

PROTOTYPE MONITORING TARIF DASAR LISTRIK PADA KAMAR KOS MENGUNAKAN *WIRELESS* SEBAGAI PENGIRIMAN DATA (*ELECTRICITY RATES MONITORING PROTOTYPE ON BOARDING ROOM USING WIRELESS AS DATA DELIVERY*)

Arya Wigiandoko, Bambang Supeno, Satryo Budi Utomo
Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: aryawigi@yahoo.com

Abstrak

Sistem *monitoring* pada rumah kos saat ini masih jarang digunakan oleh sebab itu dalam tugas akhir ini dibuat suatu sistem *monitoring* secara otomatis sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan dalam sistem *monitoring* yang saat ini masih secara *manual*, maka dirancanglah alat elektronik yang dapat memonitor penggunaan listrik yang ditampilkan pada laptop berupa daya yang telah terpakai serta tarif listrik yang telah dipergunakan oleh tiap kamar kos [1]. Alat *monitoring* ini menggunakan sensor arus ACS712, Mikrokontroler ATmega16, modul *wireless* NRF24L01, dan komunikasi *serial* RS232, untuk tampilan di laptop alat *monitoring* ini menggunakan perangkat lunak (*software*) python. Data yang didapatkan dari mikrokontroler akan dikirim melalui *wireless* untuk ditampilkan pada laptop, mode komunikasi yang digunakan pada sistem *monitoring* ini adalah *half duplex* dimana data dikirim secara bergantian antara pengirim dan penerima. Dalam sistem *monitoring* ini yang ditampilkan adalah besarnya nilai daya yang digunakan setiap kamar kos dan biaya tarif listrik tiap kamar kos, alat ini digunakan untuk memonitoring daya minimal dan maksimal sebesar 25 watt - 450 watt dengan sumber tegangan jala-jala listrik 220 volt AC. Dalam sistem *monitoring* ini telah dilakukan pengujian dan mendapatkan kesalahan pembacaan atau *error* pada pembacaan biaya listrik sebesar 7,3 % dan untuk *error* pembacaan daya listrik sebesar 6,6 %.

Kata kunci: *monitoring, python, interface, half duplex.*

Abstract

Monitoring system still rarely used at the boarding house. This final project made an automatic monitoring system to minimize errors of occurrence manually in the monitoring system. We designed an electronic device that can monitoring power usage and electricity tariff and displayed it on a laptop, that can be used by every dorm room [1]. This monitoring device used the ACS712 current sensor, microcontroller ATmega16, wireless NRF24L01 module, and RS232 serial communication, and displaying on the laptop using python software. The data obtained from the microcontroller by wireless than displayed on a laptop, mode communication half duplex system is used in this monitoring system where the data is sent to alternate between the transmitter and receiver. This monitoring system shown the value of the power used in every dorm room and the cost of electricity tariff every dorm room, this device used to monitor the minimum and maximum power of 25 watt - 450 watt with a grid source voltage of 220 volt AC. This monitoring system has been tested and gained an error in the reading of electricity tariff is at 7,3 % and the power of electricity readout of error is at 6,6 %.

Keywords: *monitoring, python, interface, half duplex.*

PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik oleh masyarakat merupakan suatu hal yang sangat tidak asing lagi, karena energi listrik sangat penting dan sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, hampir semua peralatan pengoperasiannya membutuhkan energi listrik. Alat ini dibuat untuk menghitung berapa biaya yang harus dibayarkan oleh penghuni kos kepada pemilik kos. Alat ini juga mempermudah pemilik kos untuk menentukan (mengganti biaya per kWh-nya sesuai ketentuan dari PLN) [2].

Pemilik kos umumnya menentukan tarif penggunaan listrik berdasarkan peralatan elektronik yang dibawa oleh para penghuni kamar kos. Penghuni kamar kos sering

menyembunyikan beberapa peralatan elektronik yang dibawanya untuk mengurangi biaya pembayaran listrik mereka setiap bulannya. Hal ini dapat merugikan pihak pemilik kos karena tarif listrik yang mereka tentukan tidak dipatuhi oleh penghuni kamar kos dan pemilik kos harus menanggung semua biaya penggunaan listrik ke pihak PLN. Padahal penggunaan listrik yang diketahui oleh pemilik kos hanya dari peralatan elektronik yang mereka ketahui saja, mereka tidak mengetahui peralatan apa saja yang disembunyikan. Hal ini juga dapat menimbulkan kecemburuan diantara para penghuni kamar kos yang lain [2].

Untuk mengurangi tindakan tersebut, muncul inisiatif untuk membuat sebuah alat yang dapat mengetahui berapa

tarif penggunaan listrik yang harus dibayarkan para penghuni kamar kos kepada pemilik rumah kos.

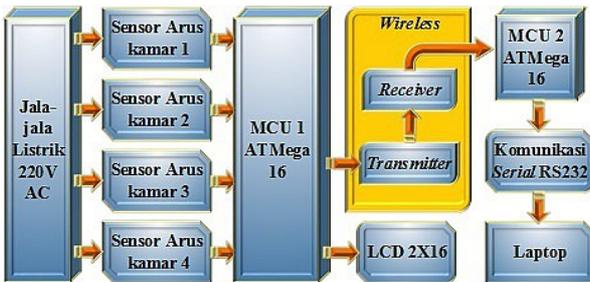
Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat diangkat beberapa rumusan masalah yang akan dijadikan pokok pembahasan yaitu:

1. Bagaimana membuat sensor arus dengan menentukan spesifikasi pengukuran pada daya tiap kamar kos sebesar 25 watt - 450 watt dengan sumber tegangan jala-jala listrik 220 volt AC.
2. Bagaimana menggunakan mikrokontroler untuk dapat mengirimkan data melalui *wireless* dan menampilkan biaya penggunaan daya listrik pada laptop.
3. Bagaimana cara menggunakan *software* python sebagai media pada tampilan biaya penggunaan tarif dasar listrik kamar kos.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Blok Alat

Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu studi literatur, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, Berikut adalah blok diagram perancangan alat yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Alat

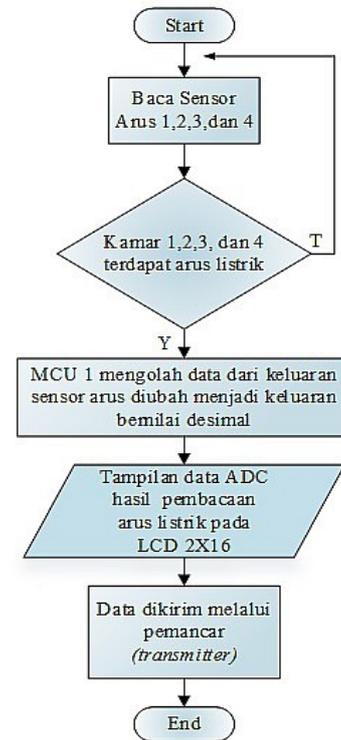
Penjelasan diagram blok :

- Jala-jala listrik 220 volt AC berfungsi sebagai sumber tegangan masukan.
- Sensor arus berfungsi sebagai pencuplik arus dari tegangan jala-jala yang masuk ke setiap kamar.
- MCU 1 (*microcontroller unit 1*) berfungsi sebagai pengolah data dari sensor arus yang keluarannya dalam satuan volt.
- LCD berfungsi sebagai tampilan *text* dan nilai ADC.
- *Transmitter* berfungsi sebagai media pengiriman data dari MCU 1 menuju *receiver* pada MCU 2 (*microcontroller unit 2*).
- *Receiver* berfungsi sebagai penerima data dari *transmitter* menuju MCU 2.
- MCU 2 berfungsi sebagai pengolah data yang diterima dari *receiver* dan dikirim pada laptop melalui perangkat komunikasi *serial* RS232.
- RS232 berfungsi sebagai pengiriman data secara *serial* dari MCU 2 menuju laptop.
- Laptop berfungsi sebagai perangkat untuk menampilkan data lengkap yang berupa daya yang terpakai, dan biaya tarif dasar listrik yang telah digunakan oleh pemakai kamar kos.

Flowchart Sistem Kerja Alat

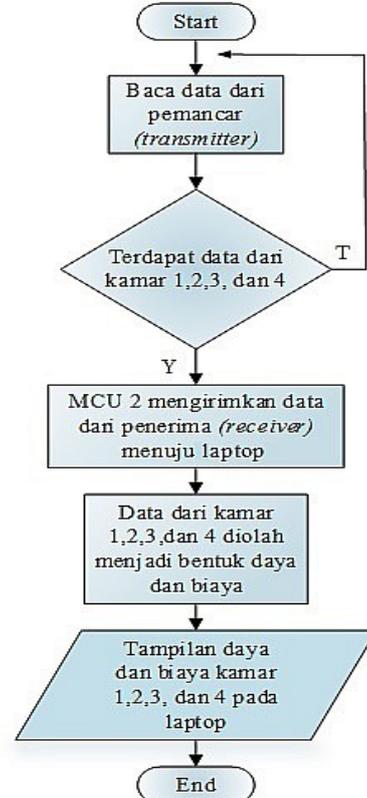
Pada *flowchart* sistem kerja alat dibagi menjadi dua bagian yaitu *flowchart* pemancar dan penerima yang ditunjukkan pada gambar 2 dan 3.

Flowchart Pemancar (Transmitter)



Gambar 2. Flowchart Pemancar (Transmitter)

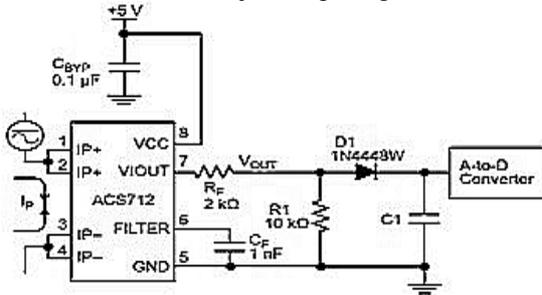
Flowchart Penerima (Receiver)



Gambar 3. Flowchart Penerima (Receiver)

Rangkaian Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 memiliki kemampuan untuk mengubah nilai arus menjadi tegangan, resolusi sensor arus ini sebesar 185 mV/A (*data sheet* ACS712). Keluaran dari sensor arus ACS712 ini masih berupa tegangan AC, maka perlu adanya rangkaian penyearah agar tegangan dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler [3] dan [4]. Gambar rangkaian sensor arus ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Arus

Dalam pengukuran masukan arus listrik pada sensor arus ACS712 harus dipasang secara seri dengan beban serta mendapat sumber dari jala – jala listrik 220 volt AC, dan untuk mengetahui nilai masukan arus $I_{(in)}$ dipergunakan rumus perhitungan (2) dan nilai keluaran sensor arus ACS712 yang berupa tegangan (V_{out}) dapat diketahui dengan rumus perhitungan (3).

$$P_{(Beban)} = V_{in} \times I_{(in)} \quad (1)$$

$$I_{(in)} = \frac{P_{(beban)}}{V_{in}} \quad (2)$$

$I_{(in)}$: Masukan arus listrik pada sensor arus (ampere)

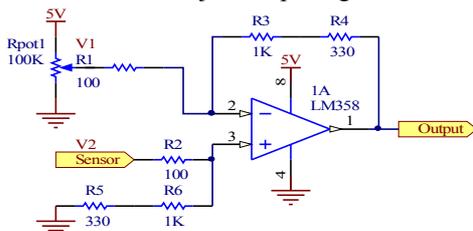
$P_{(Beban)}$: Daya beban listrik pada masukan sensor arus (watt)

V_{in} : Tegangan listrik pada masukan sensor arus dari jala – jala listrik PLN (220 volt AC)

$$V_{out} (DC) = 0,185 \text{ volt (data sheet)} \times I_{(in)} \text{ ampere} \quad (3)$$

Rangkaian Penguat

Penguat yang digunakan adalah penguat diferensial, Pada saat terdapat daya 0 watt pada masukan sensor maka keluaran yang dihasilkan sensor sebesar 2,488 volt. Agar pada saat 0 watt keluaran sensor 0 volt maka digunakanlah penguatan diferensial dengan memberikan masukan V_1 sebesar 2,488 volt dengan cara mengatur R_{pot1} . Gambar rangkaian diferensial ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Penguat Sensor Arus

Pada pembacaan ADC mikrokontroler tegangan masukan maksimal sebesar 5 volt, maka dilakukan perancangan agar penguatan menghasilkan tegangan keluaran dari pengkondisi sinyal sebesar 5 volt dengan cara menguatkannya, sesuai dengan rumus penguatan diferensial (3) dan (4).

$$V_{out} = \frac{R_f}{R_1} \cdot (V_2 - V_1) \text{ atau} \quad (3)$$

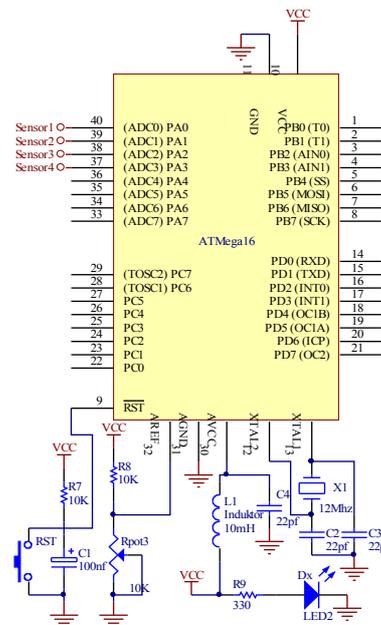
$$V_{out} = V_{out} = \frac{R_3 + R_4}{R_1} \cdot (V_2 - V_1) \quad (4)$$

Rangkaian Sistem Minimum

Pada alat ini terdapat dua MCU (*microcontroller unit*) yang memiliki fungsi sebagai pengolah data, diantaranya:

- MCU 1 sebagai pengolah data keluaran sensor arus, untuk ditampilkan pada *display* dalam bentuk desimal dan mengirimkan data melalui pemancar.
- MCU 2 berfungsi sebagai penampung data dari pemancar pada MCU 1, kemudian MCU 2 yang mengirimkan data tersebut kepada laptop dengan menggunakan komunikasi *serial* RS232.

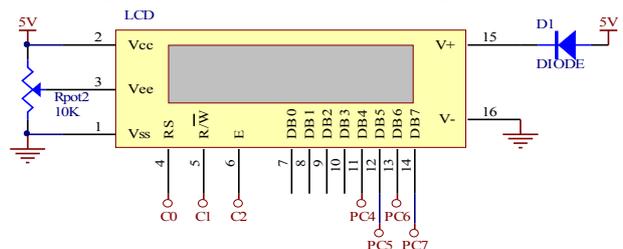
Gambar rangkaian sistem minimum ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Sistem Minimum

Rangkaian Display LCD 2X16

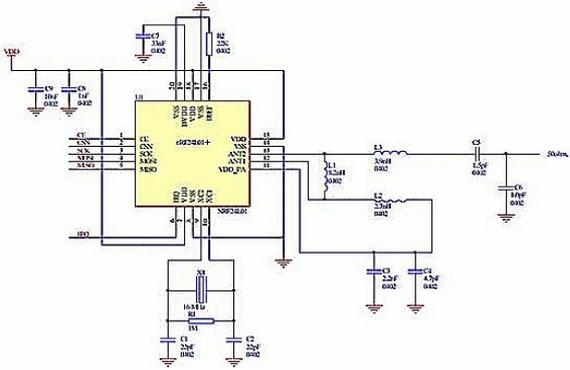
Rangkaian *display* menggunakan LCD 2X16 yang berfungsi untuk menampilkan *text* dan data ADC seluruh kamar, rangkaian LCD 2X16 ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Display LCD 2X16

Rangkaian Modul Wireless NRF24L01

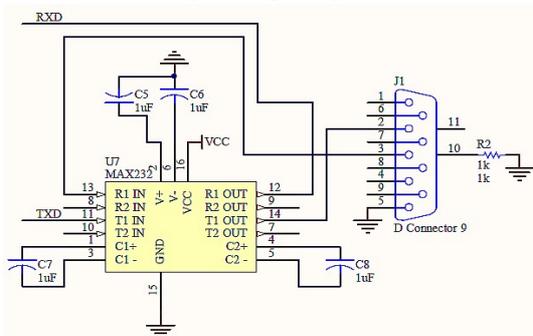
Rangkaian wireless NRF24L01 berfungsi untuk mengirimkan data nilai ADC MCU 1 menuju MCU 2. Gambar rangkaian wireless NRF24L01 ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian Modul Wireless NRF24L01

Rangkaian Komunikasi Serial RS232

Rangkaian komunikasi serial RS232 berfungsi untuk pengiriman data dari MCU 2 menuju laptop. Gambar rangkaian RS232 ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian Komunikasi Serial RS232

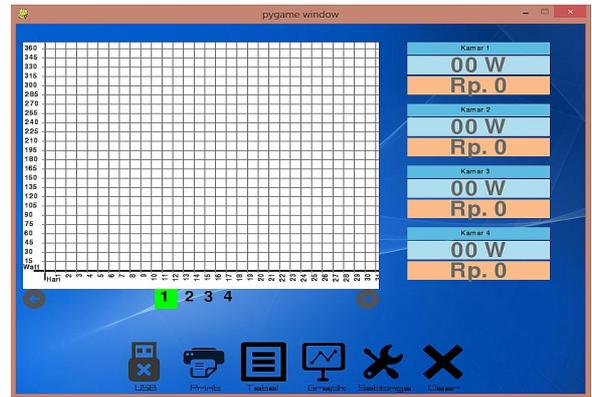
Tampilan Pada Laptop

Tampilan pada laptop berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring yang berupa nilai beban, biaya, grafik biaya / bulan, dan tabel harian, bulanan, tahunan, serta fasilitas pencetakan tabel dan grafik yang ditunjukkan pada gambar 10 dan 11.

Gambar 10. Tampilan Software Pada Laptop



Gambar 11. Tampilan Tabel Pada Laptop

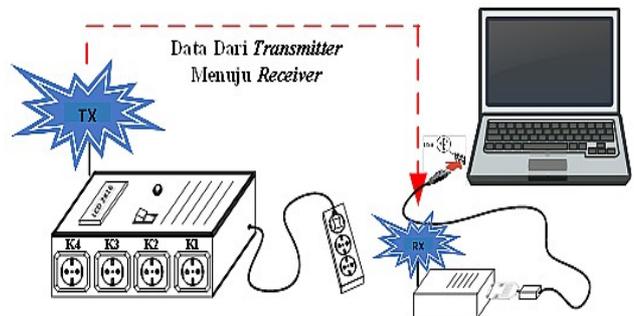


Berikut fungsi tombol yang terdapat pada gambar 10 dan 11 pada tampilan monitoring daya listrik pada laptop:

- Daya (W) : untuk menampilkan daya yang telah terpakai.
- Biaya (Rp) : untuk menampilkan nilai biaya.
- USB : untuk memulai sistem monitoring.
- Print : untuk mencetak tabel dan grafik.
- Tabel : untuk menuju menu tabel.
- Grafik : untuk menuju menu tampilan grafik.
- Setting : untuk menuju menu setting com port dan nilai biaya.
- Clear : untuk menghapus data pada tabel harian, bulanan, dan tahunan.
- Tarif/kWh (Rp) : untuk menentukan biaya tiap kWh.
- Close : untuk menutup program.

Gambar Desain Alat

Pada alat monitoring tarif dasar listrik ini dibuat suatu bentuk desain alat yang ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Desain Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai cara pengujian, hasil pengukuran terhadap hardware, dan pengujian software pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Pengujian sensor arus ACS712
2. Pengujian penguat diferensial
3. Pengujian sistem keseluruhan

Pengujian Sensor Arus ACS712

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan secara seri tegangan jala-jala listrik 220 volt AC pada masukan sensor, pada galvanometer, dan pada masukan beban lalu diukur perubahan tegangan pada keluaran sensor arus

ACS712. Hasil pengujian sensor arus ACS712 ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712

No	V _{in} (AC) (volt)	Beban (watt)	Pengukuran		Perhitungan		Error %	
			I _(in) (ampere)	V _{out} (DC) (mV)	I _(in) (ampere)	V _{out} (DC) (mV)	I _(in) %	V _{out} %
1	220	30	136	25,16	0,127	23,4	6,6	6,9
2	220	60	0,27	49,9	0,259	47,9	4,07	4
3	220	100	0,45	83,25	0,44	81,4	2,2	2,2
4	220	150	0,68	125,8	0,672	124,32	1,17	1,176
5	220	200	0,9	166,5	0,895	165,57	0,5	0,55
6	220	250	1,13	209,05	1,122	207,57	0,7	0,707
7	220	300	1,36	251,6	1,35	249,75	0,73	0,735
8	220	350	1,59	294,15	1,577	291,74	0,87	0,81
9	220	400	1,818	334,85	1,8	333	0,9	0,55
10	220	440	2	370	1,986	366,3	0,7	1
Rata-rata Error %							1,88	1,86

% . Untuk nilai rata-rata error V_{out} yaitu yaitu 1,86 %. Nilai error tersebut ditentukan dengan membandingkan hasil perhitungan dan pengukuran keluaran penguat diferensial.

Gambar 13 menggambarkan perbandingan arus masukan I_(in), antara hasil perhitungan dan hasil pengukuran, untuk gambar 14 menggambarkan perbandingan tegangan keluaran V_{out}, antara hasil perhitungan dan hasil pengukuran, dan untuk gambar 15 menggambarkan perbandingan error % masukan arus listrik I_(in) dan error % tegangan keluaran sensor arus ACS712 V_{out}.

Pengujian Penguat Diferensial

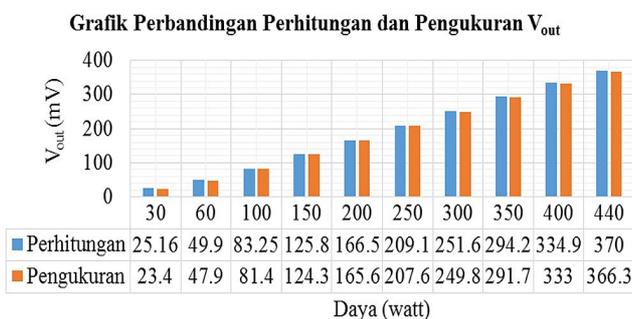
Pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan pada masukan penguatan dan menghubungkan keluaran penguat diferensial dengan digital avometer. Hasil pengujian penguat diferensial ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Penguat Diferensial

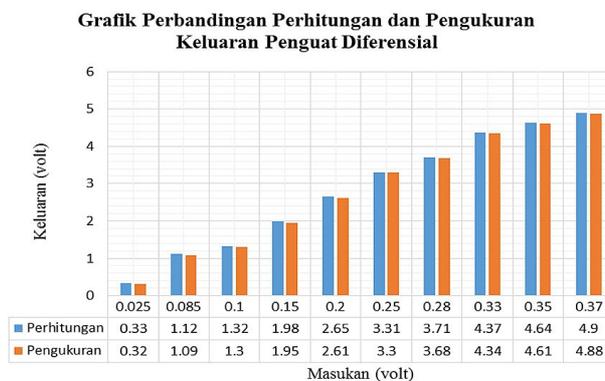
No	Masukan (volt)	Keluaran Hitung V _{out} (V)	Keluaran Ukur V _{out} (V)	V _{out} Error (%)
1	0,0025	0,33	3,2	3,03
2	0,085	1,12	1,09	2,6
3	0,1	1,32	1,30	1,51
4	1,15	1,98	1,95	1,5
5	0,2	2,65	2,61	1,5
6	0,25	3,31	3,30	0,3
7	0,28	3,71	3,68	0,8
8	0,33	4,37	4,34	0,68
9	0,35	4,64	4,61	0,64
10	0,37	4,9	4,88	0,4
Rata-rata Error %				1,29



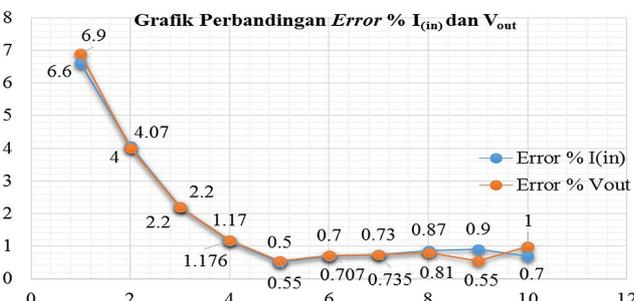
Gambar 13. Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Masukan Arus Listrik



Gambar 14. Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Keluaran Tegangan

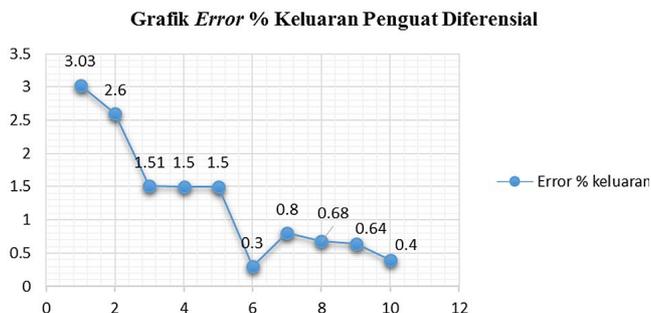


Gambar 16. Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Keluaran Penguat Diferensial



Gambar 15. Perbandingan Error % Masukan Arus Listrik I_(in) dan Tegangan Keluaran Sensor Arus ACS712 V_{out}

Hasil pengujian pada tabel 1 dapat diketahui bahwa untuk nilai error I_(in) yang terbesar yaitu 6,6 %, untuk nilai error V_{out} yang terbesar yaitu 6,9 %. Hasil pengujian sensor arus ACS712 telah diketahui rata-rata error % I_(in) sebesar 1,88



Gambar 17. Perbandingan Error % Perhitungan dan Pengukuran Keluaran Penguat Diferensial

Hasil pengujian pada tabel 2 dapat diketahui bahwa terdapat hasil perbandingan antara hasil perhitungan dan hasil pengukuran keluaran penguat diferensial, untuk hasil nilai *error* yang paling besar adalah 3,03 % dan nilai rata-rata *error* pada pengujian penguat diferensial sebesar 1,296 %.

Gambar 16 menggambarkan perbandingan keluaran penguat diferensial antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran, dan untuk gambar 17 menggambarkan perbandingan *error* % antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran keluaran penguat diferensial.

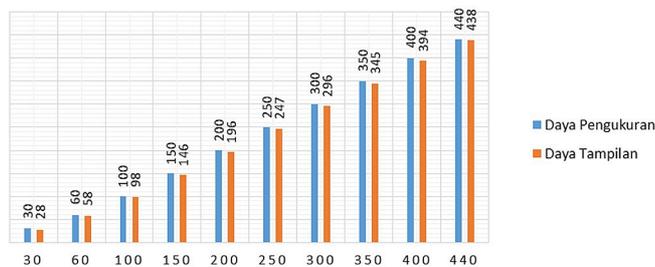
Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian secara keseluruhan dilakukan dengan cara memberikan suatu beban yang bernilai tetap pada terminal masukan, beban yang diberikan sudah memiliki nilai spesifikasi daya antara lain lampu 30 watt, pompa 150 watt, dan perangkat elektronik lainnya. Pada pengujian ini tarif Rp / kWh ditentukan sebesar Rp 500.

Tabel 3. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

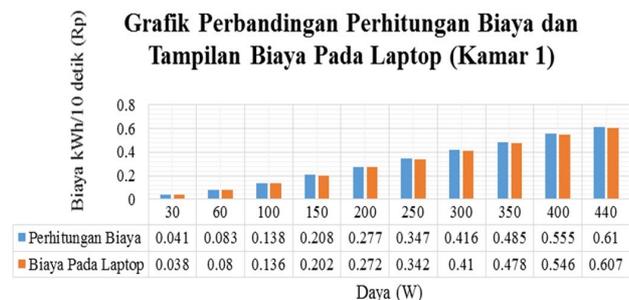
No	Beban Yang Diukur		Tampilan Pada Laptop		Error (%)	
	Daya (watt)	Biaya kWh/10 detik (Rp)	Daya (watt)	Biaya kWh/10 detik (Rp)	Biaya	Daya
1	30	0,041	28	0,038	7,3	6,6
2	60	0,083	58	0,080	3,6	3,3
3	100	0,138	98	0,136	1,4	2
4	150	0,208	146	0,202	2,8	2,6
5	200	0,277	196	0,272	1,8	2
6	250	0,347	247	0,342	1,4	1,2
7	300	0,416	296	0,410	1,4	1,3
8	350	0,485	345	0,478	1,4	1,4
9	400	0,555	394	0,546	1,6	1,5
10	440	0,610	438	0,607	0,49	0,45
Rata-rata Error %					2,31	2,23

GRAFIK PERBANDINGAN DAYA PENGUKURAN DAN TAMPILAN DAYA PADA LAPTOP (KAMAR 1)



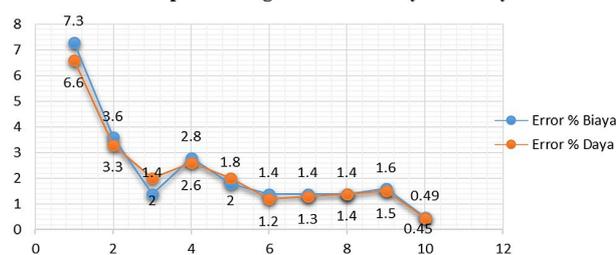
Gambar 18. Hasil Pengukuran Daya dan Tampilan Daya Pada Laptop

Grafik Perbandingan Perhitungan Biaya dan Tampilan Biaya Pada Laptop (Kamar 1)



Gambar 19. Perhitungan Biaya dan Tampilan Biaya Pada Laptop

Grafik perbandingan Error % Biaya dan Daya Kamar 1



Gambar 20. Perbandingan Error % Biaya dan Daya

Hasil pengujian pada tabel 3 dapat diketahui bahwa untuk *error* pembacaan biaya listrik yang terbesar yaitu 7,3 %, untuk hasil nilai *error* biaya rata – rata yaitu 2,31 %. Hasil pengujian keseluruhan untuk *error* pembacaan daya listrik terbesar yaitu 6,6 %, untuk nilai *error* daya rata–rata yaitu 2,23 %.

Gambar 18 menggambarkan hasil perbandingan antara hasil pengukuran daya dan hasil tampilan daya pada laptop, untuk gambar 19 menggambarkan hasil perhitungan antara nilai biaya dari hasil perhitungan dan hasil tampilan biaya pada laptop, dan untuk gambar 20 menggambarkan hasil perbandingan antara *error* % biaya dan *error* % daya. *Error* terjadi akibat berbagai faktor antara lain nilai komponen yang tidak presisi, pembacaan sensor yang kurang akurat, adanya *drop* tegangan, keluaran mikrokontroler yang tidak presisi, dan faktor penyebab lainnya, namun berdasarkan data yang didapatkan dari tabel 3 nilai *error* masih tergolong rendah dan masih bisa ditolerir.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pengolahan data dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Alat ini dirancang untuk memonitoring daya sebesar 25 watt sampai 450 watt dengan sumber tegangan jala-jala listrik 220 volt AC. Berdasarkan pengaturan program sistem pengiriman data dari MCU 1 menuju MCU 2 menggunakan *wireless*, mode komunikasi yang digunakan adalah mode komunikasi *half duplex*. Penggunaan *software* phyton pada alat ini sebagai tampilan pada laptop, data yang ditampilkan berupa hasil *monitoring* pembacaan daya dan biaya tiap kamar kos. Pada pengujian keseluruhan sistem alat dapat diketahui bahwa *error* pembacaan daya terbesar sebesar 6,6 % dan untuk *error* pembacaan biaya terbesar yaitu 7,3 %.

Daftar Pustaka

- [1] Handoko, Setyawan. 2013. *Perancangan Kwh Meter Digital Menggunakan Kwh Meter Konvensional*. Semarang: Teknik Elektro Semarang.
- [2] *Prototype Monitoring Tagihan Listrik Pada Kontrakan Rumah Deengan Via PC*. <http://www.eepis-its.edu/post>. (Diakses: 22 Mei 2014).
- [3] Copyright © 2014 Allegro MicroSystems, LLC. 2014. *ACS712: Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*. [http://www. Allegromicro.com](http://www.Allegromicro.com). (Diakses: 22 April 2014).
- [4] Fitriastuti, Siswadi. 2011. *Aplikasi Kwh (Kilo What Hour) Meter Berbasis Microcontroller AT Mega32 Untuk Memonitor Beban Listrik*. <http://www.Sensor-ICs/ACS712.aspx>. (Diakses: 22 April 2014).