

Rancang Bangun Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P pada Rumah Indekos

Yosafat Indra Inasa-1^a, Boni Pahlanop Lapanporo-2^{a*}, Iklas Sanubary -3^a

^aProdi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura

^{a*}Email : yosindrainasa@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai rancang bangun alat kontrol pemakaian energi listrik berbasis mikrokontroler ATmega 328P. Alat yang dibuat bertujuan untuk mengontrol pemakai energi listrik di rumah indekos dengan menggunakan sistem *password* administrator dan SMS administrator. Alat dilengkapi dengan Modul GSM SIM 900 sebagai penyedia informasi dan pengontrol alat dari jarak jauh. Sistem peralatan bisa bekerja dengan baik karena dukungan dari beberapa komponen elektronik seperti mikrokontroler ATmega 328P yang sudah dikemas dengan sistem minimum Arduino UNO, sensor arus, sensor tegangan, modul GSM SIM900, *relay*, *Liquid Crystal Display* (LCD), dan *keypad*. Pengujian alat terbagi menjadi dua tahap yaitu, pengujian masing-masing sensor dan pengujian alat keseluruhan. Sensor arus dan tegangan dibandingkan dengan multi *function* meter. Persentase *error* sensor arus adalah 1,27 % dan sensor tegangan 2,05 %. Pengujian alat keseluruhan dilakukan dengan memberikan beban yang konstan. Beban konstan yang digunakan adalah 6 lampu dengan daya total 660 watt. Hasil pengujian alat dibandingkan dengan perhitungan energi secara teoritis dengan persentase *error* sebesar 3,44 %. Secara keseluruhan sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci : kontrol, energi listrik, mikrokontroler, administrator, rumah indekos

1. Latar Belakang

Permasalahan umum pada pemakaian listrik di rumah indekos saat ini adalah beban yang berlebihan dan penentuan tarif pembayaran listrik yang tidak adil. Hal tersebut dikarenakan rumah indekos tidak dilengkapi dengan alat pengukur beban pemakaian listrik yang sesuai oleh pemilik. Pemilik kamar sewa hanya mengasumsikan bahwa setiap alat elektronik yang dibawa oleh penyewa rutin digunakan setiap hari. Pemakaian energi listrik setiap penghuni indekos biasanya berbeda-beda walaupun jumlah barang elektronik yang dibawa sama banyaknya. Hal tersebut tentu saja dapat menimbulkan kecemburuan antara penghuni indekos karena harus membayar tarif yang sama sementara pemakai listrik jauh berbeda.

Saat ini Perusahaan Listrik Negara (PLN) sudah memberikan inovasi berupa meteran prabayar untuk pemakaian listrik di rumah-rumah sehingga jumlah pemakaian energi listrik dapat diketahui dan dibatasi. Inovasi tersebut belum cukup untuk menjadi solusi bagi pemilik usaha rumah sewa atau rumah indekos dikarenakan biaya pemasangan yang relatif cukup mahal untuk setiap kamar.

Berbagai penelitian tentang monitoring pembatasan pemakaian energi dan daya listrik telah dilakukan. Penelitian tentang alat kontrol dan monitoring berdasarkan sistem *set point* daya menunjukkan hasil yang baik. *Set point* daya yang ditentukan akan mengaktifkan alarm apabila daya yang terpakai sama ataupun

melebihi *set point* daya yang ditentukan sebelumnya [1]. Penelitian berkaitan lainnya adalah mengenai prototipe aplikasi kWh meter digital, menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 untuk ruang lingkup kamar. Alat tersebut berfungsi untuk mengukur daya listrik yang terpakai pada dua kamar yang berbeda, pada waktu yang bersamaan, dan melihat besar tarif pemakaian pada dua kamar indekos tersebut [2]. Namun kedua penelitian tersebut melakukan penghitungan daya hanya berdasarkan pertimbangan nilai arus listrik. Besar tegangan listrik diasumsikan konstan pada nilai yang sudah ditentukan.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, dalam penelitian ini dirancang dan dibuat sebuah alat kontrol pemakaian energi listrik yang dapat mengontrol pemakaian energi pada kamar indekos. Alat yang dirancang memiliki beberapa perbedaan dibandingkan dengan penelitian serupa yang sudah pernah dilakukan sebelumnya yaitu, pada sistem yang telah dirancang, besar arus dan tegangan listrik diukur masing-masing menggunakan sensor, sehingga nilai *error* akibat fluktuasi perubahan nilai arus dan tegangan listrik menjadi lebih kecil. Sensor arus yang digunakan adalah tipe ACS712. Sensor tersebut bekerja berdasarkan prinsip efek Hall. Pada prinsip Efek Hall, ketika muatan melewati sebuah plat atau bahan semikonduktor, muatan tersebut akan mengalami pembelokan karena pengaruh medan magnet yang tegak lurus dengan semikonduktor. Pembelokan muatan

pada plat tersebut mengakibatkan lempengan plat memiliki beda potensial. Beda potensial antara dua lempeng tersebut yang terukur oleh sensor [3]. Sensor tegangan yang digunakan adalah tipe ZMPT101B. Sensor tersebut bekerja dengan memanfaatkan perubahan nilai resistansi pada *output* transformator. Ketika tegangan yang melewati sensor berubah maka nilai resistansi *output* transformator akan berubah [4]. Sistem kontrol alat mencakup tiga hal, yaitu pengontrolan, pembatasan, dan pengisian ulang (*reload*). Pengontrolan yang dimaksud pada alat yang dibuat adalah, informasi pemakaian energi listrik dapat dilihat secara *real time* pada LCD dan melalui *handphone* yang terhubung dengan modul GSM. Pembatasan pemakaian energi listrik pada alat menggunakan sistem pembelian pulsa listrik dari pemilik indekos. Pasokan ulang (*reload*) yang dimaksud pada alat adalah pemilik indekos (admin) dapat meng-*input* jatah pemakaian energi (pulsa) listrik pada alat melalui *keypad* maupun melalui perintah SMS ketika penghuni indekos melakukan pembelian pulsa listrik.

2. Metodologi

2.1. Rancangan Alat

Sistem kerja alat dibuat berdasarkan besar arus dan tegangan yang terbaca melewati sensor arus (ACS712) dan sensor tegangan (ZMPT101). Nilai arus dan tegangan yang terbaca pada sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler ATmega 328P dan dikalkulasi berdasarkan lama waktu yang diperoleh dari mikrokontroler sehingga diperoleh besar energi listrik. Perhitungan energi listrik sesuai dengan persamaan (1).

$$W = V . I . t \tag{1}$$

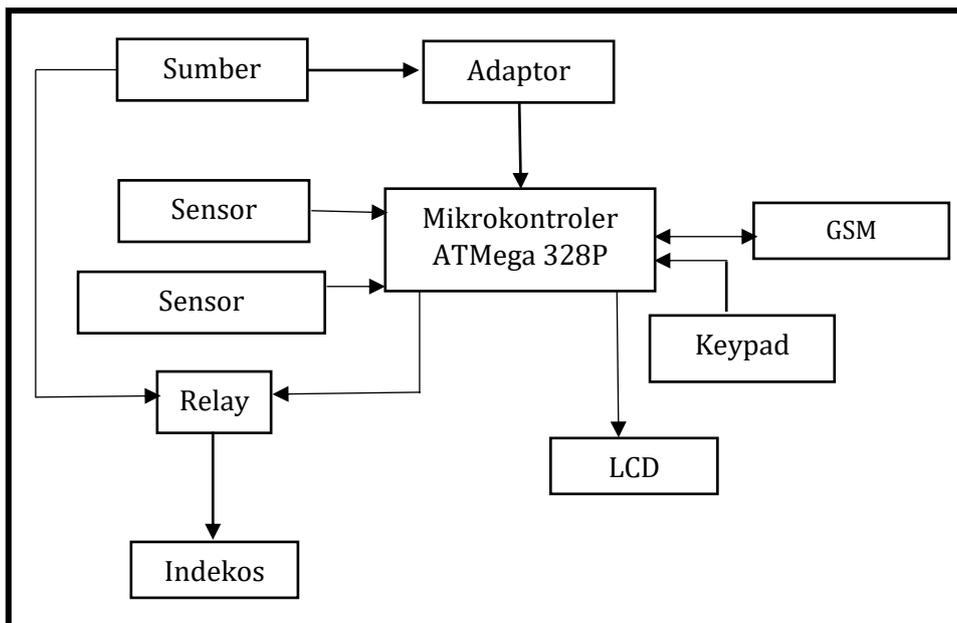
Dengan W = Energi Listrik (kWh)

V = Tegangan Listrik (V)

I = Arus Listrik (A)

t = Waktu (sekon)

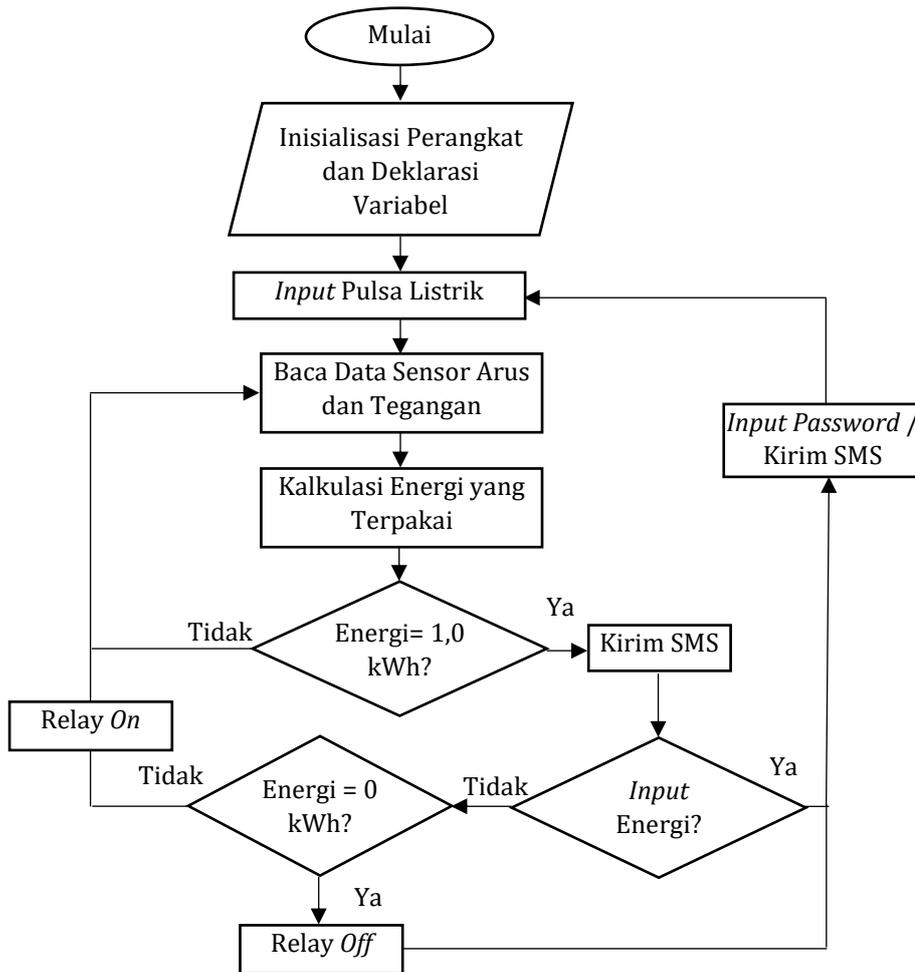
Alat dilengkapi dengan sistem kontrol dan sistem pembatasan pemakaian energi listrik. Untuk mengontrol besarnya pemakaian energi listrik, alat ini dilengkapi dengan LCD karakter 20x4 yang akan menampilkan informasi dan modul GSM SIM 900 yang berfungsi menginformasikan besar jatah energi (pulsa) listrik ataupun memberikan SMS perintah ke alat. Modul GSM SIM 900 adalah GSM/GPRS serial modem yang dapat digunakan bersama mikrokontroler untuk fitur SMS, telpon ataupun data GPRS. Modul GSM SIM 900 bekerja pada frekuensi 900/1800 MHz dan dengan antarmuka RS232 yang memungkinkan modul untuk bisa terhubung ke PC ataupun mikrokontroler [5]. Untuk mendukung sistem pembatasan energi listrik, alat dilengkapi dengan sistem *input* pulsa listrik yang dapat dilakukan dengan menggunakan *keypad* ataupun melalui perintah SMS. Apabila besar energi yang terpakai telah sama dengan pulsa listrik yang di *input* sebelumnya, maka secara otomatis *relay* akan memutus suplay arus ke beban (kamar). Selain itu untuk keamanan akses dalam penambahan pulsa listrik, alat dilengkapi sistem *password* sehingga hanya pemilik indekos (admin) yang dapat melakukan penambahan pulsa listrik. Diagram kerja alat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram kerja alat kontrol pemakaian energi Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler

2.2. Diagram Alir Sistem

Alat bekerja berdasarkan alur diagram alir sistem. Gambar 2 adalah diagram alir sistem.



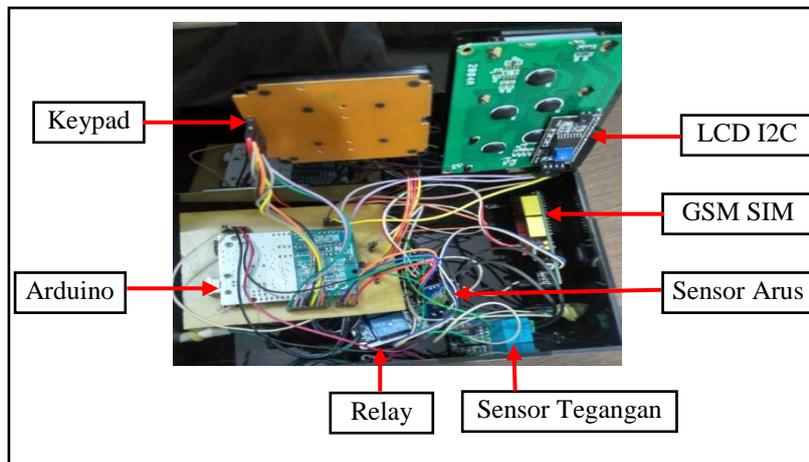
Gambar 2 Diagram alir sistem

3. Hasil dan Pembahasan

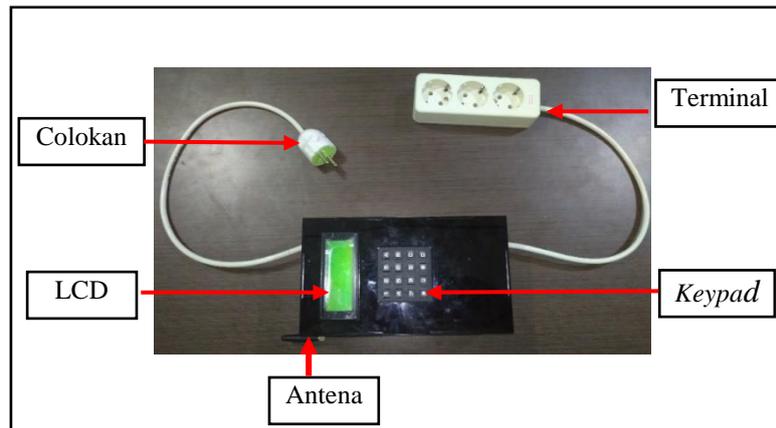
3.2. Hasil Rancangan Sistem

Rancangan skematik rangkaian alat kontrol pemakaian energi listrik digambarkan menggunakan *software Eagle*. Hasil dari skematik rangkaian dihubungkan ke masing-masing komponen seperti pada Gambar 3.

Tujuan pembuatan skematik rangkaian adalah untuk mengefisienkan ukuran alat. Gambar 4 adalah bentuk fisik alat kontrol pemakaian energi listrik secara keseluruhan.



Gamba 3 Bentuk fisik alat bagian dalam



Gambar 4 Bentuk alat keseluruhan

3.2. Pemrograman Alat

Pemrograman alat dilakukan menggunakan *software* Arduino IDE. Mikrokontroler pada alat diprogram untuk mengontrol dan mengendalikan jatah pemakaian energi (pulsa) listrik.

3.3. Uji Fungsi dan kalibrasi

3.3.1. Kalibrasi Sensor Arus

Proses pengujian sensor arus dilakukan dengan menghubungkan lampu dan sensor secara seri. Besar arus yang terbaca oleh sensor dibandingkan dengan arus yang terbaca pada multimeter. Pengujian menunjukkan hasil pembacaan sensor relatif cukup baik karena menunjukkan hasil yang stabil. Data hasil kalibrasi pembacaan sensor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kalibrasi Sensor Arus

No	Nilai ADC	arus pada amperemeter (A)
1	43	1,05
2	81	2,07
3	120	3,11
4	160	4,15
5	199	5,18
6	235	6,15
7	273	7,17

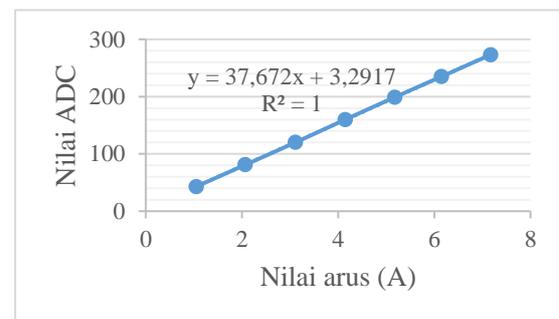
Gambar 5 adalah grafik kalibrasi sensor arus, berupa nilai ADC dari sensor terhadap kuat arus yang terbaca pada amperemeter. Tujuan dari menggambarkan grafik kalibrasi adalah untuk melihat hubungan antara nilai ADC dan arus listrik. Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa kenaikan nilai ADC berbanding lurus dengan arus yang terbaca pada amperemeter.

Hasil kalibrasi sensor menunjukkan bacaan sensor yang cukup stabil, hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi grafik yang bernilai 1. Dari grafik tersebut didapatkan persamaan garis lurus yang digunakan untuk

mengubah nilai ADC menjadi nilai kuat arus listrik seperti pada persamaan (2).

$$x = \frac{y - 3,2917}{37,672} \tag{2}$$

Dengan x = Nilai arus (ampere)
y = Nilai ADC sensor arus



Gambar 5. Grafik kalibrasi sensor arus

Persamaan 2 digunakan untuk kalibrasi sensor arus dengan memasukkan persamaan tersebut ke algoritma program Arduino IDE. Setelah dimasukkan ke dalam program, hasil bacaan sensor yang ditampilkan alat bukan lagi berupa nilai ADC, melainkan sudah berupa kuat arus (ampere). Hasil pengujian sensor arus dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Arus

No	Kuat Arus Multimeter (A)	Kuat Arus Sensor (A)	Error (%)
1	0	0	0
2	1,04	1,08	3,85
3	2,06	2,09	1,46
4	3,09	3,12	0,97
5	4,12	4,16	0,97
6	5,14	5,20	1,17
7	6,15	6,21	0,97
8	7,06	7,12	0,84
Error rata-rata			1,28

Hasil uji sensor arus seperti tercantum pada tabel 2 menunjukkan hasil bacaan sensor

arus yang akurat dan sensitif, dengan nilai persentase *error* sebesar 1,28 %. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa sensor arus pada alat dapat bekerja dengan baik.

3.3.2. Kalibrasi dan pengujian sensor tegangan
Proses pengujian sensor tegangan dilakukan dengan menghubungkan sensor tegangan dengan rangkaian lampu. Besar tegangan yang terbaca pada sensor dibandingkan dengan tegangan yang terbaca pada voltmeter. Data hasil kalibrasi sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Kalibrasi Sensor Tegangan

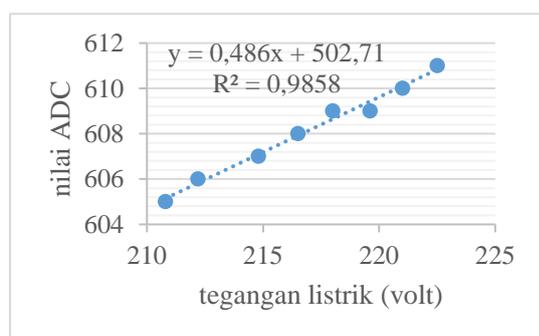
No	Nilai ADC	tegangan pada voltmeter (V)
1	611	222,5
2	610	221
3	609	219,6
4	609	218
5	608	216,5
6	607	214,8
7	606	212,2
8	605	210,8

Gambar 6 adalah grafik kalibrasi sensor tegangan, berupa nilai ADC dari sensor terhadap tegangan yang terbaca pada voltmeter. Tujuan dari menggambarkan grafik kalibrasi adalah untuk melihat hubungan antara nilai ADC dan tegangan listrik. Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa kenaikan nilai ADC berbanding lurus dengan tegangan yang terbaca pada voltmeter.

Hasil kalibrasi sensor menunjukkan bacaan sensor yang cukup stabil, hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi grafik yang bernilai 0,9858. Dari grafik tersebut didapatkan persamaan garis lurus yang digunakan untuk mengubah nilai ADC menjadi nilai tegangan listrik seperti pada persamaan (3).

$$x = \frac{y - 502,71}{0,486} \quad (3)$$

Dengan x = Tegangan listrik (volt)
y = Nilai ADC sensor tegangan



Gambar 6 Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan

Persamaan (3) digunakan untuk mengkalibrasi sensor dengan memasukan persamaan tersebut ke algoritma pemrograman Arduino IDE. Setelah dimasukan ke dalam program, hasil bacaan sensor yang tertampil oleh alat bukan merupakan nilai ADC lagi melainkan tegangan listrik (volt). Hasil uji sensor tegangan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Tegangan

No	Tegangan voltmeter (V)	Tegangan sensor (V)	Error (%)
1	225	220,83	1,85
2	224,3	219,40	2,18
3	223,2	219,20	5,59
4	222,4	219,10	1,48
5	221,4	218,70	1,22
6	220,6	218,20	1,08
7	220,1	218,10	0,91
<i>Error rata-rata (%)</i>			2,05

Hasil uji sensor tegangan seperti tercantum pada tabel 4 menunjukkan hasil bacaan sensor arus yang akurat dan sensitif, dengan nilai persentase *error* sebesar 2,05 %. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa sensor tegangan pada alat dapat bekerja dengan baik.

3.3.3. Pengujian LCD

LCD adalah komponen yang berfungsi sebagai penampil informasi pada alat. Sistem pengujian LCD dilakukan dengan memberikan *listing* program sederhana pada Arduino IDE. Gambar 7 adalah *listing* program Arduino IDE dan gambar 8 adalah hasil yang tertampil pada LCD.

```

BlinkingCursor | Arduino 1.6.10
File Edit Sketch Tools Help

BlinkingCursor $
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4 // Set the LCD address to 0x27 for a 20 chars and 4 line display
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
6
7 void setup()
8 {
9   // initialize the LCD
10  lcd.begin();
11 }
12
13 void loop()
14 {
15  lcd.setCursor(0,0);
16  lcd.print("Test LCD");
17  lcd.setCursor(0,3);
18  lcd.print[*"Sukses*"];
19 }

```

Gambar 7. Listing program pengujian LCD Arduino IDE



Gambar 8 Tampilan hasil pengujian LCD

3.3.4. Uji Fungsi Relay

Uji fungsi relay dilakukan dengan menghubungkan relay dan lampu pijar sebagai pengganti beban di kamar indekos. Lampu pijar dihubungkan dengan terminal yang tersedia pada alat. Mikrokontroler diprogram supaya otomatis menonaktifkan relay ketika pemakaian energi listrik yang diserap oleh lampu sama dengan jatah pulsa listrik yang diberikan pada alat

3.3.5. Uji Fungsi Modul GSM

Modul GSM berperan sebagai jalur komunikasi alat keluar. Sebelum dipasang pada alat keseluruhan pada modul GSM dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa modul GSM dan mikrokontroler sudah dapat terkoneksi dengan baik. Cara untuk menguji modul GSM adalah dengan memberikan *listing* program sederhana. Apabila Modul GSM dan mikrokontroler sudah terhubung dengan baik maka perintah-perintah lain yang berhubungan dengan pengiriman ataupun penerimaan SMS dapat dilakukan

3.3.6. Pengujian Alat Keseluruhan

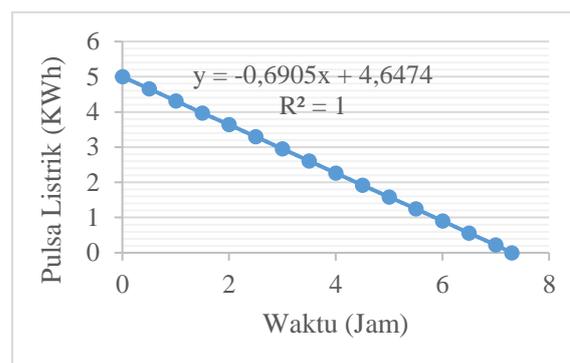
Pengujian alat keseluruhan dilakukan untuk melihat besarnya pemakaian pulsa listrik dan melihat apakah sistem kontrol telah berfungsi dengan baik. Pada pengujian dilakukan dengan memberikan beban konstan. Sistem diuji dengan memberikan beban enam buah lampu pijar dengan daya totalnya adalah 660 watt. Berikut adalah perhitungan estimasi pemakaian energi listrik dalam 1 jam :

$$\begin{aligned} 1 \text{ jam} &= 3600 \text{ sekon} \\ 1 \text{ kW} &= 1000 \text{ watt} \\ W &= 660 \cdot 3600 = 2.376.000 \text{ Ws} = \frac{2.376.000}{1000 \cdot 3600} \\ &= 0,66 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Pengujian alat dilakukan selama 7 jam 20 menit, dan pemakaian pulsa listrik yang ditinjau adalah setiap 0,5 jam. Data hasil pengujian alat dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil uji pemakaian pulsa listrik terhadap waktu diplot dalam *Microsoft Excel* seperti pada Gambar 9. Hasil grafik yang linier dikarenakan beban yang diberikan konstan. Hal ini menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai dengan tujuan perancangan.

Tabel 5 Data hasil pengujian alat dengan beban konstan

No	Waktu (Jam)	Pulsa listrik (kWh)	Energi terpakai (kWh)
1	0	5	0
2	0,5	4,659	0,341
3	1	4,316	0,343
4	1,5	3,971	0,345
5	2	3,638	0,333
6	2,5	3,297	0,341
7	3	2,954	0,343
8	3,5	2,609	0,345
9	4	2,268	0,341
10	4,5	1,924	0,344
11	5	1,587	0,337
12	5,5	1,248	0,339
13	6	0,903	0,345
14	6,5	0,563	0,34
15	7	0,221	0,342
16	7,3	0	0,221
Rata-rata Energi Terpakai			0,342



Gambar 9. Grafik Pengujian Alat

Pulsa listrik mula-mula saat sebelum pengujian pada sistem diberikan sebesar 5 kWh. Ketika alat terhubung ke beban mengakibatkan jumlah pulsa semakin berkurang seiring dengan bertambahnya waktu pemakaian. Hal ini dibuktikan oleh gradien grafik pengujian alat yang bernilai negatif. Rata-rata pengurangan pulsa listrik setiap 0,5 jam adalah 0,342 kWh. Menurut estimasi perhitungan jika daya total lampu yang digunakan adalah 660 watt, maka seharusnya jumlah pulsa listrik terpakai sebesar 0,330 kWh. Hal ini berarti bahwa nilai *error* total terhadap hasil perhitungan sebesar 3,44 %. Hasil uji alat keseluruhan menunjukkan bahwa alat sudah bekerja dengan baik. Nilai koefisien korelasi alat yang mencapai satu mengindikasikan bahwa sensor bekerja dengan baik. Gambar 10 adalah *listing* program singkat yang mengkalkulasi energi listrik dan sisa pemakaian energi listrik secara *real time*.

```

bacal = adc_urus ();
read_adcc();//tegangan
arus = (bacal - 3.2917)/37.672; // Kalibrasi Sensor Arus
if (dt!=dtk){
    energi_terpakai = (voltage * arus) / 3600000;
    energi_sisa = energi_sisa - energi_terpakai;
}
    
```

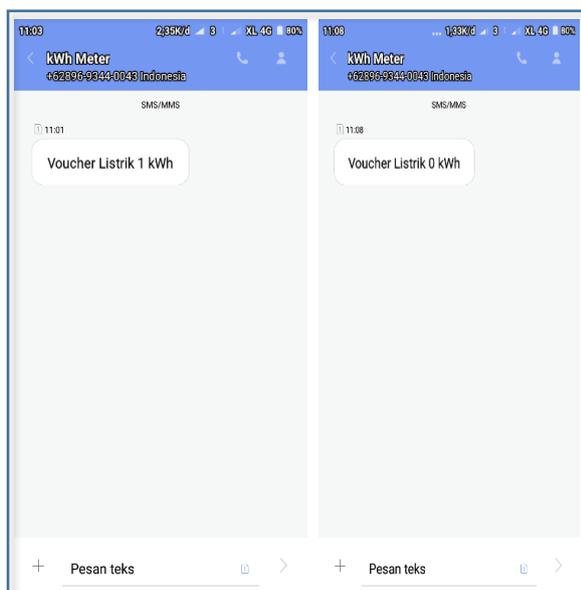
Gambar 10 Listing program kalkulasi pemakaian energi

Alat bekerja dengan terus mengukur besarnya sisa pulsa listrik. Pada saat sisa pulsa listrik sebesar 1 kWh dan 0 kWh alat akan mengirimkan SMS peringatan ke nomor *handphone* penyewa kamar indekos yang sudah diatur pada algoritma pemrograman Arduino IDE. Gambar 11 adalah *listing* program singkat yang menginstruksikan alat untuk mengirim pesan ketika pulsa listrik sebesar 1 kWh dan habis (0 kWh). Gambar 12 adalah hasil *screenshot* pesan dari alat kWh meter.

```

if ( energi_sisa == 1){
    if (f==1){
        sms.SendSMS("+6289679762641", "Voucher Listrik 1 kWh");
        f=0;
    }
}
if ( energi_sisa == 0){
    if (j==0){
    
```

Gambar 11 Listing program pesan SMS alat ketika energi 1 dan 0 kWh

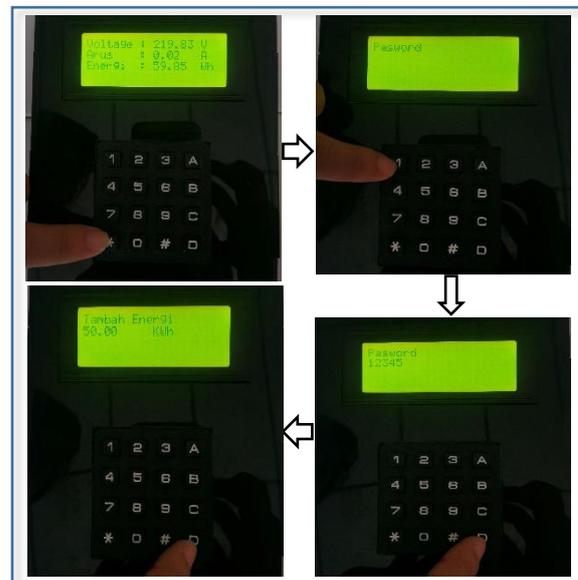


Gambar 12 Screenshot pesan SMS alat saat energi 1 dan 0 kWh

Setelah memperoleh pesan SMS, pada alat dapat diberikan tindakan berupa penambahan pulsa listrik ataupun tidak. Jika tindakan yang diberikan berupa penambahan pulsa listrik maka administrator (pengelola kamar sewa) dapat menambahkan jatah pulsa listrik secara langsung ke alat ataupun dengan memberikan perintah melalui SMS. Gambar 13 adalah tahapan penambahan pulsa listrik. Penambahan pulsa

listrik secara langsung ke alat dapat dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menekan tombol (*) bintang pada keypad Untuk masuk ke mode penambahan pulsa listrik administrator harus menekan tombol (*)
2. Memasukan *password* Setelah menekan tombol (*) admin harus memasukkan *password* dengan benar agar dapat lanjut ke langkah berikutnya
3. Menekan tombol (D) Tombol (D) pada *keypad* untuk *enter*
4. Meng-Input pulsa listrik *Input* besar pulsa listrik dan kembali tekan tombol (D) setelah meng-*input*.



Gambar 13 Penambahan jatah pemakaian pulsa listrik secara langsung

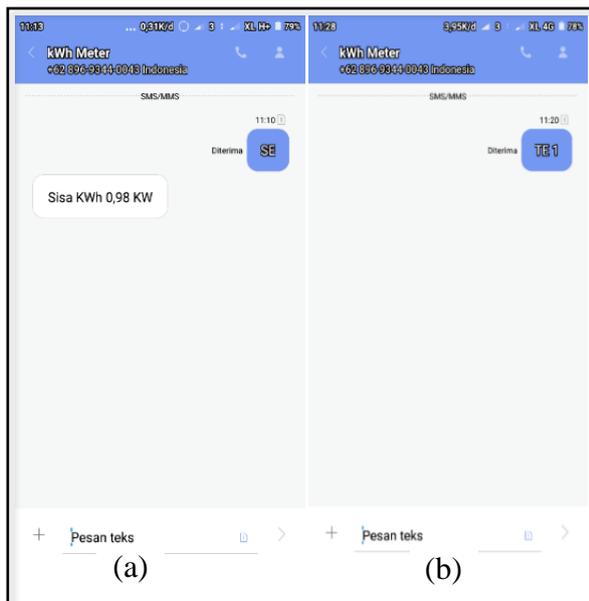
Penambahan dan pengecekan pulsa listrik juga dapat dilakukan melalui perintah SMS. Fasilitas tersebut mempermudah pemakai dan pengelola kamar sewa ketika sewaktu-waktu jauh dari alat. Untuk dapat melakukan penambahan dan pengecekan pulsa listrik cukup dilakukan dengan perintah SMS yang sederhana. Gambar 14 adalah *listing* program penambahan dan pengecekan pulsa listrik.

```

if (inbox.substring(0,2)=="SE"){
    String teks = "";
    char text [15];
    teks = String ("Sisa kWh ") + energi_sisa + " kWh";
    int pjg = teks.length();
    text[pjg];
    teks.toCharArray(text,pjg);
    sms.SendSMS(phone_number, text);
    inbox="";
}
if (inbox.substring(0,2)=="TE"){
    int p;
    p = inbox.length()+1;
    energi_sisa = energi_sisa + inbox.substring(3,p).toInt();
    inbox="";
}
    
```

Gambar 14 Listing program pengisian dan pengecekan pulsa listrik

Berdasarkan *listing* program pada Gambar 14 ketika akan melakukan pengecekan pulsa listrik pengguna cukup mengirimkan pesan ke alat dengan format "SE" dan kemudian alat akan mengirimkan pesan balasan yang berisi informasi sisa pulsa listrik. Gambar 15 (a) adalah contoh pengecekan pulsa listrik melalui SMS. Sedangkan untuk pengisian pulsa listrik admin harus mengirimkan pesan singkat dengan format "TE (spasi) Jumlah pulsa listrik yang akan di-*input*". Gambar 15 (b) adalah contoh pesan perintah pengisian pulsa listrik.



Gambar 15 Screenshoot pesan SMS pengecekan dan pengisian pulsa energi listrik

4. Kesimpulan

Telah berhasil dirancang sebuah alat kontrol pemakaian energi listrik berbasis mikrokontroler ATMEGA 328P yang dapat digunakan untuk memonitoring, membatasi, dan mengisi ulang pulsa listrik pada suatu kamar indekos. Alat kontrol pemakaian energi listrik

dapat bekerja dengan baik dengan nilai *error* pembacaan sensor sebesar 1,27 %, sensor tegangan sebesar 2,05 %, dan nilai *error* alat keseluruhan sebesar 3,44 %.

5. Saran

Penelitian ini masih perlu peningkatan beberapa hal khususnya untuk pemilihan komponen alat yang digunakan. Agar penelitian selanjutnya dapat menghasilkan kualitas alat yang lebih baik maka penulis menyarankan :

1. Pemilihan mikrokontroler dengan kapasitas memori yang lebih besar.
2. Penggunaan sensor yang lebih akurat agar nilai *error* alat lebih kecil lagi.

6. Daftar Pustaka

- [1] Febrianto, Sulistyowati, R. & Dwi, D., 2012. Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal IPTEK*, VI(1), p. 25.
- [2] Setiono, A., 2009. *Prototipe Aplikasi kWh Meter Digital menggunakan mikrokontrler ATMEGA8535 untuk Ruang Lingkup Kamar*. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH*, XXVI(11), pp. 32-39.
- [3] Armen & Bradlay, 2007. *Hall Effect Experiment*, Knoxville: Department of Physics and Astronomy University of Tennessee.
- [4] Datasheet ZMPT101B. 2013. *ZMPT101B Voltage Transformator Operational guide*. [Online] Tersedia: http://www.zeminge.com/file/0_2013_10_18_093344.pdf [Diakses 18 Maret 2018]
- [5] Datasheet Modul GSM, SIM 900. 2008. *Resarch Desain LB*. [Online] Tersedia: <http://forum.researchdesignlab.com/datasheet/modules/GSM%20sim900.pdf> [Diakses 18 Maret 2018]