

RANCANG BANGUN ALAT PENCATAT BIAYA PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK PADA KAMAR KOS MENGGUNAKAN MODUL *GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS*(GSM) 800L BERBASIS ARDUINO UNO

Muhamad Juhan Dwi Suryanto

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : muhamadsuryanto@mhs.unesa.ac.id

Tri Rijanto

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : tririjanto@unesa.ac.id

Abstrak

Energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat. Hampir semua peralatan listrik rumah tangga menggunakan energi listrik. Penggunaan energi listrik pada kamar kos memerlukan pencatatan secara adil. Artinya, pembayaran energi listrik tiap-tiap kamar kos disesuaikan dengan pemakaiannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sebuah sistem pencatat biaya pemakaian energi listrik pada kamar kos yang hasilnya akan dikirimkan melalui SMS ke pemilik kos.

Pada sistem ini menggunakan 3 sensor arus ACS712, 1 sensor tegangan ZMPT101B untuk menghitung daya listrik. Sedangkan untuk mencari energinya maka ditambahkan modul *Real Time Clock* (RTC) untuk menghitung waktu selama pemakaian energi listrik tersebut. Untuk beban yang dipakai disini berupa beban yang bersifat resistif, agar nilai $\cos \phi$ nya bagus.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem sudah akurat dalam pembacaan nilai-nilai sensor. Dilihat dari pembacaan *serial monitor* tidak beda jauh dengan perhitungan manual. Rata-rata nilai *error* yang terjadi antara 0,2 dan 1,3%. Dan sistem dapat mengirimkan SMS setelah 105 detik/ 5x pembacaan nilai sensor.

Kata Kunci: Energi Listrik, Sensor Arus, Sensor Tegangan, *Real Time Clock*, GSM SIM 800L.

Abstract

Electrical energy has become the primer needs for the community. Almost all household electrical appliances use electrical energy. Electrical energy usage in boarding rooms require fair recording. It means that the payment of electrical energy for each room is adjusted to its usage.

The purpose of this research is to make a system of recording cost of electric energy consumption in boarding room which result will be sent by SMS to boarding house onwer.

In this system use 3 current sensor ACS712, 1 voltage sensor ZMPT101B to calculate electric power. While to look for energy then added Real Time Clock module (RTC) to calculate the time during the use of electrical energy. For loads used here in the form of a resistive load, so that the value of $\cos \phi$ good.

The results of the study show that the system is accurate in reading sensor values. As seen from the monitor serial reading was not much different from manual calculations. The average error result occurs between 0.2 and 1.3%. And the system can send SMS after 105 seconds / 5x reading the sensor value.

Keywords: Electrical Energy, Current Sensor, Voltage Sensor, Real Time Clock, GSM SIM 800L.

PENDAHULUAN

Listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan primer bagi masyarakat. Hal tersebut dibuktikan dengan semakin banyaknya alat penunjang aktifitas manusia yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Sesuai dengan sifat manusia yang memiliki pemikiran untuk membuat seluruh aktivitas hidupnya menjadi mudah dan praktis dengan cara terus belajar dan berinovasi. Dengan semakin bertambah majunya teknologi dan populasi penduduk, pasokan energi listrik yang memadai mutlak diperlukan. (Darminta, dkk, 2016:16)

Kebutuhan pemakaian listrik tiap pelanggan berbeda-beda tergantung banyaknya perangkat dan lama pemakaiannya. Begitu juga kebutuhan listrik setiap penghuni kamar kos dalam suatu rumah kos pasti akan berbeda-beda pemakaian energi listriknya, dikarenakan peralatan listrik yang ada dikamar kos juga berbeda.

Pemerintah sudah menetapkan golongan pelanggan listrik rumah tangga yaitu :

1. Pelanggan listrik R1 subsidi 450 VA dan 900 VA.
2. Pelanggan listrik R1 non-subsidi 900 VA,1.300 VA, dan 2.200 VA
3. Pelanggan listrik R2 non-subsidi 3.500 VA, 4.400 VA dan 5.500 VA.

4. Pelanggan listrik R3 non-subsidi 6000 VA ke atas (*loss stroom*). (Tarif Dasar Listrik PLN Februari 2018, <http://listrik.org/pln/tarif-dasar-listrik-pln/>)

Dari yang penulis amati sering kali terjadi yaitu kesulitan dalam penentuan tarif yang harus dibayarkan oleh setiap penghuni kos tiap bulannya. Karena selama ini yang penulis amati pembayarannya disamaratakan. Hal tersebut menjadi masalah ketika salah satu atau beberapa penghuni merasa dirugikan karena pembagian beban tarif yang dirasa kurang adil.

Cara penghitungan beban yang dilakukan selama ini umumnya adalah dengan memperkirakan waktu lama pemakaian tiap perangkat dalam satu bulan dari masing-masing penghuni kos. Misalnya, seorang penghuni yang hanya memakai listrik selama 10 hari harus membayar tarif yang sama dengan penghuni yang memakai selama 1 bulan penuh karena pembagian tarif per beban dilakukan berdasarkan perhitungan manual dan perkiraan saja.

Alat pencatat biaya ini dapat memonitor pemakaian energi listrik beberapa kamar kos. Alat pencatat biaya ini akan menampilkan banyaknya energi yang terpakai dan banyaknya biaya pemakaian selama waktu terpakai dan banyaknya biaya pemakaian selama waktu tertentu. Dengan menggunakan alat pencatat biaya ini diharapkan dari masing-masing pihak baik pemilik rumah kos maupun penyewa kamar kos tidak ada yang dirugikan dan pemakaian energi listrik dapat teramati.

RTC (*Real Time Clock*) digunakan sebagai pewaktu secara *real time*. Setelah itu, besaran-besaran tersebut akan dikalkulasikan di dalam arduino uno. Nilai energi listrik tersebut dikalikan dengan tarif per kWh untuk mendapatkan besar biaya pemakaiannya. Sebagai penampilnya, digunakan LCD.

Sistem yang dirancang ini merupakan sistem yang mampu memberikan informasi kepada penghuni kos dan pemilik kos. Cara kerja sistem ini adalah dengan didukung sensor arus dan tegangan yang nantinya akan memberi informasi kepada arduino uno yang juga merupakan komponen utama yang kemudian hasilnya akan dikirim melalui modul GSM 800L. Dengan demikian maka akan mengetahui biaya energi listrik yang dipakai selama beberapa waktu. Jadi rasa keadilan dalam pemakaian energi listrik akan bisa teratasi.

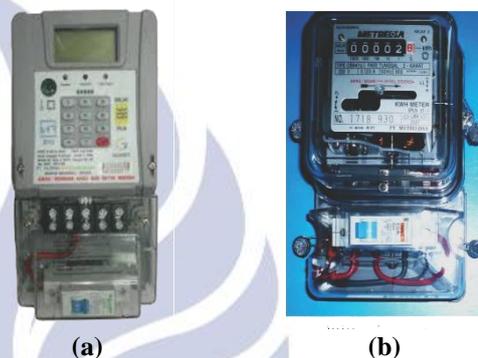
KAJIAN PUSTAKA

Pengertian kWh Meter

kWh Meter adalah alat penghitung pemakaian energi listrik. Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari alumunium. Pengukur Watt atau Kwatt, yang pada umumnya disebut Watt-meter/Kwatt meter disusun sedemikian rupa,

sehingga kumparan tegangan dapat berputar dengan bebasnya, dengan jalan demikian tenaga listrik dapat diukur, baik dalam satuan WH (watt jam) ataupun dalam kWh (kilowatt *Hour*).

Pemakaian energi listrik di industri maupun rumah tangga menggunakan satuan kilowatt- hour (kWh), dimana 1 kWh sama dengan 3.6 MJ. Karena itulah alat yang digunakan untuk mengukur energi pada industri dan rumah tangga dikenal dengan *watthourmeters*. Besar tagihan listrik biasanya berdasarkan pada angka-angka yang tertera pada kWh meter setiap bulannya. kWh meter induksi adalah satu- satunya tipe yang digunakan pada perhitungan daya listrik rumah tangga. Pada Gambar 1 merupakan tampilan kWh meter.



Gambar 1. (a). kWh Meter Digital, (b). kWh Meter Analog

(Sumber: aseplistrik.blogspot.com, 2018)

Energi Listrik

Energi Listrik diakibatkan oleh muatan listrik yang bergerak, yang disebut arus listrik (*I*). Energi listrik banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari seperti menyalakan lampu, mengisi daya baterai handphone, menghidupkan komputer, dan lain sebagainya. Energi listrik yang sampai pada rumah anda mengalami proses panjang. Sebagian besar, produksi listrik di Indonesia dilakukan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Besar energi listrik dapat dihitung melalui rumus berikut.

Rumus Energi Listrik

$$W = P.t \quad (1)$$

$$W = V.I.t \quad (2)$$

$$W = I^2.R.t \quad (3)$$

$$W = \frac{V^2}{R}.t \quad (4)$$

Keterangan:

W = Energi listrik (Wh)

P = Daya listrik (W)

t = Waktu (s)

R = Hambatan (Ω)

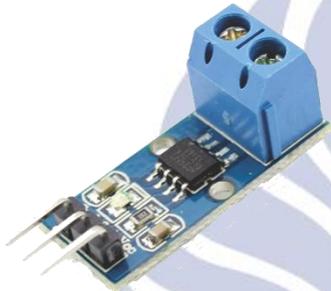
I = Kuat arus listrik (A)

V = Beda potensial/tegangan (*Volt*)
(Sumber : Boylestad Edisi KE-10)

Sensor Arus ACS712

Pengukuran arus biasanya membutuhkan sebuah resistor *shunt* yaitu resistor yang dihubungkan secara seri pada beban dan mengubah aliran arus menjadi tegangan. Tegangan tersebut biasanya diumpamakan ke *current transformer* terlebih dahulu sebelum masuk ke rangkaian pengkondisi *signal*.

Teknologi *Hall effect* yang diterapkan oleh *Allergo* menggantikan fungsi resistor *shunt* dan *current transformer* menjadi sebuah sensor dengan ukuran yang relatif jauh lebih kecil. Aliran arus listrik yang mengakibatkan medan magnet yang menginduksi bagian *dynamic offset cancellation* dari ACS712.



Gambar 2. Sensor Arus ACS712
(Sumber : electricityofdream.blogspot.com, 2018)

Sensor Tegangan ZMPT101B

ZMPT101B *Ultra Micro Voltage Transformer* adalah sensor yang berukuran kecil, akurasi tinggi, konsisten yang baik untuk pengukuran tegangan dan pengukuran daya. Aplikasi dari sensor ini, diantaranya.

- a) Sensor arus lebih
- b) *Ground fault detection*
- c) Pengukuran
- d) *Analog to digital circuit*

Pada modul komponen sensor ZMPT101B terdiri dari trafo *step down* yang diumpamakan pada rangkaian op-amp sebagai pembanding dan kemudian akan menghasilkan nilai sinyal analog.



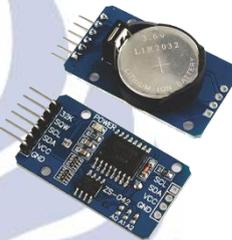
Gambar 3. Sensor Tegangan ZMPT101B
(Sumber : electricityofdream.blogspot.com, 2018)

RTC DS3231 (Real Time Clock)

RTC (*Real Time Clock*) merupakan *chip* IC yang mempunyai fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat.

Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-ON-kan pada modul terdapat sumber catu daya sendiri yaitu baterai jam kancing, serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan osilator kristal eksternal.

Contoh yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari – hari yaitu pada *motherboard* PC yang biasanya letaknya berdekatan dengan *chip* BIOS. Difungsikan guna menyimpan sumber informasi waktu terkini sehingga jam akan tetap *up to date* walaupun komputer tersebut dimatikan. Berikut bentuk RTC (*Real Time Clock*) pada Gambar 4.



Gambar 4. RTC DS3231
(Sumber : www.nyebarilmu.com, 2018)

Modul GSM SIM 800L

SIM 800L adalah modul SIM yang digunakan pada penelitian ini. Modul SIM 800L GSM/GPRS adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan *Handphone*. AT *Command* adalah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM 800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT. Berikut bentuk Modul SIM 800L pada Gambar 5.



Gambar 5. Modul SIM800L
(Sumber : www.nyebarilmu.com, 2018)

Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Ini memiliki 14 digital *input / output* pin dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM

(Pulse Width Modulation) 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk membuat alat ini bekerja.



Gambar 6. Arduino UNO

(Sumber : *electricityofdream.blogspot.com*, 2018)

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian yang dimulai dari studi pustaka tentang referensi yang telah ada dan komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem pencatat biaya pemakaian energi listrik pada kamar kos. Penelitian ini menggunakan Arduino *Integrated Development Environment* sebagai pemrograman pada board Arduino UNO R3.

Waktu dan Tempat Penelitian

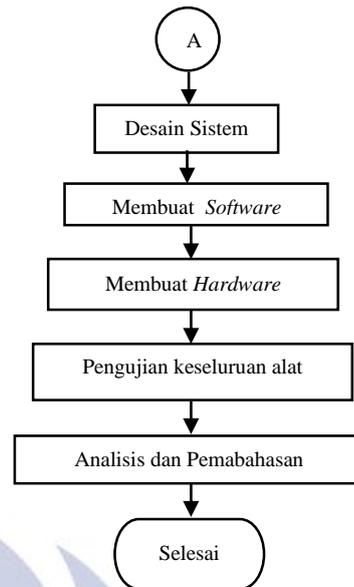
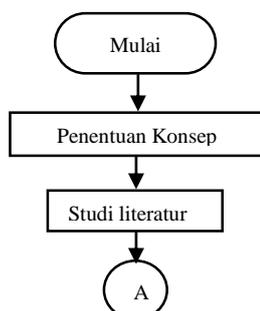
Penelitian dilaksanakan pada Semester genap 2017/2018 dan tempat berada di rumah kos penulis dan Laboratorium Mikroprosesor Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa laptop (PC) dan perangkat lunak (*software*) Arduino IDE yang digunakan untuk menganalisis data yang diterima dari sensor arus, sensor tegangan, modul RTC dan GSM SIM800L.

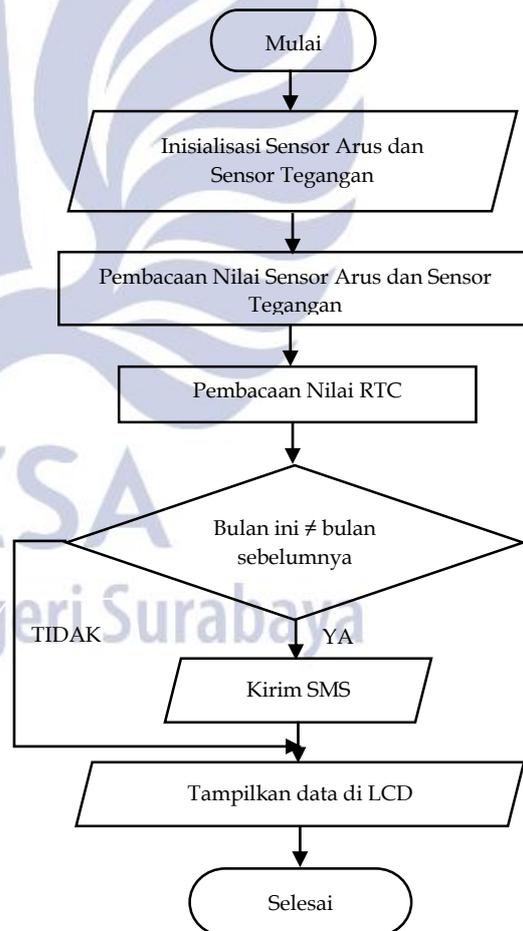
Langkah - Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini secara garis besar di jelaskan dalam diagram alir pada Gambar 7.



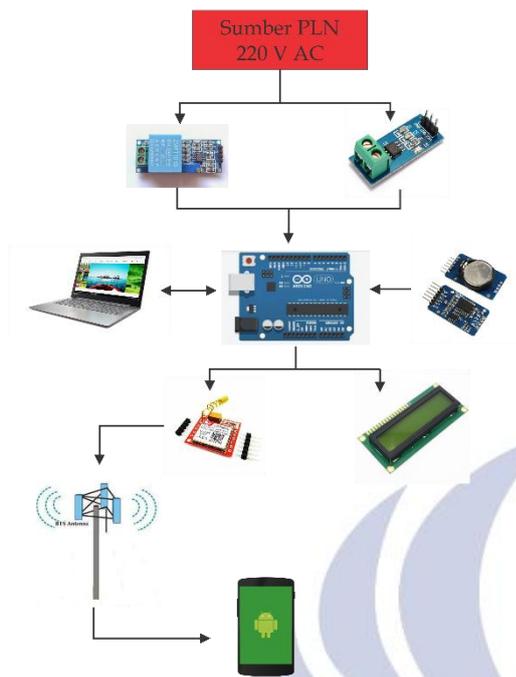
Gambar 7. Langkah- Langkah Penelitian
(Sumber: *Data Primer*, 2018)

Flowchart Rancangan Software



Gambar 8. *Flowchart* Rancangan
(Sumber: *Data Primer*, 2018)

Spesifikasi Rancangan



Gambar 9. Diagram Blok Sistem (Sumber: Data Primer, 2018)

Penjelasan Cara Kerja Komponen Hardware

Rancang bangun alat berbasis arduino uno yang menggunakan modul GSM 800L. Arduino Uno akan membaca data-data sensor arus dan sensor tegangan, sedangkan modul GSM 800L digunakan untuk mengirim data melalui SMS dengan frekuensi Quad-band 850/900/1800/1900 MHz.

Sensor Arus dan tegangan nantinya akan menghasilkan data. Data tersebut akan diolah oleh arduino uno untuk menghasilkan nilai daya. Untuk menjadikan daya ke energi listrik maka ditambahkan modul RTC (Real Time Clock) yang nantinya akan membaca waktu secara real time sehingga daya x waktu (Pxt) merupakan rumus energi listrik.

LCD yang akan menampilkan hasil dari arduino uno yang telah mengolah 3 komponen yaitu sensor arus, sensor tegangan dan RTC. Modul GSM 800L digunakan untuk memberikan informasi kepada pemilik rumah kos karena dengan adanya SMS dari alat ini maka pemilik rumah kos tidak perlu datang ke rumah kos untuk memantau LCD tersebut.

Informasi yang dikirimkan sudah dikalkulasi dengan biaya tarif rumah tangga. Jadi data yang dikirimkan melalui SMS sudah berupa nilai rupiah yang harus dibayarkan.

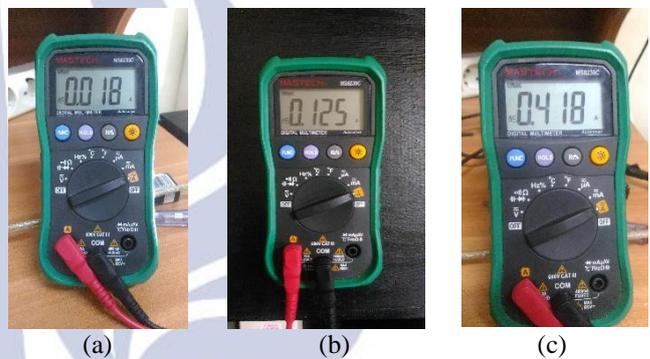
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pembuatan sistem pencatat biaya pemakaian energi listrik menggunakan modul GSM SIM 800L berbasis arduino UNO dilakukan dengan melalui beberapa pengujian.

Pengujian Sensor Arus ACS712

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran nilai arus. Pengujian ini dilakukan pada setiap beban listrik yang biasa digunakan pada rumah tangga dan industri kecil. Pengujian arus ini akan dibandingkan ke akuratnya dengan menggunakan digital multimeter.

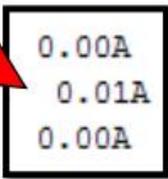
Berdasarkan pengujian sensor arus ACS712 yang sudah dilakukan dengan beban lampu LED 5W, Solder 25-80W dan LCD BenQ maka didapat data seperti Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Pengukuran Menggunakan Multimeter (a) Arus lampu LED 5W, (b) Arus Solder 25-80W (c) LCD BenQ

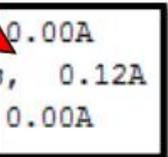
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

21/5/2018	: 0.00W,	227V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 4.54W,	227V,	21s,	0.01A
21/5/2018	: 0.00W,	227V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 0.00W,	229V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 9.12W,	229V,	42s,	0.01A
21/5/2018	: 0.00W,	229V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 0.00W,	230V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 13.72W,	230V,	63s,	0.01A
21/5/2018	: 0.00W,	230V,	0s,	0.00A

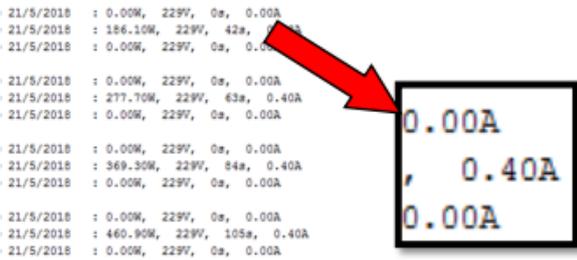


Gambar 11. Tampilan Arus LED 5W pada IDE (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

21/5/2018	: 0.00W,	371V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 111.30W,	371V,	42s,	0.12A
21/5/2018	: 0.00W,	371V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 0.00W,	227V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 138.54W,	227V,	63s,	0.12A
21/5/2018	: 0.00W,	227V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 0.00W,	228V,	0s,	0.00A
21/5/2018	: 165.90W,	228V,	84s,	0.12A
21/5/2018	: 0.00W,	228V,	0s,	0.00A



Gambar 12. Tampilan Arus Solder 25-80W pada IDE (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)



Gambar 13. Tampilan Arus LCD BenQ pada IDE
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Dari data nilai arus yang didapat dari pengujian setiap beban yang berbeda pada sensor dan multimeter tidak terpaut begitu jauh nilai arus yang terukur. Maka sensor ACS712 sudah bekerja dengan baik dan dapat digunakan pada alat. Dari pengujian diatas, berikut ini tabel tentang pengujian ACS712 :

Tabel 1. Pengujian Sensor Arus

Pengujian Arus Menggunakan Sensor ACS712			
Beban	Pengujian Menggunakan		Nilai Error (%)
	ACS712 (Amp)	Multimeter (Amp)	
Lampu LED 5W	0,01	0,01	0%
Solder 25-80W	0,12	0,118	1,6%
LCD BenQ	0,40	0,41	2,4%

Perhitungan rumus mencari nilai error:

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai percobaan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

Keterangan :

Nilai error = Perbandingan nilai perkiraan dengan nilai asli

Nilai acuan = Nilai yang dihitung manual

Nilai percobaan = Nilai pada pengujian

Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Dari penelitian di atas, dapat diketahui cara pengambilan data pengukuran dengan menggunakan sumber tegangan AC 220 VAC. Dari 3 kamar kos hanya membutuhkan 1 sensor tegangan saja karena tegangan dari PLN sama 220V AC. Berikut pengujian sensor tegangan yang sudah dihubungkan sumber tegangan 220 V AC pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil Multimeter dan Sensor Tegangan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Tabel 2. Pengujian Sensor Tegangan

Sensor Tegangan (Volt)	Multimeter (Volt)	Nilai Error (%)
226	227,3	0,5 %

Pengujian Modul (Real Time Clock) RTC

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan modul RTC dalam memperoleh jam, hari dan tanggal.

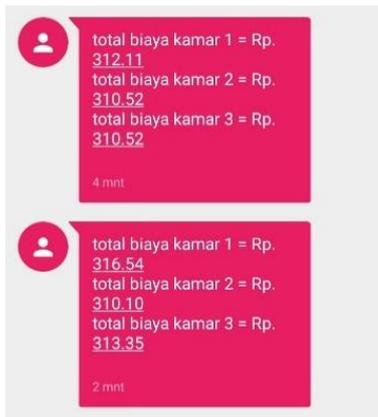
Tabel 3. Hasil Pengujian Modul RTC

No	Tanggal	Waktu
1	3/07/2018	15:34:0
2	3/07/2018	15:34:5
3	3/07/2018	15:34:10
4	3/07/2018	15:34:15
5	3/07/2018	15:34:20

Dari pengujian yang sudah dilakukan diatas, maka modul RTC dan telah berfungsi dengan baik. RTC juga dapat mencatat waktu dengan benar sesuai dengan waktu di wilayah setempat.

Pengujian Modul GSM SIM 800L

Pengujian Modul GSM SIM 800L dilakukan untuk mengetahui apakah modul ini bisa mengirimkan sms ke nomor *handphone* penghuni kos dan pemilik kos tentang biaya pemakaian setiap bulannya yang harus dibayar. Dari pengujian yang dilakukan dapat dianalisa bahwa untuk mengaktifkan modul SIM 800L tidak bisa menggunakan tegangan 5V DC langsung ataupun tegangan 3.3V dari arduino, karena tegangan kerja dari SIM 800L tersebut sesuai datasheet adalah 3.7 – 4.2V.



Gambar 15. Tampilan Teks SMS pada Smartphone
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Gambar diatas merupakan tampilan hasil SMS dari alat tersebut. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengirimannya sekitar 105 detik. Karena data yang diambil dari 5 percobaan secara berurutan.

Pengujian Keseluruhan Sistem

Dari hasil pengujian sistem yang dilakukan, dapat dikatakan sesuai dengan perencanaan hasil yang diharapkan. Pada analisa alat, penulis kali ini yang dianalisa yaitu sistem pencatat biaya pemakaian energi listrik pada kamar kos dan di tampilkan di LCD (Liquid Crystal Display) tetapi hasil dari perhitungan biaya pemakaiannya akan dikirim melalui SMS.

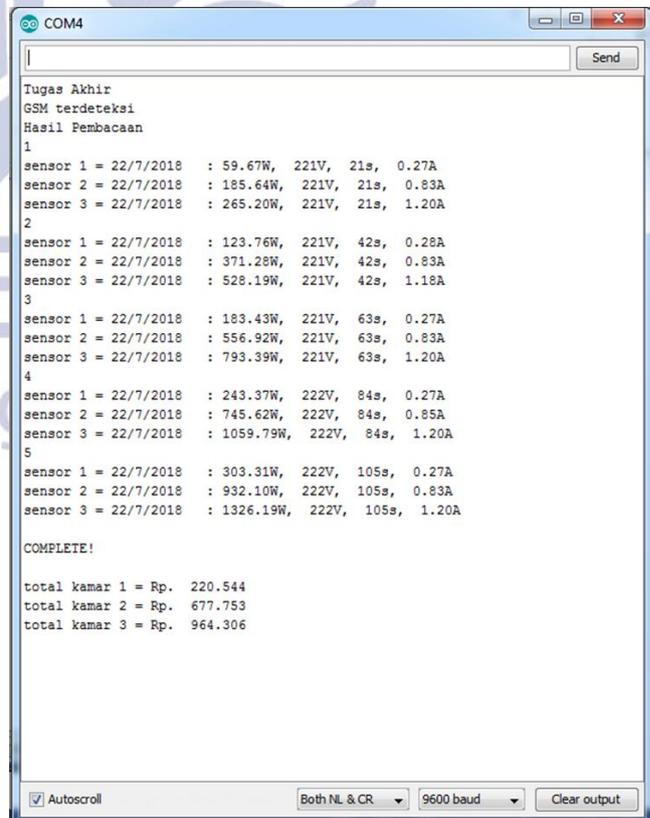


Gambar 16. Rangkaian Keseluruhan Sistem
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan dengan memasukan beban perkamar, maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Data Percobaan Beban Perkamar

Parameter	Beban Perkamar		
	(Kamar 1) 2 buah Solder 25- 80W	(Kamar 2) 2 buah Lampu Pijar 100W	(Kamar 3) 3 buah Lampu Pijar 100W
Tegangan (V)	221	221	221
Arus (A)	0,27	0,83	1,2
P (Watt)	59,67	183,43	265,2
t (s)	21	21	21
W (ws)	1253,07	3852,03	5569,2
W (wh)	0,348	1,07	1,547
W5 (t=105s) wh	8,7	26,75	38,675
dikali Rp.	Rp. 217,54	Rp. 668,75	Rp. 966,87
25			
Total Biaya (wh)	Rp. 217,54	Rp. 668,75	Rp. 966,87



Gambar 17. Hasil dari Tampilan Serial Monitor.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

Perhitungan manual dengan beban kamar kos yang berbeda-beda dengan pemilihan beban yang bersifat resistif karena pada beban resistif ($\text{Cos } \phi=1$). Perhitungan dibawah ini merupakan pembandingan dengan data pengujian yang terbaca pada *serial* monitor pada program IDE.

Perhitungan pada kamar 1 dengan beban 2 Buah Solder 25-80W?

Diketahui : $V=221\text{ V}$

$I=0,27\text{ A}$

$t=21\text{ s}$

$\text{Cos } \phi=1$

Ditanya : 1) $W=...$?

2) Biaya per Wh=..?

Jawab :

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 221 \times 0,27 \times 1$$

$$P = 59,67\text{ watt}$$

Selanjutnya,

$$W = P \times t$$

$$W = 59,67 \times 21$$

$$W = 1253,07\text{ watt.sekon}$$

$$W = 0,348\text{ watt.jam/wh}$$

Percobaan lima kali dengan $t=105\text{s}$ didapat :

$$W5 = P \times 5 \times t$$

$$W5 = 59,67 \times 5 \times 105$$

$$W5 = 139230\text{ watt.sekon}$$

$$W5 = 8,7\text{ watt.jam/wh}$$

Tarif biaya Rp. 25 per wh= $8,7\text{ wh} \times \text{Rp. } 25 = \text{Rp.}$

217,54

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai percobaan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{217,54 - 220,54}{217,54} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{3}{217,54} \right| \times 100\%$$

$$= |0,013| \times 100\%$$

$$= 1,3\%$$

Perhitungan pada kamar 2 dengan beban 2 Buah lampu pijar 100W?

Diketahui : $V=221\text{ V}$

$I=0,83\text{ A}$

$t=21\text{ s}$

$\text{Cos } \phi=1$

Ditanya : 1) $W=...$?

2) Biaya per Wh=..?

Jawab :

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 221 \times 0,83 \times 1$$

$$P = 183,43\text{ watt}$$

Selanjutnya,

$$W = P \times t$$

$$W = 183,43 \times 21$$

$$W = 3852,03\text{ watt.sekon}$$

$$W = 1,07\text{ watt.jam/wh}$$

Percobaan lima kali dengan $t=105\text{s}$ didapat :

$$W5 = P \times 5 \times t$$

$$W5 = 183,43 \times 5 \times 105$$

$$W5 = 96300,75\text{ watt.sekon}$$

$$W5 = 26,75\text{ watt.jam/wh}$$

Tarif biaya Rp. 25 per wh= $26,75\text{ wh} \times \text{Rp. } 25 = \text{Rp.}$

668,75

$$\text{Nilai Error} = \left| \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai percobaan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{668,75 - 677,75}{668,75} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{9}{668,75} \right| \times 100\%$$

$$= |0,013| \times 100\%$$

$$= 1,3\%$$

Perhitungan pada kamar 3 dengan beban 3 Buah lampu pijar 100W?

Diketahui : $V=221\text{ V}$

$I=0,83\text{ A}$

$t=21\text{ s}$

$\text{Cos } \phi=1$

Ditanya : 1) $W=...$?

2) Biaya per Wh=..?

Jawab :

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi$$

$$P = 221 \times 1,2 \times 1$$

$$P = 265,2\text{ watt}$$

Selanjutnya,

$$W = P \times t$$

$$W = 265,2 \times 21$$

$$W = 5569,2\text{ watt.sekon}$$

$$W = 1,547\text{ watt.jam/wh}$$

Percobaan lima kali dengan $t=105\text{s}$ didapat :

$$W5 = P \times 5 \times t$$

$$W5 = 265,2 \times 5 \times 105$$

$$W5 = 139230\text{ watt.sekon}$$

$$W5 = 38,675\text{ watt.jam/wh}$$

Tarif biaya Rp. 25 per wh= 38,675 wh x Rp. 25 = Rp. **966,87**

$$\begin{aligned} \text{Nilai Error} &= \left| \frac{\text{Nilai acuan} - \text{Nilai percobaan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{966,87 - 964,3}{966,87} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{2,57}{966,87} \right| \times 100\% \\ &= |0,002| \times 100\% \\ &= 0,2\% \end{aligned}$$

PENUTUP

Simpulan

Pada alat ini terdapat 3 sensor arus ACS712 dan 1 sensor tegangan. 3 sensor arus digunakan untuk membedakan beban antar kamar kos. Dan untuk informasi mengenai berapa biaya yang harus dibayar tiap bulannya berupa pesan singkat (SMS) yang akan dikirimkan ke pemilik kos dengan menggunakan modul GSM SIM 800L setelah 105 detik atau 5x percobaan. Hasil yang ditampilkan *serial* monitor (Gambar 17) sama yang dihitung secara manual nilainya tidak terpaut begitu jauh. Rata-rata nilai errornya adalah 0,2% dan 1,3%. Dengan hasil seperti itu maka sistem bekerja dengan baik.

Saran

Sistem yang dibuat hanya memakai sensor arus dan sensor tegangan. Selanjutnya langkah baiknya adanya indikator $\cos \phi$, sehingga data yang di hasilkan akan lebih akurat. Dan pada modul GSM gunakan *simcard* yang ditempat itu mempunyai sinyal terkuat.

DAFTAR PUSTAKA

Boylestad. Edisi ke 10. *Introductory Circuit Analysis*.

Darminta, I Ketut, dkk. 2016. Rancang Bangun Alat Monitoring Beban Lebih Secara Otomatis Dengan SMS Berbasis Mikrokontroler Atmega328P. Jurnal : Politeknik Negeri Bali

Fachri, Rizal. "Tutorial Arduino Mengukur Arus Dengan Modul Sensor Arus ACS712." <http://electricityof-dream.blogspot.co.id/2016/09/tutorialmengukur-arus-dengan-modul.html> (diakses pada tanggal 26 Februari 2018)

Fachri, Rizal. "Tutorial Arduino Mengukur Arus Dengan Modul Sensor Tegangan." <http://electricityofdream.blogspot.co.id/2016/09/tutorial-mengukur-arus-dengan-modul.html> (diakses pada tanggal 26 Februari 2018)

Noname. 2017. "Istilah Instalasi Listrik". <http://aseplistrik.blogspot.com/2017/10/v-behaviorurldefaultvmlo.html> (diakses pada tanggal 18 September 2018)

Noname. "Tutorial Arduino Mengakses Modul RTC DS1302" <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-modul-rtc-ds1302/> (diakses pada tanggal 26 Februari 2018)

Noname. "Tutorial Arduino Mengakses Modul GSM SIM800L" <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-modul-gsm-sim800l/> (diakses pada tanggal 26 Februari 2018)

Noname. "Kegunaan dan Fungsi Arduino" <http://electricityofdream.blogspot.com/2016/09/kegunaan-dan-fungsi-arduino.html> (diakses pada tanggal 18 September 2018)

Noname. 2018 "Tarif Dasar Listrik PLN Februari 2018" <http://listrik.org/pln/tarif-dasar-listrik-pln/> (diakses pada tanggal 26 Februari 2018).

UNESA. 2012. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.