

PERANCANGAN WATTMETER DIGITAL AC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 32 UNTUK DAYA MAKSIMAL 1200 WATT

DIGITAL AC WATTMETER DESIGN BASED ON MICROCONTROLLER ATMEGA 32 FOR 1200 WATT MAXIMUM POWER

Pristian Firzatama¹, M.Ramdlam Kirom², Reza Fauzi Iskandar³
^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

pristianf@gmail.com, jakasantang@gmail.com, rezafauzii@gmail.com

Abstrak

Dalam sebuah PLTMH, dibutuhkan sebuah sistem monitoring yang berfungsi untuk memantau dan melihat kinerja dari sistem PLTMH tersebut sehingga sistem dapat terjaga dan perubahan-perubahan yang terjadi dapat di analisis. Dengan demikian sistem dapat bekerja dengan optimal dan umur dari ketahanan sistem pembangkit dapat bertahan lama.

Sistem monitoring PLTMH ini terdiri dari berbagai macam komponen pendukung yaitu, sensor tegangan, sensor arus, rangkaian catu daya simetris, unit pemroses sinyal input, serta unit penampil LCD untuk melihat hasil monitoring yang didapat dari sensor. Wattmeter merupakan komponen kesatuan dari setiap sensor-sensornya yang terintegrasi dengan data logger sehingga proses *monitoring* dapat terjadi.

Wattmeter harus memiliki tingkat akurasi, presisi dan sensitivitas yang tinggi. Pengujian akurasi beban statik menggunakan dua macam pengujian yaitu pengujian resistif dan kapasitif. Pengujian resistif dilakukan dengan dua macam beban yang berbeda yaitu pengujian resistif terhadap beban resistor variabel dan pengujian terhadap beban lampu.

Untuk pengujian beban resistif dengan menggunakan resistor variabel didapatkan ketidakakurasian sebesar 2.46% dan untuk yang menggunakan beban lampu didapatkan ketidakakurasian sebesar 1.75%. Untuk pengujian beban kapasitif didapatkan ketidakakurasian sebesar 4.425%. Untuk pengujian presisi beban statik didapatkan tingkat persebaran 58.253 ± 0.014 atau toleransi rentang persebaran 1.4%. Untuk pengujian sensitivitas beban statik didapatkan nilai sebesar 0.9871.

Kata kunci : Wattmeter Digital AC, sistem monitoring, sensor tegangan, sensor arus.

Abstract

Micro Hydro Power Plant (MHP) needs a monitoring system to monitor the performance of the MHP system so that the system can be maintained and the durably changes can be analyzed. Thus the system can work optimally durability and lifespan of the power system can be longer.

MHP monitoring system consists of many supporting components, i.e. voltage sensors, current sensors, power supply circuit symmetry, the input signal processing unit, and units of LCD viewer to see the monitoring results obtained from the sensor. Wattmeter is a unitary component of any integrated sensors to the data logger hence the monitoring process can be occurred.

Wattmeter should have a high level of accuracy, precision and high sensitivity. A static load accuracy testing consists of two kinds of tests, those are resistive and capacitive test. Resistive test carried out with two kinds of load, a variable resistor load and load testing of the lights.

For load resistive test by using a variable resistor obtained at 2,46 % inaccuracies and 1,75% for the lights load test. For capacitive load testing obtained 4,425% inaccuracies. Static load precision test obtained a distribution of $58\ 253 \pm 0014$ or a tolerance range of 1.4%. To the static load sensitivity test obtained a value of 0.9871.

Keywords: Digital AC Wattmeter, monitoring system, voltage sensor, current sensor.

1. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dewasa ini banyak dimanfaatkan. Dalam sebuah sistem pembangkit listrik tentunya kinerja sistem harus bekerja dengan maksimal dan sistem harus terjaga dengan baik. Hal ini berfungsi untuk menjaga kestabilan dari sistem tersebut dan energi yang

dihasilkan dapat dimanfaatkan dengan baik dan efektif. Untuk itu dibutuhkannya sistem *monitoring* untuk mencatat data-data kelistrikan sehingga perubahan-perubahan yang terjadi pada sistem dapat diketahui.

Sistem *monitoring* pada PLMTH ini dapat berfungsi untuk melihat data-data kelistrikan yang di-*monitoring* dapat dilakukan akuisisi data, analisis potensi pembangkit listrik dan sebagai fungsi utama yaitu menjaga kestabilan sistem.

2. Landasan Teori

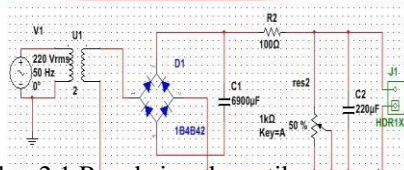
2.1 Pengertian PLTMH

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan air (*head*) dan jumlah debit air. Semakin tinggi terjunan air maka semakin besar energy potensial air yang dapat diubah menjadi energy listrik.

2.2. Generating Set

Pada penelitian ini, *Genset* berkapasitas maksimum (*Peak Power*) 1200 Watt bermerk Tiger digunakan untuk simulasi sistem monitoring. Lampu bohlam akan digunakan sebagai beban dimana *Genset* berperan sebagai sumber daya untuk pengujian pengukuran tegangan, arus dan daya.

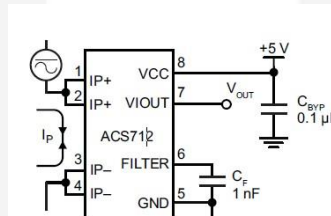
2.3. Rangkaian Sensor Tegangan



Gambar 2.1 Rangkaian skematik sensor tegangan

Prinsip kerja sensor tegangan ini yaitu mengubah tegangan AC yang dihasilkan oleh generator menjadi tegangan DC. Tegangan yang dihasilkan oleh generator akan diturunkan oleh trafo step down. Trafo yang digunakan merupakan trafo *stepdown*.

2.4. Sensor Arus

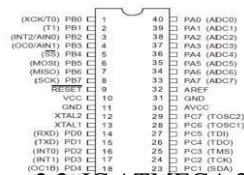


Gambar 2.2. Rangkaian skematik sensor arus

Prinsip kerja rangkaian sensor arus ini adalah dengan memanfaatkan tegangan dari generator untuk mengukur arus yang dihasilkan oleh generator dengan menggunakan IC ACS2712 sebagai converter sehingga arus dapat dibaca pada range 0-30 A.

2.5. Sistem Mikrokontroler

Mikrokontroler akan mengolah data hasil pengukuran yang telah didapat.



Gambar 2.3 IC ATMEGA 32

2.6. Parameter Statik Alat Ukur

Karakteristik statik sebuah elemen sistem pengukuran dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu karakteristik sistematik dan karakteristik statiktis.

- a) Beberapa karakteristik sistematik elemen sistem pengukuran yang sering digunakan adalah sebagai berikut :
 - Range (*Span*) adalah jangkauan pengukuran sebuah instrumen.
 - Linieritas adalah hubungan antara input ouput yang berbanding lurus.
 - Waktu respon adalah waktu yang dibutuhkan alat ukur saat mulai dinyalakan hingga alat ukur dapat bekerja dengan baik.
 - Waktu Penetapan adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat ukur untuk dapat mengukur hingga output yang dihasilkan stabil.
- b) Beberapa karakteristik statistik yang umum digunakan adalah sebagai berikut :
 - Akurasi adalah kemampuan dari alat ukur untuk memberikan indikasi pendekatan terhadap objek yang diukur. Istilah akurasi sering disebut sebagai ketidakakurasian, dimana dihitung dari selisih error yang terukur dengan nilai yang dianggap benar (multimeter) selanjutnya dimutlakkan dan dirata-rata untuk pengujian akurasi beban statik.
 - Presisi adalah derajat kedekatan sebuah nilai pengukuran pada instrumen dari kesalahan acak. Sebaran dapat didefinisikan sebagai distribusi/sebaran dalam bentuk standar deviasi.
 - Sensitivitas adalah kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur. Sensitivitas yang baik untuk sebuah alat ukur adalah ketika perbandingan pengukuran alat ukur dengan parameter acuan sama dengan 1.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

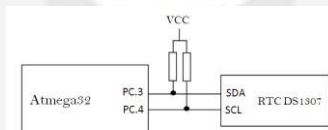
Penelitian memerlukan waktu satu semester untuk melakukan perancangan sistem *monitoring* pada PLTMH, Penelitian akan dikerjakan di laboratorium Teknik Fisika kampus Institut Teknologi Telkom Bandung.

3.2. Simulasi dengan Software

Melakukan uji coba di laboratorium dengan mensimulasikan rangkaian pada software seperti PROTEUS, CODE AVR dan ALTIUM DESIGNER.

3.3. Proses Penyimpanan pada Data logger

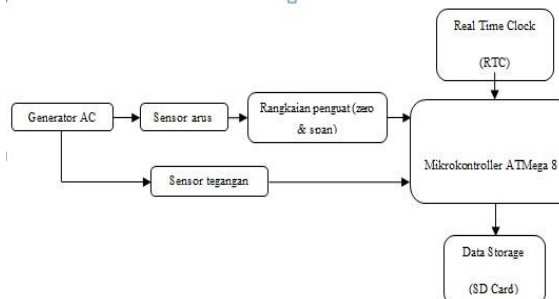
Mikrokontroler ATmega32 akan terhubung dengan ISP connector, SD Card Connector, *Real Time Clock* (RTC) DS1307 dan IC MAX 232 yang langsung akan terhubung pada PC dengan menggunakan kabel RS232. PC digunakan untuk mengeksekusi program yang telah dibuat seperti mengatur waktu, menghapus data, dan menyimpan data. Blok diagram komunikasi ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok komunikasi I2C pada RTC.

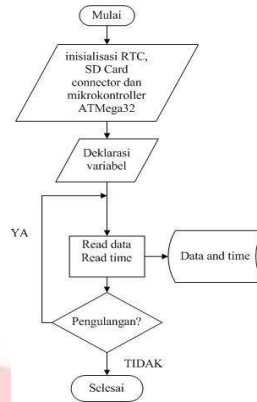
3.4. Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok dibawah menjelaskan proses yang terjadi pada sistem *monitoring* dengan *data logger*.



Gambar 3.2. Diagram blok sistem *monitoring* dengan *data logger*

3.5. Diagram Alir Sistem

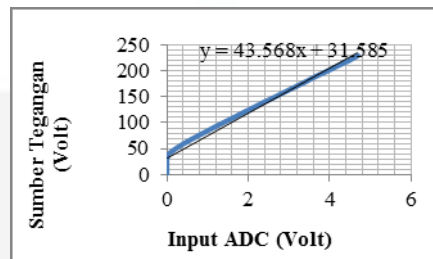


Gambar 3.3. Diagram alir sistem *monitoring* PLTMH

4. Hasil dan Pembahasan

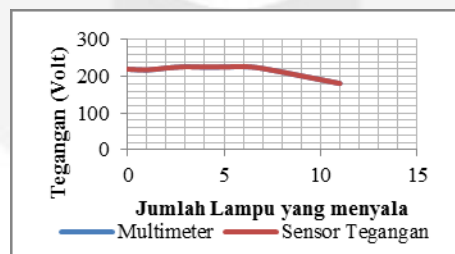
4.1. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian kelinearitas tegangan dilakukan dengan mengkonversi besar tegangan dari range 0-220 Volt menjadi 0 – 5 Volt. Hasil yang didapat terdapat pada grafik berikut ini:



Gambar 4.1. Grafik Karakterisasi Sensor Tegangan

Dari Gambar 4.1. didapatkan sumber tegangan dari 0-30 Volt masih mengalami kesalahan pengukuran. Pengujian sensor tegangan ini menggunakan lampu bohlam 100 watt sebanyak 11 buah sebagai bebannya yang mana akan diaktifkan satu-persatu agar perubahan tegangan dapat ditinjau dan genset 1200 watt sebagai sumber tegangannya.

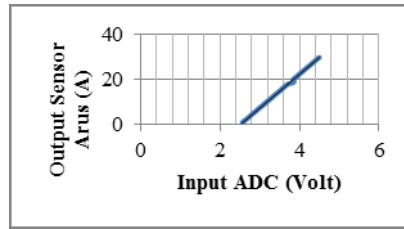


Gambar 4.2. Grafik Pengujian Sensor Tegangan pada Genset 1200 watt

Persentasi kesalahan pengukuran pada sensor tegangan adalah sebesar 8.45%.

4.2. Pengujian Sensor Arus

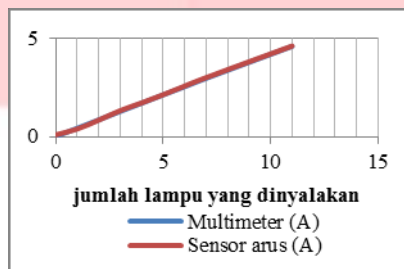
Pengujian fungsi program untuk blok arus yaitu dengan cara memasukan tegangan DC ke pin ADC PINA.2 secara bertahap dari 0V sampai dengan 5V. Saat diberikan tegangan DC bernilai 0 – 5 Volt harus linear dengan hasil nilai arus 0 – 30 A. Karakterisasi dari sensor arus yang didapat adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3. Grafik Karakterisasi Sensor Arus ACS712 30A

Dari Gambar 4.3. dapat diketahui bahwa program pengukur arus menunjukkan pengukuran yang linear saat ADC diberi tegangan dari 0–5V yang menunjukkan skala 0 – 30 A.

Untuk pengujian sensor arus, sensor dihubungkan seri dengan rangkaian beban yang terhubung dengan sumber daya.



Gambar 4.4. Grafik Pengukuran antara Sensor Arus dengan Multimeter Terhadap Beban Lampu

Dari Gambar 4.4. dapat diketahui bahwa pengukuran sensor arus sangat mendekati pengukuran multimeter. Persentase kesalahan pengukuran pada sensor arus adalah 2%.

4.3. Range Sensor

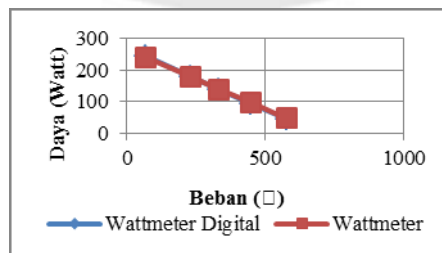
Range merupakan jangkauan jarak sensor tegangan yang dapat dideteksi dengan tepat dengan hasil nilai terendah sensor tegangan yang dapat dideteksi adalah sebesar 40 Volt dan nilai tertinggi yang dapat dideteksi sebesar 230 Volt. Sedangkan untuk nilai terendah dari sensor arus yang dapat dideteksi adalah 1 A dan nilai tertinggi yang dapat dideteksi adalah 30 A.

4.4. Pengujian Akurasi Beban Statik

Wattmeter yang telah dirancang diuji coba dengan bermacam-macam metode pengujian dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan, presisi dan sensitivitas dari alat ukur yang telah dibuat terhadap beban resistif dan beban kapasitif.

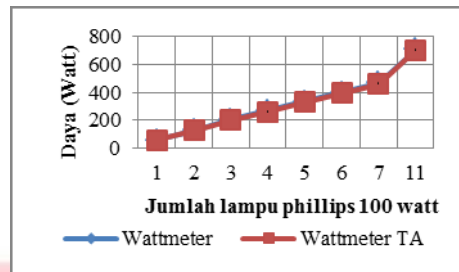
4.4.1. Pengujian Beban Resistif

Pengujian beban resistif murni menggunakan dua beban yang berbeda yaitu Resistor Variabel yang nilai resistansinya dapat kita ubah dan menggunakan Lampu Bohlam Phillips. Hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5. Grafik Hasil Pengujian Beban Resistif Menggunakan Resistor Variabel

Dari Gambar 4.5. dapat disimpulkan bahwa pengukuran dengan wattmeter penelitian sudah mendekati pengukuran wattmeter konvensional. Dengan ketidakakurasi sebesar 2.46%. Kesalahan pengukuran akan semakin besar apabila resistansi yang diukur semakin besar.

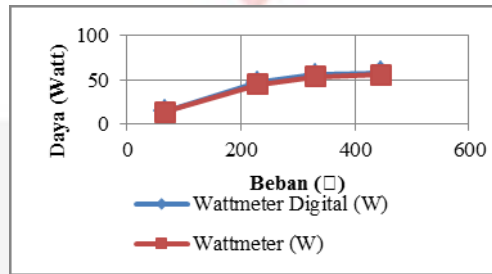


Gambar 4.6. Grafik Hasil pengujian beban Resistif menggunakan lampu bohlam Phillips 100 watt

Untuk pengukuran akurasi beban statik pada lampu bohlam sebanyak 11 buah yang dinyalakan satu persatu memiliki nilai ketidakakurasi sebesar 1.75%.

4.4.2. Pengujian Beban Kapasitif

Untuk pengujian beban kapasitif dilakukan dengan menggunakan Resistor Variabel yang dipasang seri dengan Kapasitor. Hasil yang diperoleh adalah :

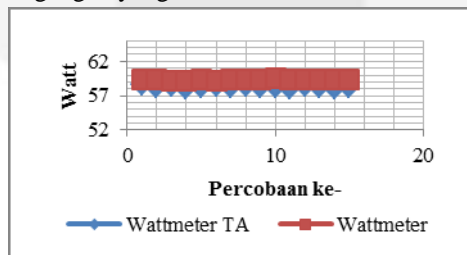


Gambar 4.7. Grafik Hasil pengujian Beban Kapasitif pada Wattmeter

Dari Gambar 4.7. dapat diketahui bahwa pengukuran wattmeter untuk pengujian kapasitif sudah mendekati pengukuran wattmeter konvensional. Untuk perhitungan akurasi pada beban kapasitif terdapat ketidakakurasi sebesar 4.425%.

4.5. Pengujian Presisi Beban Statik

Dalam uji presisi ini alat ukur mengukur satu lampu bohlam 100 watt. Sistem pengukuran diulang sebanyak 15 kali pada kondisi yang sama, dan dibandingkan dengan pengukuran dari Multimeter. Pengujian dilakukan menggunakan sumber dari PLN agar tegangan yang masuk ke dalam alat ukur stabil.



Gambar 4.8. Grafik Pengujian Presisi pada Wattmeter

Standar deviasi untuk gambar 4.8 sebesar $\sigma = 0.014315$, yang artinya bahwa persebaran pembacaan output ketika input yang sama diterapkan secara berulang sebanyak 15 kali dengan kondisi pengukuran yang sama, instrumen dan pengamat yang sama, lokasi yang sama, kondisi perawatan yang sama, yaitu tingkat persebaran 58.253 ± 0.014 , atau toleransi rentang persebaran 1.4%.

4.6. Pengujian Sensivitas Beban Statik

Untuk pengujian sensitivitas, seperti yang telah ditunjukkan oleh Gambar 4.5. Data hasil pengukuran diolah dengan menggunakan persamaan regresi linear sehingga nilai sensitivitas dari alat ukur dapat diketahui.

Persamaan Regresi Linear :

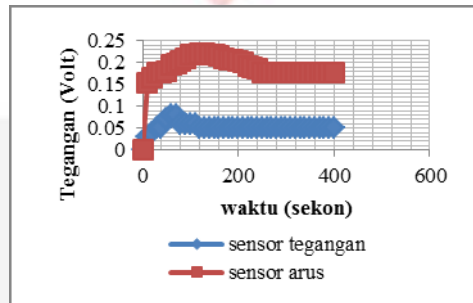
$$b = \frac{N \sum (X_i Y_i) - \sum X_i \sum Y_i}{N \sum X_i^2 - (\sum X)^2}$$

Dimana X adalah data hasil pengukuran wattmeter digital, Y adalah hasil pengukuran wattmeter penellitian dan b adalah nilai dari sensitivitas.

Dengan menggunakan persamaan regresi linear persamaan maka didapatkan hasil untuk pengujian sensitivitas beban statik adalah sebesar 0.9871. Karena sensitivitas yang baik adalah ketika perbandingan antara alat ukur penelitian dengan alat ukur acuan adalah ≥ 1 , maka wattmeter ini memiliki nilai sensitivitas yang sangat baik.

4.7. Waktu Respon Wattmeter

Waktu respon wattmeter merupakan waktu yang dibutuhkan wattmeter saat mulai dinyalakan hingga wattmeter dapat bekerja dengan baik.

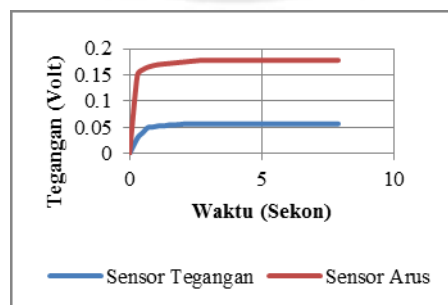


Gambar 4.9. Grafik Respon Sensor Tegangan dan Sensor Arus terhadap Waktu

Pada Gambar 4.9. menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan sensor arus agar dapat bekerja dengan baik sekitar 4 menit dengan rise time 2 menit 40 detik dan settling time 250 detik. Sedangkan waktu sensor tegangan agar dapat bekerja dengan baik hanya membutuhkan waktu sekitar 2 menit dengan rise time 1 menit 10 detik dan settling time 180 detik.

4.8. Waktu Penetapan

Waktu tanggap merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sensor untuk dapat mengukur hingga tegangan keluaran sensor stabil, berikut grafik waktu yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.10. Grafik waktu Penetapan Sensor Tegangan dan Sensor Arus

Gambar 4.10. menunjukkan bahwa respon waktu yang dibutuhkan sensor dalam mengukur tegangan dan arus hingga titik stabil yaitu 2 detik dengan rise time 1.3 detik untuk sensor tegangan dan 2.7 detik dengan rise time 2 detik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

1. Persentasi kesalahan pengukuran rata-rata untuk sensor tegangan adalah sebesar 8.45%.
2. Rata-rata persentasi kesalahan pengukuran dari sensor arus yaitu sebesar 2%.
3. Range atau jangkauan hasil nilai terendah sensor tegangan yang dapat dideteksi adalah sebesar 40 Volt dan nilai tertinggi 230 Volt. Sedangkan untuk nilai terendah dari sensor arus adalah 1 A dan nilai tertinggi adalah 30 A.
4. Pengujian akurasi untuk beban resistif didapatkan ketidakakurasian dalam pengukuran sebesar 2.46% untuk beban resistor variabel dan 1.75% untuk beban lampu.
5. Pengujian akurasi beban statik pada wattmeter untuk beban kapasitif dilakukan dengan menggunakan Resistor Variabel yang dipasang seri dengan Kapasitor terdapat ketidakakurasian sebesar 4.425%.
6. Standar deviasi untuk pengujian presisi alat ukur sebesar $\sigma = 0.014315$, yaitu tingkat persebaran 58.253 ± 0.014 , atau toleransi rentang persebaran 1.4%.
7. Sensitivitas wattmeter didapatkan sebesar $b = 0.9871$. Sensitivitas yang baik adalah ketika perbandingan antara alat ukur penelitian dengan alat ukur acuan adalah $\cong 1$, maka wattmeter ini memiliki nilai sensitivitas yang sangat baik.
8. Respon waktu yang dibutuhkan sensor arus 4 menit dengan rise time 2 menit 40 detik dan settling time 250 detik. Sedangkan waktu yang dibutuhkan sensor tegangan 2 menit dengan rise time 1 menit 10 detik dan settling time 180 detik.
9. Respon penetapan yang dibutuhkan sensor dalam mengukur untuk mencapai titik stabil yaitu 2 detik dengan rise time 1.3 detik untuk sensor tegangan dan 2.7 detik dengan rise time 2 detik.

5.2. Saran

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada dan diharapkan dapat mengembangkan apa yang telah dilakukan pada penelitian ini. Untuk itu disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Penggunaan ADC yang mempunyai resolusi lebih besar sehingga sensitivitas akuisisi data menjadi lebih kecil.
2. Pengembangan terhadap sensor tegangan dan sensor arus untuk mengurangi persentasi kesalahan pengukuran agar alat ukur dapat terbukti secara akurat dan benar adanya.

8. Daftar Pustaka

- [1]Allegro microsystem.Inc. (2011). *ACS712-Datasheet Rev. 14*. [online]. Diambil dari <http://www.allegromicro.com>. Diakses tanggal 4 Juni 2013.
- [2]Anonim. (2002). *Max232 Max232i Dual Eia-232 Drivers/Receivers, TexasInstrument*. [online]. <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/max232.pdf>. Diakses 6 juni 2013.
- [3]Anonim. (2012). *Power Supply Simetris (Output Ganda)*. [online]. Diambil dari : <http://www.elektronika-dasar.com/rangkaian/power-supply/power-supply-simetris-output-ganda/>. Diakses pada tanggal 6 Juni 2013.
- [4]Harun, Najamuddin. 2011. *Bahan Ajar Perancangan Pembangkit Tenaga Listrik*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- [5]Hendawan, Soebhakti. (2007). *Basic AVR Microcontroller Tutorial*. Batam : Politeknik Batam.
- [6]Pidaksa, Ageng. (2012). *Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8*. Yogyakarta : F.T UNY.
- [7]Setiono, Andi, Prabowo Puronto dan Bambang Widyatmoko. (2010). *Pembuatan dan Uji Coba Data Logger Berbasis Mikrokontroler ATmega32 untuk Monitoring Pergeseran Tanah*. Tangerang Selatan : Pusat Penelitian Fisika – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PPF - LIPI).