

# Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway

Afrizal Fitriandi<sup>1</sup>, Endah Komalasari<sup>2</sup>, Herri Gusmedi<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

<sup>1</sup>afrizal.f3andi65@gmail.com

<sup>2</sup>endah.komalsari@eng.unila.ac.id

<sup>3</sup>herri.gusmedi@eng.unila.ac.id

**Intisari**—Banyak daerah di Indonesia yang belum terjangkau PLN terutama daerah terpencil. Kondisi ini yang mendorong masyarakat untuk membangun sistem pembangkit listrik sendiri seperti Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Oleh karena pembangkit ini memanfaatkan kondisi alam maka energi yang dihasilkan juga sangat bergantung dengan alam, maka dibutuhkan alat untuk menggabungkan pembangkit listrik alternatif ini menjadi satu jaringan untuk menambah kehandalan jaringan. Dengan cara menghibridkan pembangkit alternatif maka menambah kehandalan dari jaringan, namun jaringan yang sudah hibrid butuh dimonitoring untuk memantau arus dan tegangan yang ada pada jaringan tersebut. Monitoring arus dan tegangan dari system hybrid dibuatlah alat monitoring arus dan tegangan berbasis mikrokontroler dengan sms gateway untuk mempermudah monitoring arus dan tegangan. Arus dan tegangan akan dimonitoring secara berkala melalui jaringan telekomunikasi melewati sms setiap 5 menit.

**Kata kunci** —SMS, PLN, PLTMH, PLTS, Monitoring.

**Abstract** —Many areas in Indonesia which have not been reached PLN particularly remote areas. These conditions which encourage people to build their own power generation systems such as micro hydro power plant and Solar Power. Therefore, these plants utilize natural conditions, the energy generated is also very dependent on the nature, it is necessary tool to combine alternative power generation is becoming one network to increase network reliability. By way of an alternative plant menghibridkan then add to the reliability of the network, but the network already hybrids need to be monitored to the current and voltage monitor that exist on the network. Monitoring current and voltage in a hybrid system made of current and voltage monitoring tool based microcontroller with sms gateway to facilitate monitoring of current and voltage. Current and voltage to be monitored on a regular basis via telecommunications networks pass through sms every 5 minutes.

**Keywords**—SMS, PLN, Solar Power Plant, Micro Hydro Power Plant, Monitoring.

## I. PENDAHULUAN

Pembangkit yang memanfaatkan kondisi alam, menyebabkan energi listrik yang dihasilkan sangat fluktuatif tergantung pada kondisi cuaca. Arus dan tegangan pada jaringan biasanya kurang stabil, maka dibutuhkan sistem monitoring pada jaringan untuk memantau besarnya arus dan tegangan. Sistem pemantauan atau monitoring

menggunakan media telekomunikasi yaitu dengan layanan SMS *gateway*.

Sistem pemantauan arus dan bertujuan untuk memudahkan melihat besarnya arus dan tegangan yang ada pada jaringan melalui SMS *gateway*. Mikrokontroler sebagai unit prosesor yang akan terintegrasi ke sensor dan komponen elektronika serta arduino uno digunakan sebagai mikrokontroler yang akan membaca inputan dari sensor yang kemudian akan dikirimkan melalui SMS *gateway*, yang

akan dimonitoring setiap 5 menit melalui telephone seluler. Databesarnya arus dan tegangan akan di simpan pada logger setiap 1 menit, kemudian setiap 5 menit data besarnya tegangan dan arus akan dikirim ke operator berupa SMS.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

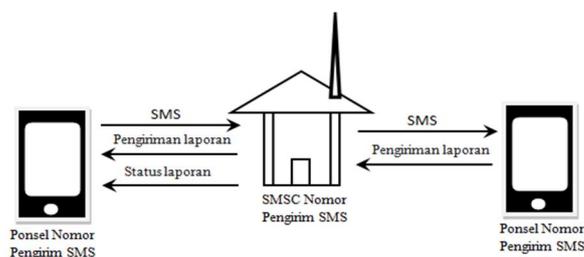
### A. Short Message Service (SMS)

SMS merupakan fasilitas standar dari Global System for Mobile Communication (GSM). SMS dapat dikirimkan melalui telepon selular hanya dalam beberapa detik selama berada pada jangkauan pelayanan GSM. Prinsip kerjanya adalah menyimpan dan menyampaikan pesan (store and forward). pesan tidak langsung dikirim ke penerima melainkan disimpan terlebih dahulu di SMS-Center (SMSC).<sup>[2]</sup>

SMS center adalah program yang memiliki fungsi utama untuk mengatur distribusi data dan informasi dalam format dan aturan penulisan tertentu agar bisa memberikan output dan keluar informatif yang beragam sesuai dengan kategorinya. SMS gateway adalah sebuah sistem aplikasi yang digunakan untuk mengirim juga menerima SMS, dan biasanya digunakan pada aplikasi bisnis, baik untuk kepentingan broadcast promosi, servis informasi terhadap pengguna, penyebaran content produk / jasa dan lain lain.

#### 1) Intra-Operator SMS

Gambaran mekanisme pengiriman SMS ini dapat dilihat pada gambar 1:

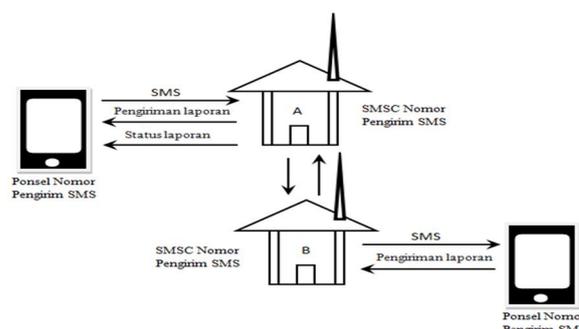


Gbr. 1 Block Diagram SMS Dalam Satu Operator

Dari gambar 1 SMS yang dikirimkan oleh nomor pengirim akan dimasukkan terlebih dahulu ke dalam SMSC operator nomor pengirim, kemudian SMSC tersebut akan mengirimkan ke nomor yang dituju secara langsung. Nomor penerima kemudian akan mengirimkan sebuah *deliveryreport* yang menyatakan bahwa SMS telah diterima ke SMSC. SMSC kemudian meneruskan *report* tersebut ke nomor pengirim SMS, disertai status *report* dari proses pengiriman SMS tersebut.

#### 2) Inter-Operator SMS

Pada mekanisme ini, SMS yang dikirimkan akan melalui dua buah SMSC. Dapat dilihat pada gambar 2:



Gbr. 2 Block Diagram SMS Antar Operator yang Berbeda

Pada gambar 2 selain masuk ke SMSC operator pengirim, SMS yang dikirimkan akan diteruskan oleh SMSC operator pengirim, ke SMSC operator penerima SMS, kemudian baru diteruskan ke nomor tujuan. *Deliveryreport* yang dihasilkan pun akan

melalui jalur tersebut, agar dapat sampai ke nomor pengirim SMS. Dalam mekanisme ini, terlihat ada sebuah komunikasi tidak langsung antara dua operator berbeda. Komunikasi tersebut dapat berjalan, setelah terjadi sebuah kesepakatan kerja sama antar operator tersebut. Tidak adanya sebuah kesepakatan kerja sama antar operator, dapat menyebabkan SMS yang dikirimkan ke nomor tujuan dengan operator berbeda, tidak sampai pada nomor tujuan tersebut.

### 3) AT Command

Perintah AT Command digunakan oleh komputer untuk berkomunikasi dengan terminal (modem/ phone modem). Penggunaan perintah AT Command untuk SMS biasanya diikuti oleh data I/O yang diwakili oleh unit-unit PDU (Protocol Data Unit) [4]. Tabel 1 adalah beberapa jenis perintah AT Command penting yang berhubungan dengan SMS.

Tabel 1 Beberapa Perintah AT Command untuk SMS

Command	Fungsi
AT+CMGS	Mengirim Pesan
AT+CMGR	Membaca Pesan
AT+CMGD	Menghapus Pesan
AT+CSCA	Alamat dari pusat SMS service
AT+CNML	Memeriksa SMS

### B. Data Logger

Merupakan suatu alat yang berfungsi untuk melakukan perekaman data, yaitu perangkat elektronika yang digunakan untuk mencatat data dari rentang waktu tertentu, biasanya perangkat ini bekerja bersama dengan sensor tertentu sesuai dengan kebutuhan. Proses pengumpulan dan perekaman data yang berjalan secara otomatis disebut data logging. Data logger dapat disimpan secara otomatis dengan format

penyimpanan yang berbeda-beda, contoh penyimpanan data logger ditunjukkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Datta Logger Arus dan Tegangan

No	Tanggal	Waktu	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1	4/10/2015	9:29:56	214.05	0.64
2	4/10/2015	9:34:50	215.78	0.28
3	4/10/2015	9:39:55	214.05	0.13
4	4/10/2015	9:44:50	212.67	0.15
5	4/10/2015	9:49:56	215.43	0.1
6	4/10/2015	9:54:50	211.97	0.12
7	4/10/2015	10:04:50	215.09	0.07

### C. Hukum Kirchof Arus dan Tegangan

Arus merupakan suatu muatan yang bergerak, Hukum aksiomatis ini disebut sebagai hukum arus Kirchoff (disingkat KCI yang merupakan pendekatan dari Kirchoff current law) dan menyatakan bahwa:

“Jumlah aljabar dari arus-arus yang memasuki setiap node adalah nol”  
dituliskan

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0 \quad (1)$$

Jadi dapat dituliskan

$$i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_N = 0 \quad (2)$$

Hukum Kirchoff tegangan (disingkat KVL, Kirchoff Voltage Law) menyatakan bahwa:

“Penjumlahan aljabar dari tegangan di sekeliling suatu lintasan tertutup sama dengan nol”

dituliskan

$$\sum_{n=1}^N v_n = 0 \quad (3)$$

Jadi dapat dituliskan

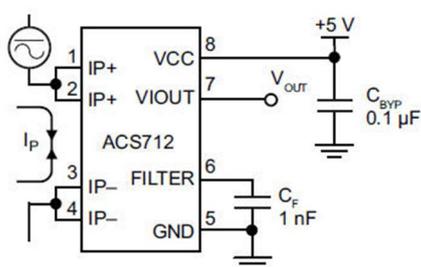
$$V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_N = 0 \quad (4)$$

Secara matematis, disimbolkan  $\sum V = 0$  untuk loop tertutup. Pada simbol diatas besar sigma ( $\Sigma$ ) menyatakan jumlah total dan  $V$  adalah tegangan. Loop tertutup adalah suatu jalur dimulai dari suatu titik, berjalan mengelilingi satu putaran suatu rangkaian, dan kembali lagi ke titik asalnya tanpa melewati jalur yang sama.

#### D. Sensor Arus dan Tegangan

##### 1) Sensor Arus

ACS712 merupakan suatu IC terpaket yang mana berguna sebagai sensor arus menggantikan transformator arus yang relatif besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor *efek hall* lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan input untuk mikrokontroler yang kemudian diolah. Keluaran dari sensor ini masih berupa sinyal tegangan AC, agar dapat diolah oleh mikrokontroler maka sinyal tegangan AC ini di searahkan oleh rangkaian penyearah. Gambar 3 merupakan gambar sensor arus.



Gbr. 3 Rangkaian Sensor Arus

Spesifikasi dari sensor arus diatas dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Spesifikasi Sensor Arus

Karakteristik	Simbol	Rating Maksimal
Tegangan Suplai	Vcc	8 V
Ouput Tegangan	Vout	8 V
Toleransi Arus Lebih	Ip	100 A
Sensivitas		Tipe 5 T = 185 mV/A Tipe 20 T = 100 mV/A Tipe 30 T = 66 mV/A

Efek Hall adalah fenomena terdefleksinya aliran muatan pada keping logam yang diletakkan dalam medan magnet. Defleksi aliran muatan menyebabkan timbulnya beda potensial antara sisi keping yang disebut potensial Hall.

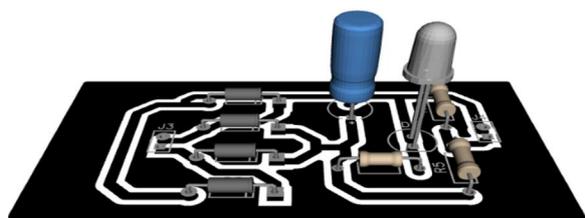
##### 2) Sensor Tegangan

Sensor tegangan menggunakan transformator tegangan sebagai penurun tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan menggunakan jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian di filter menggunakan kapasitor setelah itu masuk kerangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler.

Regresi adalah pengukur hubungan dua variabel atau lebih yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan yang tegas antara variabel bebas yang sering diberi simbol  $X$  dan variabel tak bebas dengan simbol  $Y$ . Pada regresi harus ada variabel yang ditentukan dan variabel yang menentukan atau dengan kata lain adanya ketergantungan

variabel yang satu dengan variabel yang lainnya dan sebaliknya.

Kedua variabel biasanya bersifat kausal atau mempunyai hubungan sebab akibat yaitu saling berpengaruh. Sehingga dengan demikian, regresi merupakan bentuk fungsi tertentu antara variabel tak bebas Y dengan variabel bebas X atau dapat dinyatakan bahwa regresi adalah sebagai suatu fungsi  $Y = f(X)$ . Rangkaian sensor tegangan dapat dilihat pada gambar berikut

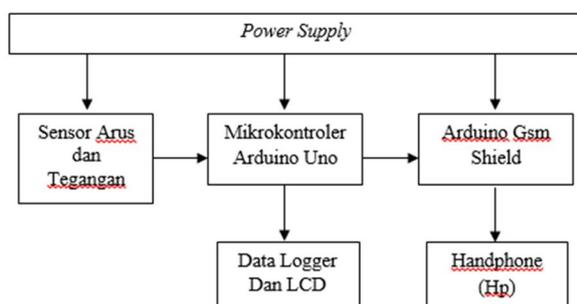


Gbr. 4. Sensor tegangan

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Spesifikasi dan Teknis Perancangan

Perancangan sistem monitoring arus dan tegangan yang akan dibuat dipresentasikan sesuai dengan blok diagram dan berdasarkan spesifikasi alat sebagai berikut:

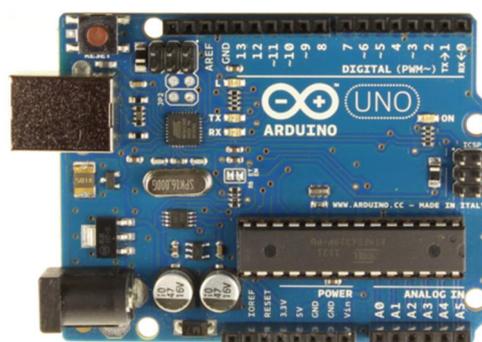


Gbr. 5. Blok Diagram Perancangan Alat

#### 1) Mikrokontroler

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal,

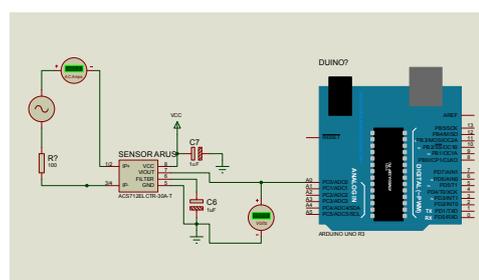
koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.



Gbr. 6. Tampak Atas Mikrokontroler

#### 2) Simulasi Sensor Arus

Secara umum pemodelan dan simulasi sensor arus ditunjukkan pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gbr. 7. Simulasi Sensor Arus

Sensor arus 20 A ini merupakan modul sensor untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat terminal blok menggunakan *current* sensor yang memanfaatkan efek Hall. Besar arus maksimum yang dapat dideteksi sebesar 20A di mana tegangan pada pin keluaran akan berubah secara linear mulai dari 2,5 Volt ( $\frac{1}{2} \times VCC$ , tegangan catu daya  $VCC = 5V$ ) untuk kondisi tidak ada arus hingga 4,5V pada arus sebesar +20A atau 0,5V pada arus sebesar -20A

(positif/negatif tergantung polaritas, nilai di bawah 0,5V atau di atas 4,5V dapat dianggap lebih dari batas maksimum). Perubahan tingkat tegangan berkorelasi linear terhadap besar arus sebesar 100 mV / Ampere.

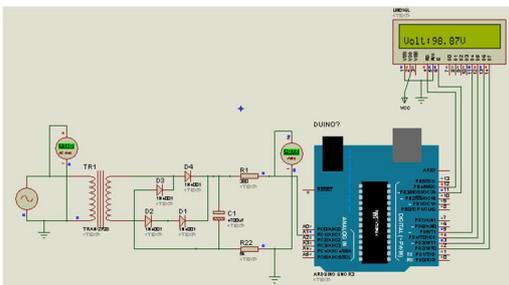
Untuk mendapatkan nilai arus dari sensor, maka digunakan formulasi 5 berikut ini.

$$A = \frac{\frac{1024}{V_{CC}} \times ADC \text{ value} - 2,5}{0,1} \quad (5)$$

Dari persamaan 5 digunakan untuk formulasi mikrokontroler untuk bisa membaca arus yang terbaca oleh sensor arus.

### 3) Simulasi Sensor Tegangan

Secara umum pemodelan dan simulasi sensor tegangan direpresentasikan pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gbr. 8. Simulasi Sensor Tegangan

Sensor tegangan ini digunakan untuk mengukur tegangan AC, sebelum masuk kerangkaan elektronika tegangan diturunkan menggunakan transformator tegangan. Dengan perbandingan tegangan dari 220 ke 5 Volt AC kemudian disearahkan dengan rangkain jembatan diode untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, dikarnakan tegangan yang disearah masih banyak mengandung ripple tegangan maka digunakan kapasitor untuk filter tegangan setelah itu masuk kerangkaan pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan, tegangan yang dihasilkan tidak lebih dari 5 Volt DC sebagai inputan ke mikrokontroler. Sebelum sensor tegangan digunakan

dibutuhkan regresi untuk menentukan perhitungan tegangan antara pembacaan sensor dengan tegangan sebenarnya.

Persamaan regresi linier sederhana adalah sebagai berikut.

$$Y = a + b(X) \quad (6)$$

Dimana :

a = Konstanta

b = Koefisien Regresi

Y = Variable dependen (variabel tak bebas)

X = Variabel independen (variable bebas)

Dari persamaan 6 ini harus mencari konstanta dan koefisien regresi dengan metode *Least Square* sebagai berikut

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (8)$$

Pada regresi linear juga harus dicari koefisien korelasi untuk melihat berapa nilai korelasinya. Untuk mencari koefisien korelasi dapat dicari dengan persamaan 9.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(\sqrt{n(\sum X^2) - \sum X^2})(\sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2})} \quad (9)$$

Mencari nilai galat pada sensor, perlu dilakukan perhitungan antara nilai dari sensor yang dibuat dengan alat ukur. Untuk mencari nilai galat yang terjadi pada sensor maka digunakan persamaan berikut ini:

$$i_x = \frac{e_x}{X} \quad (10)$$

$$e_x = X - \bar{X} \quad (11)$$

$$K_r = \frac{\sum ix_i}{N} \quad (12)$$

dimana :

$i_x$  = Kesalahan Relatif

$\sum ix_i$  = Penjumlahan Data

$e_x$  = Kesalahan Absolut

$X$  = Nilai Sebenarnya

$\bar{X}$  = Nilai Pendekatan  
 $K_r$  = Kesalahan rata-rata  
 $N$  = Jumlah Data

Pada perhitungan galat pertama kali harus mencari kesalahan absolut. Dapat dilihat pada persamaan 11, kesalahan absolut adalah nilai sebenarnya dikurangi nilai pendekatan.

#### 4) Modul GSM Shield (SMS)



Gbr. 9. Arduino GSM shield

GSM (*Global System For Mobile Communication*) adalah sistem komunikasi seluler generasi kedua yang menjadi standar global komunikasi nirkabel. Teknologi GSM merupakan standar komunikasi yang lebih banyak diterapkan pada telepon genggam yang digunakan sebagai alat komunikasi bergerak.<sup>[7]</sup>

GSM merupakan standar komunikasi yang menyediakan layanan komunikasi dalam bentuk pesan pendek SMS (*Short Message Service*). Layanan komunikasi pertukaran pesan pendek antar pengguna jaringan GSM inilah yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Jangkauan frekuensi standar komunikasi GSM yakni 935-960 MHz untuk transmisi base dan 890-915 MHz untuk transmisi bergerak.<sup>[7]</sup>

Modul GSM *shield* adalah modul yang berfungsi untuk menerima sms. pada modul

ini terdapat submodul yang merupakan bagian inti dari modul ini yaitu sim900.

#### 5) LCD 16x2 Karakter

LCD (*liquid Crystal Display*) merupakan suatu perangkat elektronika yang telah terkonfigurasi dengan kristal cair dalam gelas plastik atau kaca sehingga mampu memberikan tampilan berupa titik, garis, simbol, huruf, angka ataupun gambar. LCD terbagi menjadi dua macam berdasarkan bentuk tampilannya, yaitu *Text-LCD* dan *Graphic-LCD*. Berupa huruf atau angka, sedangkan bentuk tampilan pada *Graphic-LCD* berupa titik, garis dan gambar.<sup>[8]</sup>

Dalam LCD setiap karakter ditampilkan dalam matriks 5x7 pixel. Gambar 3.6 merupakan LCD 2x16 yang berguna untuk menampilkan pembacaan sensor arus dan tegangan yang sudah di olah di mikrokontroler dan kemudian ditampilkan ke LCD untuk menjadi *interface* hasil pembacaan sensor.

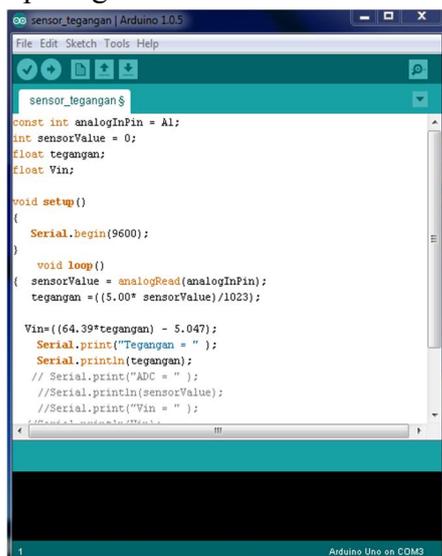


Gbr. 10. LCD 16x2 Karakter

#### 6) Software Arduino

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun dapat mempelajarinya dengan cukup mudah. Untuk membuat program Arduino dan *upload* program ke dalam *board* Arduino membutuhkan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*).

Tampilan awal dari *software* arduino dapat dilihat pada gambar 11.



```

sensor_tegangan $
const int analogInPin = A1;
int sensorValue = 0;
float tegangan;
float Vin;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  sensorValue = analogRead(analogInPin);
  tegangan = ((5.00 * sensorValue)/1023);

  Vin = ((64.39 * tegangan) - 5.047);
  Serial.print("Tegangan = ");
  Serial.println(tegangan);
  // Serial.print("ADC = ");
  // Serial.println(sensorValue);
  // Serial.print("Vin = ");
  // Serial.println(Vin);
}

```

Gbr. 11. Tampilan *software* Arduino

### B. Perancangan Kerja Sistem

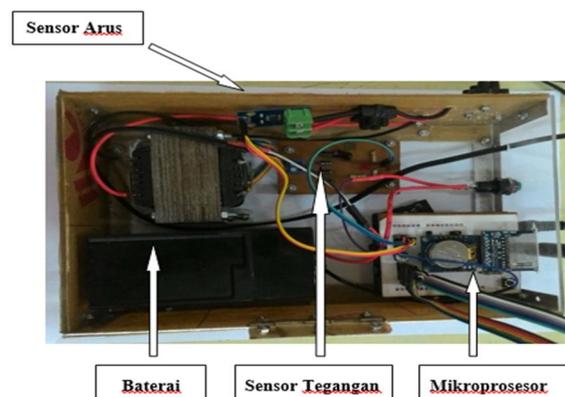
Perancangan kerja sistem monitoring arus dan tegangan pada penelitian ini secara garis besar adalah pembacaan sensor, pemrosesan data sensor, penampilan data dan pengiriman data sensor, Tahapan perancangan sistem secara umum:

1. Pada sistem, sensor akan mendeteksi arus dan tegangan di jaringan dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan. Selanjutnya diolah oleh mikrokontroler untuk dikirimkan data arus dan tegangan tersebut dengan menggunakan *GSM shield*.
2. Pengiriman data arus dan tegangan melalui mikrokontroler ke *handphone*, yang sudah terkoneksi ke arduino uno melalui *GSM shield*.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Realisasi Monitoring Arus dan Tegangan

Pada gambar 12 ini akan dijelaskan realisasi alat monitoring arus dan tegangan berbasis mikrokontroler menggunakan *sms gateway*.



Gbr. 12 a. Komponen Utama Alat Monitoring Arus dan Tegangan



Gbr. 12 b. Realisasi Alat Monitoring Arus dan Tegangan

Gambar 12 a dan b merupakan bentuk rancang bangun monitoring arus dan tegangan dimana terdapat tiga komponen penting yaitu sumber berupa baterai, sensor dan mikroprosesor. Baterai berfungsi sebagai sumber untuk menyuplai daya bagi mikrokontroler, sensor dan lcd. Tegangan baterai berkisar antara 6,8 – 6,9 Vdc dan arus 4,8 mA. Mikroprosesor terdiri dari mikrokontroler dan komponen pendukung lainnya. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino uno sebagai mikroprosesor untuk mengkoordinasikan sensor, pengolahan, penyimpan dan pengiriman data. Sensor arus berfungsi untuk mendeteksi arus yang mengalir pada jaringan, dimana maksimal arus yang mampu mengalir pada sensor ini sebesar 20 ampere, sensor arus dan tegangan di letakkan pada jaringan PLTMH di bagian ujung saluran, yang berfungsi untuk

mendeteksi arus dan tegangan yang berada di ujung saluran, yang kemudian menjadi referensi untuk mikrokontroler.

Mikroprosesor di lengkapi data logger yang terdiri dari rangkaian rtc dan memori card yang berguna untuk menyimpan data arus dan tegangan yang disesuaikan dengan waktu yang ada, memori yang digunakan sebesar 2 Gb. Untuk melakukan pengiriman data mikroprosesor dilengkapi dengan GSM shield Sim 900 yang merupakan sistem komunikasi yang berfungsi untuk mengirimkan data arus dan tegangan ke operator yang dituju. Alat monitoring ini dilengkapi dengan LCD 2x16 yang digunakan sebagai *display* untuk menampilkan arus dan tegangan yang terbaca oleh sensor arus dan tegangan.

### B. Pengujian Sensor Arus dan Tegangan

#### 1) Sensor Tegangan

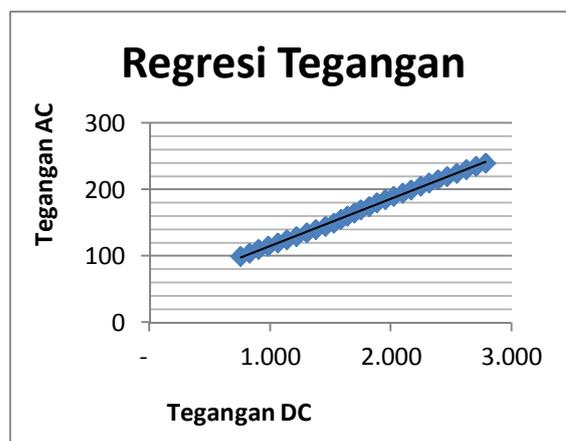
Pada sensor tegangan digunakan rangkaian konverter yaitu mengubah tegangan AC ke tegangan DC. Dengan perbandingan tegangan pada transformator, input tegangan dari 400 volt dan output 5 volt, kemudian disearahkan menggunakan jembatan dioda lalu menggunakan kapasitor untuk menfilter tegangan. Selanjutnya masuk dalam rangkaian pembagi tegangan. Tegangan yang masuk pada mikrokontroler merupakan tegangan dc yang tidak melebihi 5 Vdc.

Tabel 4 berikut ini merupakan keluaran sensor tegangan Variable dependen (Y) adalah input tegangan AC dan variable independen (X) adalah output dari sensor yang berupa tegangan DC.

Tabel 4 Hasil Sensor Tegangan

Tegangan PLN	
VAC (Y)	VDC (X)
100	0,750
105,1	0,826
110,2	0,904
115,1	0,982
120,2	1,060
125	1,135
130	1,215
135,2	1,300
140,2	1,377
145,2	1,455
150,2	1,524
155,2	1,585
160,1	1,640
165,1	1,695

Berdasarkan data pada tabel 4 dengan regresi linier kuadrat terkecil diperoleh  $b = 63,92$  dan nilai  $a = 45,45$ . Dengan korelasi determinasi ( $r^2$ ) = 0,999.



Gbr. 13. Regresi Linier Sensor Tegangan PLN

Gambar 13 diatas adalah regresi linear sensor tegangan PLN, untuk mengetahui galat dari pengukuran sensor ini dapat dilihat pada table berikut

Tabel 5 Hasil Pengujian Sensor Tegangan PLN Dengan Perbandingan Galat

Sensor Tegangan		
Mult Meter (Volt)	Sensor (Volt)	Galat
102,5	100,31	0,021
112,1	110,68	0,013
120,3	120,02	0,002
130,6	131,43	0,006
139,2	141,45	0,016
147,8	150,44	0,018
160,8	161,85	0,007
170,6	170,49	0,001
180,7	179,48	0,007
192,4	190,54	0,010
200,4	199,18	0,006
211,4	210,98	0,002
221,1	218,89	0,010
231,7	230,64	0,005
240,8	242,74	0,008
Rata-rata Galat		0,0087

Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian sensor tegangan yang diambil sebelum menyuplai beban. Berdasarkan hasil dari perhitungan galat, sensor bekerja dengan baik karena nilai rata-rata galat 0.87%. Menurut standar PLN yang yang tercantum pada buku instrumentasi dan pengukuran listrik. Besar kecilnya ketelitian alat-alat ukur dibagi menjadi tiga yaitu:

- Alat Cermat atau presisi (<0.5%)
- Alat Kerja ( $\pm 1-2\%$ )
- Alat Ukur Kasa (>3%)

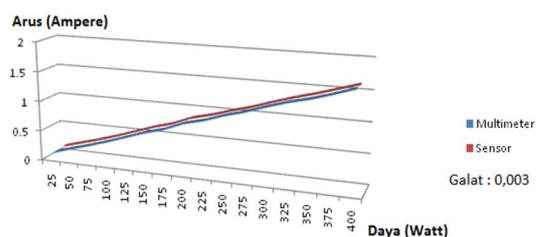
Menurut standar diatas maka hasil pengujian alat ukur termasuk golongan alat kerja.

## 2) Sensor Arus

Pada penelitian ini sensor arus yang dipakai adalah sensor arus acs 712 dengan kapasitas 20 A. Sistem kerja sensor alat ini adalah dengan *hall effect* yang memanfaatkan medan listrik dari arus yang

mengalir pada konduktor kemudian merubahnya dalam bentuk tegangan DC. Dari Tegangan DC tersebut merupakan data analog dari sensor yang akan dirubah ke bentuk digital pada mikrokontroler yang disebut ADC (*Analoge to Digital Converter*).

Perhitungan galat dari percobaan dihitung dengan persamaan 10 dengan hasil rata-rata perhitungan galat sebesar 0,0083 atau 0,83% dengan katagori alat kerja. Galat antara pengukuran arus dibeban ini dapat terlihat pada grafik gambar 14 berikut ini



Gbr. 14. Grafik Pengujian Sensor Dengan Beban

## C. Hasil Pengujian Data Logger dan SMS

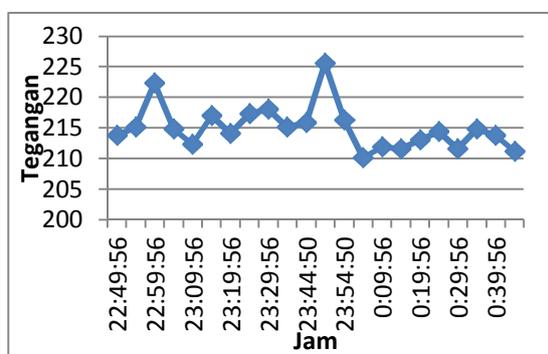
### 1) Data Logger

Hasil pengujian pengukuran monitoring arus dan tegangan yang dilakukan di laboratorium dengan beban maksimal 300 watt dan dihasilkan data pada tabel 6.

Tabel 6 Hasil Data Logger Dari Mikrokontroler

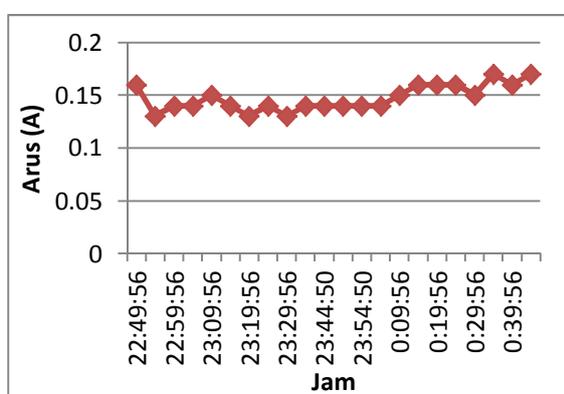
No	Tanggal	Waktu	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	5/9/2015	22:49:56	213.74	0.16
2	5/9/2015	22:54:50	215.18	0.13
3	5/9/2015	22:59:56	222.37	0.14
4	5/9/2015	23:04:50	214.82	0.14
5	5/9/2015	23:09:56	212.31	0.15
6	5/9/2015	23:14:50	216.98	0.14
7	5/9/2015	23:19:56	214.1	0.13
8	5/9/2015	23:24:50	217.34	0.14
9	5/9/2015	23:29:56	218.06	0.13
10	5/9/2015	23:34:50	215.18	0.14
11	5/9/2015	23:44:50	215.9	0.14
12	5/9/2015	23:49:56	225.6	0.14

Tabel 6 merupakan data yang dihasilkan dari penyimpanan data logger di mikrokontroler, data yang disimpan pada mikrokontroler yaitu tanggal, waktu, tegangan dan arus. Grafik waktu terhadap tegangan dapat dilihat pada grafik 4.4a berikut ini.



Gbr. 15a. Grafik Hubungan Tegangan dan Waktu

Gambar 15a. merupakan grafik hasil monitoring tegangan sumber PLN yang dilakukan selama satu jam, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tegangan yang ada jaringan, setelah didapat hasil dari monitoring maka dapat dilihat bahwa tegangan terendah yaitu 210 volt dan maksimum tegangan yaitu 225 volt untuk rentang waktu dua jam.



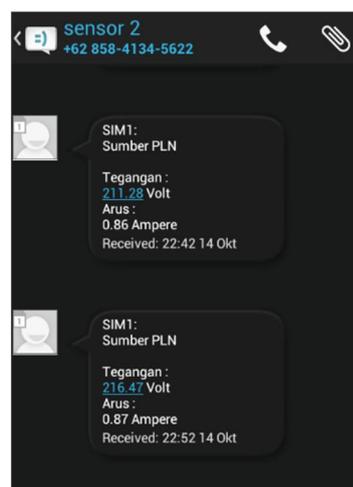
Gbr. 15b. Grafik Hubungan Arus dan Waktu

Grafik 15b merupakan grafik hasil monitoring sensor arus, arus yang terbaca merupakan arus digunakan oleh beban dalam rentang waktu tertentu. Monitoring arus ini

bertujuan untuk mengetahui seberapa besar suplai sumber yang menuju beban. Dapat dilihat bahwa arus yang digunakan cenderung konstan berkisar dari 0,12 ampere sampai 0,18 ampere.

## 2) Monitoring SMS

Hasil monitoring arus dan tegangan melalui SMS yang dikirimkan melalui jaringan telekomunikasi hasil monitoring sms dapat di lihat pada gambar 16.



Gambar 16. Format Monitoring Arus dan Tegangan

## V. PENUTUP

Dengan adanya monitoring arus dan tegangan, dapat dilakukan pemantauan arus dan tegangan secara otomatis dengan menggunakan sms gateway.

Pengiriman data sms dilakukan setiap 5 menit dan penyimpanan data logger setiap 1 menit.

## REFERENSI

- [1] Sapuan, R. (2012). RECLOSER MINI BERBASIS ATMEGA16. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Volume 1, No 1*, , hlmn 55-62.

- [2] Jurnal Teknologi Informasi-Aiti, Vol. 5. No. 2. Agustus 2008: 101- 200
- [3] Benny, Chan. Protokol Data Unit. <http://Kristalproject.com/articles/sms2.html>
- [4] Khang, Bustam. 2002. Trik pemrograman Aplikasi Berbasis SMS. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [5] Djuandi, Feri. “Pengenalan Arduino”, [www.tokobuku.com](http://www.tokobuku.com), Access Date: September, 13<sup>th</sup>, 2014.
- [6] Artanto, Dian, “Interaksi Arduino dan LabVIEW”, Gramedia, 2012
- [7] Stalin.2007. *Komunikasi & Jaringan Nirkabel*. Alih Bahasa oleh Dimas Aryo Pamungkas, S.T. Erlangga. Jakarta.
- [8] Nurcahyo, S.2012. Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- [9] Shayegh, H. (2012). Feasibility and Optimal Reliable Design of Renewable Hybrid Energy System for Rural Electrification in Iran. pp. Vol.2 No.4
- [10] <http://dcbmedia.blogspot.com/2014/10/plta-skala-pikohydro.html>
- [11] <http://dukundigital.blogspot.com/2010/01/komponen-listrik-tenaga-surya.html>
- [12] Gusmedi, H., & Komala Sari, E. (2014). Rancang Bangun Sistem Hibrid PLTMH dan PLTS untuk Mendukung Program Desa Mandiri Energi. *Journal on Electrical Engineering, University of Lampung*.