

# Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Dan Load Controller Menggunakan Mikrokontroller

Umar Muhammad \*<sup>1</sup>, Rendra Darwis

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Listrik Politeknik Bosowa

Jln.Kapasa Raya No.23 ,Tamalanrea. Makassar

\*Email: umar.muhammad@politeknikbosowa.ac.id,

DOI:

## Abstrak

Ditengah krisis listrik seperti saat ini konsumen juga harus turut berperan aktif membantu PLN dalam hal ini sebagai pengatur listrik di Indonesia agar tidak terjadi pemadaman bergilir dalam waktu lama karena kurangnya pasokan listrik. Oleh karena itu, konsumen harus mengatur pemakaian listrik seoptimal mungkin. Sehingga perlu adanya suatu sistem yang dapat membantu dalam mengamati penggunaan daya listrik. Dengan demikian kami merancang sistem monitoring dan control beban yang dapat di jadwalkan. Sistem ini dapat memberikan informasi mengenai penggunaan daya dan mengendalikan beban sesuai jadwal yang telah ditentukan secara otomatis, sehingga pengguna daya listrik bisa lebih efisien.

**Kata Kunci:** Mikrokontroller, sistem monitoring, pengendalian beban

## Abstract

**Design of Power Usage Monitoring System and Load Controller Using Microcontroller.** In the midst of a current electricity crisis, consumers must also play an active role in assisting PLN in this case as a regulator of electricity in Indonesia so that there are no rotating blackouts for a long time due to a lack of electricity supply. Therefore, consumers must manage electricity consumption as optimally as possible. So it is necessary to have a system that can assist in observing the use of electric power. Thus we designed a load monitoring and control system that can be scheduled. This system can provide information about power usage and control the load according to a predetermined schedule automatically, so that the use of electric power can be more efficient.

## 1. Pendahuluan

Produksi Listrik PLN tahun 2011 sebesar 148.359 GWh [1]. Sedangkan dalam pendataan penduduk oleh Kementerian Dalam Negeri, jumlah penduduk Indonesia terhitung 31 Desember 2010 mencapai 259.940.857. Jumlah ini terdiri atas 132.240.055 laki-laki dan 127.700.802 perempuan [2]. Dari perbandingan data tersebut terlihat adanya kesenjangan antara hasil produksi listrik oleh PLN dengan kebutuhan listrik penduduk. Keterbatasan pasokan listrik membuat konsumsi listrik di Indonesia cukup rendah. Bahkan, jika dibandingkan dengan negara-negara di Asean, Indonesia termasuk yang terendah [3]. Konsumsi listrik per kapita dihitung berdasar jumlah total konsumsi listrik dibagi dengan jumlah penduduk. Berdasarkan data International Energy Agency (IEA) 2010, dengan pendapatan USD 3.500 per kapita, konsumsi energi listrik Indonesia per kapita baru mencapai 591 kilowatt hour (KWh) per kapita. Indonesia berada di bawah Singapura, Brunei,

Malaysia, Thailand, bahkan masih di bawah Vietnam [3].

Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah tersebut dua hal yang perlu dilakukan yaitu, pertama meningkatkan produksi listrik PLN sampai mencukupi kebutuhan listrik negara dengan memanfaatkan segala sumber daya dalam negeri. Kedua dengan mengatur pemakaian pada tingkat konsumen sehingga tidak ada pemborosan dalam pemakaian listrik.

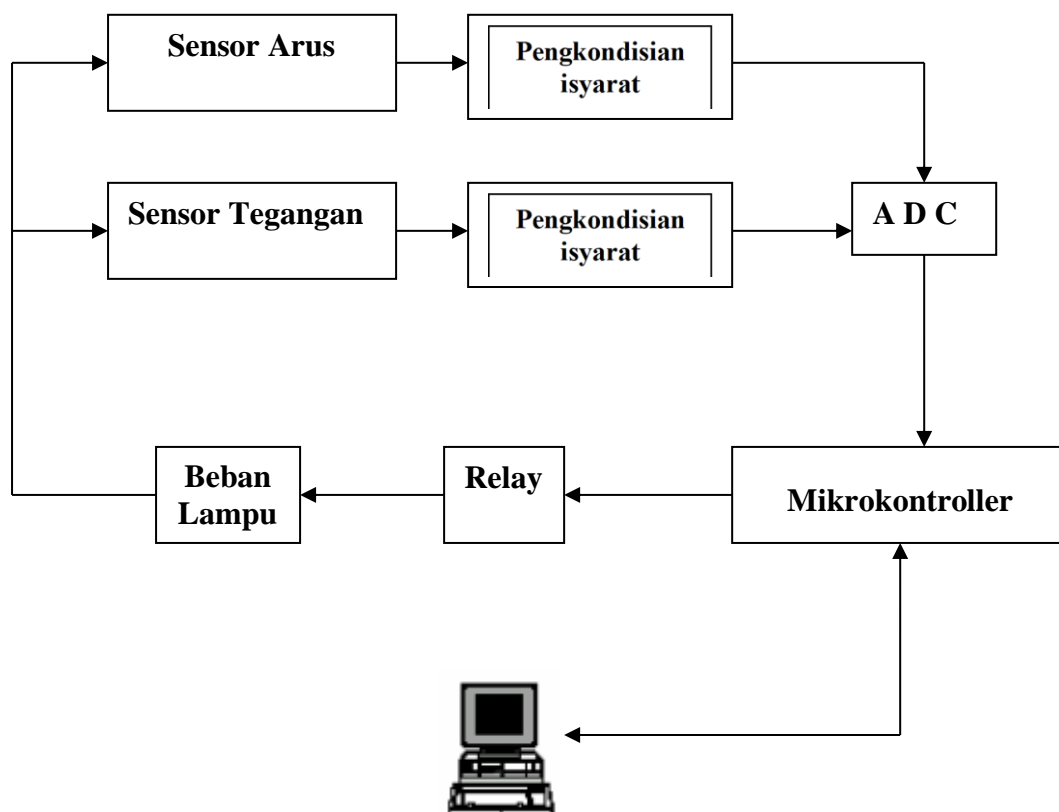
Pada penelitian ini merancang suatu sistem monitoring dan kendali otomatis penggunaan listrik pada tingkat konsumen terutama pada konsumen berdaya besar sehingga tidak terjadi pemborosan yang mengakibatkan beban berlebihan yang harus ditanggung oleh PLN. Sehingga tidak terjadi pemadaman bergilir karena kerusakan pembangkit yang bekerja diluar kemampuan produksinya.

## 2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian

eksperimen yang bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring penggunaan daya listrik dan *load controller* menggunakan mikrokontroler. Sistem ini dirancang dalam dua bentuk yaitu perangkat keras yang terdiri dari pengukur arus dan tegangan [4], relay kendali beban [4] dan mikrokontroler [5]. Sedangkan perangkat lunak berupa HMI yang dirancang menggunakan program Visual Basic 6.0 [6] dan program aquisisi data menggunakan bahasa assembler pada mikrokontroler [7]. Secara garis besar prinsip kerja dari sistem ini dapat dilihat pada gambar 1.

maka transformator tersebut dipasang terbalik dengan menghubungkan sekunder transformator dengan sumber tegangan dan beban lampu, kemudian memasang primer transformator dengan rangkaian penyearah. Dengan demikian tegangan pada primer transformator sangat besar sehingga dihubungkan ke pembagi tegangan agar tegangan yang disalurkan tidak merusak penyearah jembatan yang digunakan. Setelah isyarat AC tersebut disalurkan kemudian dihubungkan dengan kapasitor elektrolit (*Elco*) untuk mengurangi riaknya. Kemudian dihubungkan ketahanan ( $R$ ) yang bekerja sebagai pembuang arus dan pembagi tegangan. Pembuang arus berfungsi untuk mendeteksi

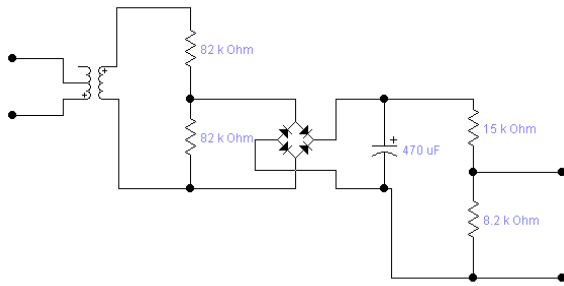


Gambar 1. Diagram Blok Sistem Alat

### 2.1. Perancangan Sensor Arus

Sensor arus ini dirancang dari transformator *stepdown* 1A yang ada dipasaran. Transformator tersebut dipasang seri dengan beban agar arus yang melalui beban lampu sama dengan arus yang melalui trafo. Untuk menghindari terjadinya jatuh tegangan yang besar pada trafo yang memungkinkan mengurangi tegangan beban,

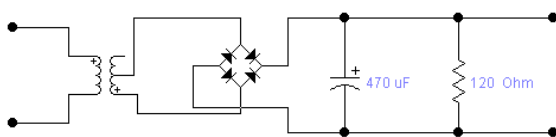
perubahan tegangan pada transformator, sedangkan pembagi tegangan berfungsi untuk mendapatkan range tegangan yang dapat dikonversi oleh ADC 0804. Rangkaian Sensor arus seperti gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Sensor Arus

## 2.2. Perancangan Sensor Tegangan

Sensor tegangan menggunakan prinsip kerja pembagi tegangan [8]. Sensor Tegangan juga menggunakan Transformator *Stepdown* yang ada dipasaran dengan memasang parallel dengan beban lampu untuk menurunkan tegangan jala – jala PLN menjadi tegangan yang dapat dikonversi oleh ADC 0804. Tegangan AC yang sudah diturunkan kemudian disearahkan menggunakan dioda jembatan dan selanjutnya riak dari tegangan DC tersebut difilter menggunakan kapasitor elektrolit (*Elco*). Agar perubahan teganga AC dapat diikuti oleh Perubahan tegangan DC, maka dipasang pembuang arus. Keluaran dari pembuang arus kemudian diteruskan ke ADC 0804 untuk di konversi ke biner 8 bit yang kemudian di teruskan ke mikrokontroler AT89S51. Rangkaian Sensor tegangan seperti gambar 3.

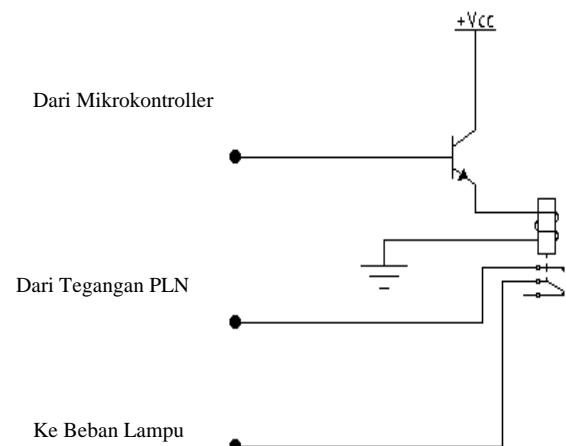


Gambar 3. Rangkaian Sensor Tegangan

## 2.3. Perancangan Sistem Kontrol

Rangkaian kontrol ini menggunakan transistor dan relay yang berfungsi sebagai saklar. Transistor yang tersebut dirancang untuk bekerja pada dua keadaan saja yaitu tidak aktif (*off*) dan keadaan saturasi (*on*). Data biner yang dikirim oleh mikrokontroler langsung diterima rangkaian control pada basis transistor untuk memberikan bias pada basis transistor sehingga

transistor menjadi Saturasi. Transistor kemudian mengontrol relay. Keadaan Saturasi dari transistor membuat tegangan VCC pada kolektor Transistor terhubung ke relay dan saklar pada relay berubah ke posisi on. Kemudian tegangan jala-jala PLN terhubung dengan Beban lampu sehingga beban lampu dapat menyala. Rangkaian Kontrol dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Kontrol

## 2.4. Perancangan Sistem Mikrokontroler

Sistem mikrokontroler ini berupa modul perangkat keras (*hardware*) yang dilengkapi dengan perangkat lunak (*Software*) serta beberapa perangkat tambahan sedemikian hingga modul ini dapat melakukan beberapa fungsi . Fungsi - fungsi yang dapat dilakukan oleh modul tersebut antara lain :

1. Menerima data dari sensor arus dan sensor tegangan
2. Mengirim data ke rangkaian control
3. Berkomunikasi dengan komputer melalui port serial

Sistem Mikrokontroler ini merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai interface antar rangkaian – rangkaian sensor dan rangkaian control dengan komputer. Rangkain ini memiliki komponen utama berupa mikrokontroler AT89S51 yang didukung oleh beberapa komponen tambahan seperti rangkaian

reset, dan rangkaian komunikasi serial.

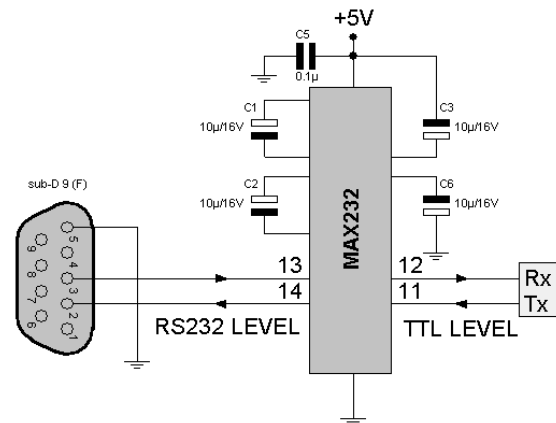
Rangkaian mikrokontroler terdiri dari rangkaian reset, osilator kristal, dan VCC + 5 Volt. Port 0 dari mikrokontroler ini terhubung ke sensor tegangan dan port 2 terhubung ke sensor arus, sedangkan port 1 digunakan untuk mengontrol beban lampu yang dihubungkan ke rangkaian control beban. Pin 31 sebagai pin EA (Enable Access) terhubung dengan + 5 Vdc (High) agar IC processor ini dalam kondisi membaca (Read). Pin 9 sebagai pin reset harus dalam kondisi tinggi (High) melalui rangkaian differensiator. Rangkaian CR ini menghasilkan tegangan kejut yang akan mereset mikrokontroler. Sebagai sumber clock digunakan clock eksternal dengan kristal osilator 11,0592 MHz. Pada mikrokontroler 8051 ini, siklus kerja dari mikrokontroler ini adalah sebesar 1,085  $\mu$ S (mikrosecond). Antarmuka antara mikrokontroler dengan komputer dilakukan oleh port 3.0 dan port 3.1 dari mikrokontroler yang merupakan pin RXD dan TXD untuk komunikasi serial dari mikrokontroler AT89S51.

## 2.5. Sistem Antarmuka Serial

Antarmuka serial merupakan pintu gerbang komunikasi antara mikrokontroler dengan komputer. Komunikasi serial tersebut menggunakan standar komunikasi serial UART dengan 1 start-bit, 8 data-bit, dan 1 stop-bit. Kecepatan pengiriman data (baud rate) yang digunakan adalah sebesar 9600 bps. Angka baud rate ini diatur pada mikrokontroler kemudian pada komputer baud rate-nya dipilih 9600 bps mengikuti baud rate mikrokontroler. Pada antarmuka serial ini dibutuhkan sebuah IC MAX232 sebagai pengkonversi tegangan digital yang dikeluarkan gerbang serial yang dimiliki mikrokontroler dari tegangan standar 0-5 volt menjadi  $\pm 15$  volt untuk menjaga kompatibilitas dengan standar port serial pada komputer seperti terlihat pada gambar berikut.

Kaki RXD merupakan kaki yang akan menerima data-data serial, sedangkan TXD

berfungsi mentransmisikan data-data serial dari mikrokontroler.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Tegangan

## 2.6. Perancangan program Visualisasi

Penggunaan Program Aplikasi Visual Basic 6.0 pada sistem ini untuk menampilkan hasil pengukuran tegangan dan arus dari sensor yang dikirim oleh mikrokontroler melalui port serial. Selain visualisasi hasil pengukuran program ini juga berfungsi mengontrol beban yang terhubung pada sensor arus dan tegangan. Visualisasi dari program ini terdiri dari beberapa form. Form tampilan awal seperti yang disajikan pada gambar 5. Sedangkan form Menu Utama menampilkan hasil pengukuran sensor arus dan tegangan serta hasil pengukuran daya dan biaya yang terpakai secara real time. Form ini juga dilengkapi kalender dan jam untuk memudahkan dalam mengatur jadwal pengontrolan beban lampu. Tampilan form menu utama seperti gambar 6.

Seperti terlihat pada gambar 6 hasil pengukuran sensor arus dan sensor tegangan langsung ditampilkan. Sedangkan untuk daya dan biaya diperoleh dari pengolahan data arus dan

tegangan dari hasil perhitungan :



Gambar 5. Tampilan awal



Gambar 6. Tampilan awal

Pada Form *setting* menampilkan beberapa tombol untuk mengeset jadwal waktu menyala dan padamnya beban lampu. Tampilan form ini dapat diamati pada gambar 7.

Gambar 7. Tampilan awal



### 3.1 Hasil Pengukuran Sensor Arus

Pengukuran sensor arus dilakukan dengan 2 (dua) skenario yaitu pengukuran transformator tanpa penyearah, hasil pengukuran sebagaimana disajikan pada tabel 1, kemudian skenario kedua pengukuran dilakukan dengan rangkaian penyearah yang hasil pengukurannya dapat diamati pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan Trafo Arus tanpa Penyearah

No	Beban (Watt)	Sekunder Trafo ( Volt )	Primer Trafo (Volt)
1.	5	0.365	6.09
2.	15	0.970	15.99
3.	25	3.13	51.9
4.	40	3.07	50.8
5.	60	4.46	74.5

Pada tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran tegangan keluaran penyearah dan pengaruhnya

### 3. Hasil dan Pembahasan

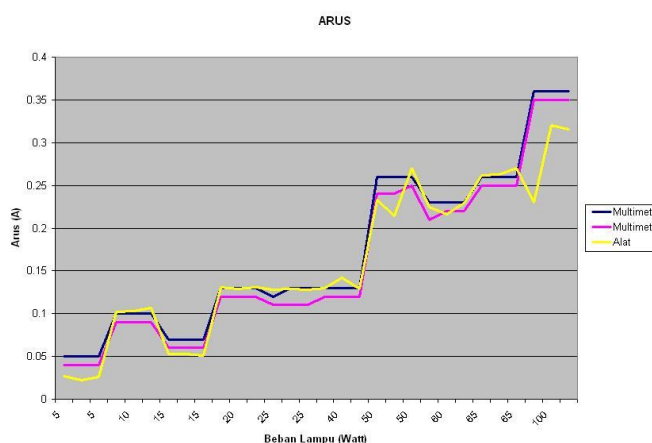
**Tabel 2. Hasil Pengukuran Tegangan Trafo Arus dan Penyearah**

No	Beban (Watt)	Sekunder Trafo ( Volt )	Primer Trafo (Volt)	Keluaran Penyearah (VDC)	Masukan ADC (Volt)
1.	5	0,44	6,95	0,893	278,3 mV
2.	15	1,012	16,19	2,41	0,78
3.	25	3,11	50,9	7,8	2,425
4.	40	3,02	49,4	7,60	2,363
5.	60	4,47	74,2	12,02	3,72

terhadap tegangan keluaran trafo arus

### 3.2. Perbandingan Hasil pengukuran Sensor arus dengan Multimeter.

Pada gambar 8 menunjukkan grafik perbandingan hasil pengukuran beban dengan menggunakan multimeter dan hasil pengukuran sistem monitoring yang telah buat. Pada grafik tersebut terlihat besar selisih hasil pengukuran arus menggunakan multimeter dengan sensor arus dari sistem monitoring.

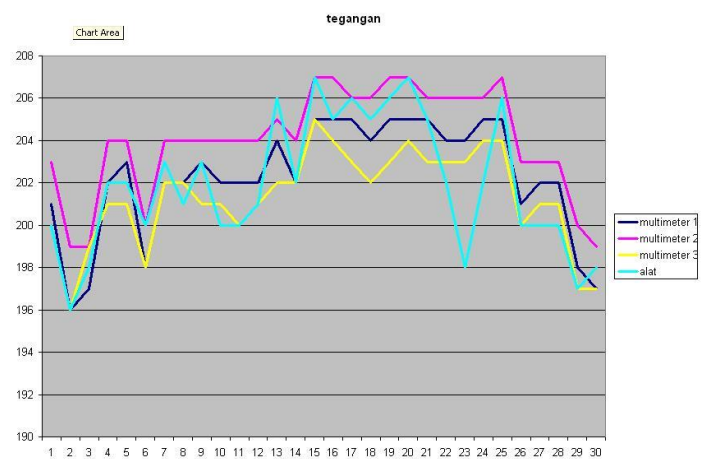


**Gambar 8. Tampilan awal**

### 3.3. Perbandingan Hasil pengukuran tegangan dengan multimeter dan sensor tegangan.

Perbandingan hasil pengukuran tegangan menggunakan multimeter dengan hasil pengukuran sensor tegangan seperti terlihat pada gambar 9. Perbedaan hasil pengukuran pada

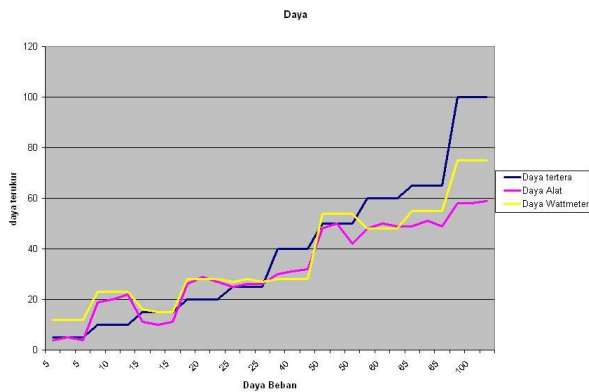
multimeter dan hasil pengukuran alat terjadi karena pengaruh perubahan tegangan dari PLN dan perubahan nilai – nilai pada komponen penyusun sensor tegangan.



**Gambar 9. Tampilan awal**

### 3.4. Perbandingan Daya

Perbandingan daya yang tertera pada beban dengan daya yang dihitung dari hasil pengukuran multimeter serta daya yang terukur pada sistem monitoring dan pengontrolan beban ini seperti yang terlihat pada gambar 10. Terdapat perbedaan antara daya yang terukur pada alat, yang dihitung dari multimeter dan daya yang tertera pada beban lampu. Selisih dari perbedaan tersebut terlihat pada gambar 10.



**Gambar 9. Tampilan awal**

Berdasarkan gambar – gambar grafik yang disajikan tersebut diperoleh bahwa sistem monitoring yang telah dirancang efektif mengukur pada beban dibawah 60 Watt.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian sistem secara keseluruhan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa hasil perbandingan antara pengukuran menggunakan multimeter dengan hasil pengukuran dari sensor arus diperoleh selisih rata – rata arus yang melalui beban lampu adalah 0.017433 A. Persentase kesalahan rata – rata hasil pengukuran alat dibanding dengan multimeter adalah 12.96%.
2. Berdasarkan analisa hasil perbandingan antara pengukuran menggunakan multimeter dengan hasil pengukuran dari sensor tegangan diperoleh selisih rata – rata tegangan beban lampu adalah 1.65555556 V. Persentase kesalahan rata – rata hasil pengukuran alat dibanding dengan multimeter adalah 0.82%.
3. Berdasarkan analisa hasil perbandingan daya yang tertera pada lampu dengan daya yang terhitung dari hasil pengukuran multimeter dan daya yang terukur pada alat terdapat perbedaan. Selisih rata-rata daya hasil pengukuran alat dengan daya yang tertera pada beban lampu sebesar 10.36667 Watt, sedangkan selisih rata – rata daya hasil pengukuran alat dengan hasil pengukuran wattmeter sebesar 5.133333 Watt. Dan

persentase kesalahan daya yang terukur pada alat dibanding hasil perhitungan dari pengukuran multimeter sebesar 17.50%.

4. Berdasarkan analisa grafik alat ukur ini efektif mengukur beban dibawah 60 WATT
5. Perbedaan hasil pengukuran terjadi karena perubahan nilai – nilai komponen penyusun sensor arus dan sensor tegangan. Hal ini juga disebabkan tidak adanya nilai mutlak pada komponen listrik termasuk beban lampu yang digunakan dan perubahan tegangan dari PLN.

#### 4.2. Saran

1. penelitian lebih lanjut sebaiknya menggunakan transformator arus untuk mendapatkan ketelitian yang lebih tinggi.
2. sebaiknya menggunakan tranformtor arus yang memiliki daya hantar arus lebih besar untuk mendapatkan range pengukuran yang lebih luas..

#### 5. Referensi

- [1] [www.esdm.go.id/batubara/doc\\_download/1141-statistik-listrik.html](http://www.esdm.go.id/batubara/doc_download/1141-statistik-listrik.html) diakses pada tanggal 12 Juli 2012 jam 15:03 wita
- [2] <http://nasional.kompas.com/read/2011/09/19/10594911/Jumlah.Penduduk.Indonesia.259.Juta.html> diakses tanggal 13 Juli 2012 jam 08:50 wita
- [3] <http://www.jpnn.com/read/2011/06/06/94125/Konsumsi-Listrik-Indonesia-Terendah-di-Asean-.html>. diakses tanggal 13 Juli 2012 jam 08.30 wita
- [4] Malvino, Albert Paul (2003),” Prinsip – prinsip elektronika Jilid 1 Edisi 6 “, Erlangga, Jakarta
- [5] Andi Nalwan, Paulus (2003),” Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51 “, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [6] Kusumo, Ario Suryo (2002), “ Pemrograman Database dengan Visual Basic 6.0 “, Elex Media Komputindo, Jakarta
- [7] Retna, Catur (2004), “ Interfacing Port

Paralel dan Port Serial Komputer dengan  
Visual Basic 6.0 “, Andi, Yogyakarta

- [8] Muhammad, U., & Mukhlisin, M. (2021).  
Desain Sistem Akuisisi Sensor Tegangan  
Berbasis IoT. *Joule (Journal of Electrical  
Engineering)*, 2(1), 72-75.