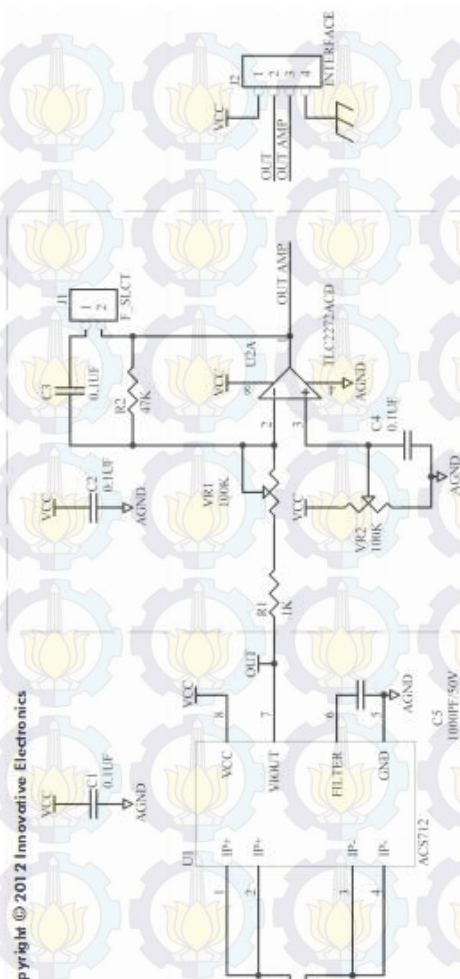
#### Prosedur Pengujian

Pengujian sederhana dapat dilakukan dengan langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Hubungkan VCC (pin 1) pada modul DT-SENSE dengan sumber tegangan 5 Volt dan pin 4 dengan ground.
- Ukur tegangan Out (pin 2) pada modul DT-SENSE dengan voltmeter.
- Jika tidak ada arus yang lewat melalui input, maka Out akan bernilai sekitar 2,5 Volt.
- Jika modul DT-SENSE CURRENT SENSOR dilengkapi dengan OpAmp, maka atur Offset (VR2) sehingga nilai Out\_Amp menjadi sekitar 2,5 Volt.
- Lewatkan arus listrik melalui jalur input. Semakin besar arus yang melewati input, semakin besar pula perubahan tegangan pada pin Out dan pin Out\_Amp.
- Karena sifat dari rangkaian OpAmp yang digunakan, jika tegangan Out lebih kecil dari 2,5 Volt, maka tegangan Out\_Amp akan lebih besar dari pada 2,5 Volt.
- Sebaliknya, jika tegangan Out lebih besar dari 2,5 Volt, maka tegangan Out\_Amp akan lebih kecil dari pada 2,5 Volt.

• Terima Kasih atas kepercayaannya Anda menggunakan produk kami, bila ada kesulitan, pertanyaan, atau saran mengenai produk ini alangkah menghubungi technical support kami  
support@innovativeelectronics.com





#### 4. Datasheet Router TP-LINK

FITUR PERANGKAT KERAS	
Tampilan	1 10/100Mbps Auto-Sensing RJ45 Port (Auto MDI/MDIX, PoE) 1 External Reverse SMA Connector 1 Grounding Terminal
Tombol	Reset Button
Catu Daya Eksternal	12VDC / 1.0A
Standar Nirkabel (Wireless)	IEEE 802.11a , IEEE 802.11n
Antena	15dBi Dual-Polarized Directional Antenna
Dimensi ( W x D x H )	9.8 x 3.3 x 2.4 in. (250 x 85 x 60.5mm)
Beamwidth Antena	Horizontal: 60° Vertical: 14°
Proteksi	15KV ESD Protection 4000V Lightning Protection Grounding Terminal Integrated

FITUR WIRELESS	
Frekuensi	5.150-5.250GHz 5.250-5.350GHz (Support Dynamic Frequency Selection) 5.470-5.725GHz (Support Dynamic Frequency Selection) 5.725-5.825GHz Note: It varies in different countries or regions.
Tingkat Signal	11a: Up to 54Mbps (Dynamic) 11n: Up to 150Mbps (Dynamic)
Penerimaan Sensitivitas	802.11a 54M: -77dBm 48M: -79dBm 36M: -83dBm 24M: -86dB 18M: -91dBm 12M: -92dBm 9M: -93dBm 6M: -94dBm 802.11n 150M: -73dBm 121.5M: -76dBm 108M: -77dBm 81M: - 54M: -84dBm 40.5M: -88dBm 27M: -91dBm 13.5M: -93dBm
Modus Wireless	AP Router Mode AP Client Router Mode (WISP Client) AP / Client / Bridge / Repeater Mode
Fungsi Wireless	WDS Bridge, Wireless Statistics
Keamanan Wireless	SSID Enable/Disable MAC Address Filter 64/128/152-bit WEP Encryption WPA/WPA2, WPA-PSK/WPA2-PSK (AES/TKIP) Encryption
Fungsi Lanjutan	Up to 60 meters PoE is supported Provides 4-level signal LED indicator

Lainnya	
Sertifikasi	CE, FCC, RoHS
Isi Paket	TL-WA7510N Power Supply Unit Power Injector Resource CD Quick Installation Guide
Kebutuhan Sistem	Microsoft Windows 98SE, NT, 2000, XP, Vista™ or Windows 7, OS, NetWare, UNIX or Linux.
Lingkungan	Operating Temperature: -30°C~70°C (-22°F~158°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~95% non-condensing



### LAMPIRAN 3 REALISASI ALAT

#### 1. Alat Monitoring



*Power Supply 5 Volt*

*Rangkaian Penyearah*

*Sensor Arus ACS712*

*RTC*

*Rangkaian RS232*

*Mikrokontroler ATmega16*

*Rangkaian Downloader*

## 2. Rangkaian beban beserta Modul Wiznet dan Wifi



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gardu Induk .....	5
Gambar 2.2	Transformator Tenaga .....	6
Gambar 2.3	Kabel <i>Screen</i> .....	6
Gambar 2.4	Mikrokontroler AT Mega16 .....	7
Gambar 2.5	AT Mega16 .....	7
Gambar 2.6	Konektor <i>Serial</i> DB-9 pada Laptop .....	8
Gambar 2.7	Pin Konfigurasi dari Konektor DB-9 .....	9
Gambar 2.8	Sensor Arus <i>DT Sense Current Sensor</i> Berbasis ACS712 Buatan <i>Inovative Electronics</i> .....	9
Gambar 2.9	Diagram Fungsi Pin-Out ACS712 .....	10
Gambar 2.10	Blok Diagram ACS712 .....	11
Gambar 2.11	<i>Straight Through Configuration</i> .....	13
Gambar 2.12	<i>Cross Over Configuration</i> .....	13
Gambar 2.13	Modul Wiznet .....	14
Gambar 2.14	Router TP-MR3020 .....	14
Gambar 3.1	Gambar Blok Fungsional Sistem .....	15
Gambar 3.2	Skematik <i>DT Sense Current Sensor</i> .....	17
Gambar 3.3	Rangkaian Sistem Minimum AT Mega16 .....	17
Gambar 3.4	Rangkaian Power Pada Sistem Minimum AT Mega16 .....	18
Gambar 3.5	Modul Wiznet Tipe WIZ110SR .....	18
Gambar 3.6	Diagram Fungsional Modul TCP/IP .....	19
Gambar 3.7	Tampilan <i>Software</i> WIZ100SR .....	20
Gambar 3.8	<i>Setting Transfer Data</i> .....	21
Gambar 3.9	Pengecekan Koneksi .....	22
Gambar 3.10	Router TP-MR3020 .....	23
Gambar 3.11	Tampilan <i>Browser Mozilla Firefox</i> .....	24
Gambar 3.12	Tampilan <i>Network</i> pada Aplikasi TP-LINK .....	25
Gambar 3.13	<i>Wifi Bridge Kit</i> .....	26
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> Program Mikrokontroler .....	27
Gambar 3.15	<i>Setting Chip</i> AT Mega16 .....	28
Gambar 3.16	<i>Setting</i> Pengiriman Data .....	28
Gambar 3.17	<i>Setting</i> RTC .....	29
Gambar 3.18	<i>Setting Input</i> ADC .....	30
Gambar 3.19	<i>Flowchart</i> Tampilan <i>Visual Basic</i> .....	31
Gambar 3.20	Tabel <i>Database</i> hasil <i>Update</i> data .....	32
Gambar 3.21	<i>DataGrid</i> dan <i>Adode Visual Basic</i> .....	33
Gambar 3.22	<i>Form Login</i> .....	33

Gambar 3.23	<i>Form Monitoring</i> .....	34
Gambar 4.1	Tampilan <i>Tera Term</i> .....	36
Gambar 4.2	Pengukuran langsung menggunakan <i>Multimeter</i> pada alat .....	37
Gambar 4.3	Grafik linearitas arus terhadap beban saat tegangan sumber 223 Volt .....	37
Gambar 4.4	Grafik linearitas tegangan terhadap beban saat tegangan sumber 223 Volt .....	38
Gambar 4.5	Grafik linearitas arus terhadap beban saat tegangan sumber 217 Volt.....	38
Gambar 4.6	Grafik linearitas tegangan terhadap beban saat tegangan sumber 217 Volt .....	39
Gambar 4.7	Koneksi <i>Wifi</i> TP-LINK .....	39
Gambar 4.8	Perangkat komunikasi <i>Wifi</i> .....	40
Gambar 4.9	Tampilan Aplikasi Monitoring Arus Bocor .....	40
Gambar 4.10	Data yang tersimpan di <i>database Ms.Access</i> .....	41
Gambar 4.11(a)	Besar arus saat keadaan tidak berbeban .....	43
Gambar 4.11(b)	Saat beban 60 watt .....	43
Gambar 4.11(c)	Saat beban 120 watt .....	43
Gambar 4.11(d)	Saat beban 180 watt .....	44
Gambar 4.11(e)	Saat beban 240 watt .....	44
Gambar 4.12	Pengujian Keseluruhan .....	45
Gambar 4.13	Tampilan saat kondisi baik .....	46
Gambar 4.14	Tampilan saat kondisi peringatan.....	46
Gambar 4.15	Tampilan saat kondisi rusak .....	47



## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Ayu Sulih Handayani  
 NRP : 2210 038 010  
 Jenis Kelamin : Perempuan  
 TTL : Mojokerto, 30 April 1993  
 Alamat Asal : Kalimati I, No.28, Kota Mojokerto  
 Alamat Surabaya : Jl.Gunung Sari, No.194  
 No. HP : 087853297007  
 Alamat email : ayu.sulih@gmail.com

### Riwayat Pendidikan

Level	Nama	Tahun
SD	SDN Miji IV Mojokerto	1999-2005
SMP	SMPN 2 Mojokerto	2005-2008
SMA	SMK Telkom Sandhy Putra Malang	2008-2011
PT	D3 T Elektro FTI-ITS	2011-Sekarang

### Pengalaman Organisasi

Nama Organisasi	Posisi	Tahun
OSIS SMK Telkom Sandhy Putra Malang	Bendahara	2008-2009
OSIS SMK Telkom Sandhy Putra Malang	Bendahara	2009-2010
SKI Salman Al Farisi D3 T Elektro	Staf Kemuslimahan	2011-2013
Lab. Elka Terapan D3 T Elektro	Asisten	2013-2014

## Pengalaman Kerja Praktek

Nama Perusahaan	Tahun
PT.Indosat, Tbk - Kayoon - Surabaya	2010
PT.PLN (Persero) - Rayon Embong Wungu	2014