

RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAN PENGENDALI PEMAKAIAN DAYA LISTRIK BERBASIS SMS GATEWAY

Gatot Santoso¹, Wiwik Handajadi², dan Slamet Hani³, Gani Halim Baskara⁴

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak No. 28, Balapan, Yogyakarta, Indonesia
Email: gatsan@akprind.ac.id¹

Abstrak

Pelanggan PT. PLN (Persero) selama ini mendapatkan layanan program listrik Prabayar dan Pascabayar, namun pada program listrik pascabayar sering terjadi human error pada saat petugas melakukan pembacaan meter. Program listrik pasca-bayar merupakan program bagi pelanggan untuk menggunakan energi listrik terlebih dahulu kemudian membayar pada bulan berikutnya. Setiap bulannya PT. PLN (Persero) harus mencatat meter, menghitung dan menerbitkan rekening yang harus di bayar oleh pelanggan dengan memasang sebuah alat ukur bernama kilo Watt Hours (kWh). Dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengolah datanya, dan parameter yang diukur adalah arus dan tegangan menggunakan sensor arus ACS712-30A untuk mengukur arus yang mengalir dari sumber ke beban, sedangkan untuk mengukur tegangan menggunakan sensor ZMPT101B. Untuk mengirimkan data yang sudah diolah oleh Arduino Uno maka menggunakan SIM900 untuk mengirimkan jumlah pemakaian melalui SMS. Dari hasil pengujian tingkat presentase ketelitian dan ketepatan sensor arus ACS712-30A sebesar 87%, untuk ketelitian pada sensor tegangan ZMPT101B adalah 96,5%.. Sedangkan untuk pengiriman data menggunakan SIM900 error yang dihasilkan pada saat pengiriman data sebesar 100%.

Kata kunci: *Arduino, kwh meter, ACS712,ZMPT101B, SIM900*

Pendahuluan

Setiap rumah yang terpasang listrik pasti terpasang pula kWh meter milik PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara). Pelanggan PT. PLN (Persero) selama ini mendapatkan layanan program listrik Prabayar dan pascabayar, namun pada program listrik pascabayar sering terjadi *human error* pada saat petugas melakukan pembacaan meter. Program listrik pasca-bayar merupakan program bagi pelanggan untuk menggunakan energi listrik terlebih dahulu kemudian membayar pada bulan berikutnya. Setiap bulannya PT. PLN (Persero) harus mencatat meter, menghitung dan menerbitkan rekening yang harus di bayar oleh pelanggan dengan memasang sebuah alat ukur bernama kilo Watt hour (kWh) meter disetiap rumah pelanggan. Alat ini berfungsi sebagai pencatat pemakaian listrik oleh pelanggan.

Menurut data ASEAN Centre for Energy (ACE) tahun 2013, tercatat Indonesia merupakan negara dengan tingkat pemborosan energi listrik paling tinggi se-ASEAN. Konsumen disini terdiri dari beberapa sektor dengan didominasi pada sektor rumah tangga dengan pangsa lebih dari 41%. Selain itu sektor industri dengan pangsa 34% dan sektor komersil 24%. Maka bisa terlihat kemungkinan besar terjadi pemborosan ini pada sektor rumah tangga. Kebutuhan energi listrik yang terus naik (melonjak) ini diakibatkan oleh para konsumen yang tidak efektif dalam penggunaan atau terjadi pemborosan. (Suryaningsih, 2016)

Untuk itu diperlukan suatu alat yang mampu menghitung biaya penggunaan listrik secara otomatis dan langsung menampilkannya untuk menghindari masalah di atas. Alat ini akan menampilkan banyaknya energi yang terpakai dan banyaknya biaya pemakaian selama waktu tertentu. Dengan menggunakan alat ini diharapkan dari masing masing pihak tidak ada yang dirugikan dan pemakaian energi listrik dapat teramati. (Pasurono, 2013). Berdasarkan data dari beberapa penelitian sebelumnya mengenai alat ukur pada listrik telah dibuat menggunakan Arduino Duemilalove sebagai mikrokontrol dan menggunakan sensor CR3110 sebagai sensor arus, alat ini digunakan sebagai alat ukur penggunaan daya listrik dan data dikirimkan menggunakan internet (McNally, 2010), penelitian selanjutnya yaitu alat ukur penggunaan daya listrik menggunakan PIC (*Peripheral Interface Controller*) sebagai monitoring dan menghitung biaya penggunaan listrik dalam satu bulan (Rashid, 2014). penelitian berikutnya menggunakan sensor arus ECS1030-L72 dan ACS709 alat ini digunakan hanya memonitor penggunaan daya listrik (Santos, 2015), penelitian berikutnya adalah kWh meter untuk tiga fasa menggunakan sensor XMPT101B (Handhal, 2017).

Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat alat ukur penggunaan daya listrik ketika ada beban yang terpasang, sensor arus akan mendeteksi arus listrik yang mengalir dan sensor tegangan akan mendeteksi tegangan jala-jala listrik

setiap saat. Dengan *mikrokontroler*, arus dan tegangan tersebut diolah untuk mendapatkan nilai $\cos \phi$ nya. RTC (*Real Time Clock*) digunakan sebagai pewaktu secara *real time*. Setelah itu, besaran-besaran tersebut akan dikalkulasikan di dalam *mikrokontroler*, sehingga didapatkan nilai Daya yang sebenarnya sesuai dengan persamaan $P = V.I \cos \phi$. Daya tersebut dikalikan dengan waktu sehingga didapatkan nilai Energi listriknya. Nilai energi tersebut dikalikan dengan tarif per kWh untuk mendapatkan besar biaya pemakaiannya. Sedangkan untuk pengendali maka disediakan papan ketik untuk mengatur jumlah maksimal penggunaan listrik selama satu hari. Sebagai penampilnya, digunakan LCD, dan data tagihan listrik akan dikirim ke pemilik rumah. Untuk mengontrol penggunaan listrik maka disediakan menu untuk memasukan batas penggunaan listrik tersebut, sehingga ketika penggunaan listrik sudah melampaui batas yang diinginkan maka aliran listrik akan terputus.

Bahan dan Metodologi Penelitian

Pada pembuatan alat ukur dan pengendali pemakaian daya listrik berbasis SMS *gateway* ini diperlukan bahan, yaitu:

- Arduino Uno
- ZMPT101B
- ACS712-30
- Modul SIM 900
- Modul relay 2 chanel
- Kabel jumper
- Kabel NYA 1.5 mm
- Power Supply 5VDC

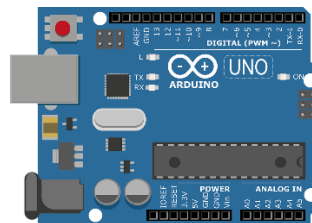
Sedangkan alat yang diperlukan, yaitu:

1. Laptop

Laptop disini digunakan sebagai media untuk memprogram Arduino Uno menggunakan aplikasi ARduino.

2. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input* dan *output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler.



Gambar 1. Arduino UNO R3

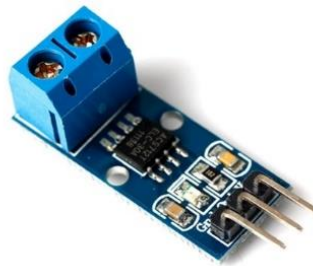
3. ZMPT101B

Sensor ZMPT101b merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk melakukan monitoring terhadap parameter tegangan, serta dilengkapi dengan keunggulan memiliki sebuah *ultra micro voltage transformer*, akurasi tinggi dan konsistensi yang baik untuk melakukan pengukuran tegangan dan daya. 24 Beberapa hal yang dapat dilakukan dengan menggunakan sensor tegangan ZMPT101b ini diantaranya adalah:

- a. Sebagai sensor untuk mendeteksi arus lebih.
- b. Sebagai ground fault detection.
- c. Pengukuran besaran listrik.
- d. Sebagai perangkat untuk analog to digital converter.

4. ACS712-30

ACS712 adalah *half effect current sensor* yaitu sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih.



Gambar 2. Sensor ACS712

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated hall IC (Integrated Circuit)* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada di dalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik.

5. Modul SIM900A

Penelitian ini menggunakan modul SIM900A, merupakan bagian yang berfungsi untuk komunikasi antara Arduino dengan pelanggan. Modul komunikasi SIM900A ini mendukung komunikasi *dual band* pada *frekuensi* 900/1800 MHz sehingga fleksibel untuk digunakan bersama kartu SIM dari berbagai operator telepon seluler di Indonesia. Operator GSM yang beroperasi di *frekuensi dual band* 900 MHz dan 1800 MHz sekaligus antara lain: Telkomsel, Indosat, dan XL, sedangkan operator yang hanya beroperasi pada band 1800 MHz adalah Axis dan Three.

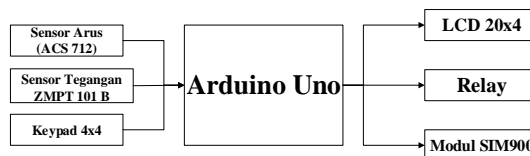


Gambar 3. Modul SIM900A

Modul ini sudah terpasang *breakout-board* (modul inti dikemas dalam *SMD/Surface Mounted Device Packaging*) dengan pin *header* standar 0,1” (2,54 mm) sehingga memudahkan penggunaan, pada gambar 2.5 dapat dilihat tampilan modul GSM SIM900 yang dilengkapi antena.

(Ramadhianti, 2018)

Perancangan Sistem



Gambar 4. Blok diagram perancangan sistem

1. Sensor Arus ACS712

Sensor ACS 712-30 berfungsi sebagai sensor untuk membaca AC arus yang mengalir dari sumber listrik ke beban. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated hall IC (Integrated Circuit)* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang

menghasilkan medan magnet dengan *hall transducer* secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan mestabilkan Bi CMOS Hall IC yang di dalamnya telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik.

2. Keypad 3x4

Keypad ini berfungsi untuk memilih dan memasukan data pada menu pengaturan batas pemakaian listrik dan penjadwalan penggunaan listrik. Keypad Matriks adalah tombol-tombol yang disusun secara maktriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input. Sebagai contoh, Keypad Matriks 4 x 4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol.

3. Arduino Uno

Arduino pada penelitian ini berfungsi untuk memproses data dari *input* dan diolah untuk mengatur *output*, *output* dari penelitian ini yaitu display LCD, *relay* yang berfungsi untuk memutus arus dan tegangan jika penggunaan daya listrik telah melebihi batas penggunaan yang telah diatur oleh pengguna, output selanjutnya yaitu modul SIM-900 untuk mengirim jumlah tagihan listrik selama satu bulan.

4. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Untuk menampilkan hasil data yang telah di proses arduino maka dibutuhkan LCD, pada penelitian ini LCD yang digunakan adalah LCD 20x4. Data yang ditampilkan adalah arus dan tegangan yang terbaca oleh sensor, daya yang telah digunakan, dan menu untuk mengatur jumlah batas penggunaan serta tampilan untuk mengatur jadwal penggunaan listrik.

5. Modul *Relay*

Modul *relay* digunakan untuk memutus daya pada saat pengguna akan memutus aliran listrik pada instalasi rumah, selain itu untuk memutus aliran listrik ketika penggunaan daya listrik telah melebihi batas penggunaan, dan ketika jadwal penggunaan listrik telah terlewati.

6. Modul SIM900

Setelah daya dapat dihitung maka hasil penggunaan listrik tersebut dikonversi dalam bentuk mata uang (rupiah) dan akan dikirimkan ke pengguna menggunakan modul SIM900.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan pada alat ukur dan pengendali pemakaian daya listrik berbasis SMS Gateway, maka data yang sudah diperoleh adalah sebagai berikut:

- Data perbandingan pengukuran sensor tegangan ZMPT101b dengan Volt meter.
- Data perbandingan pengukuran sensor arus ACS712-30.
- Data *error* pengiriman data melalui SMS.

Perbandingan pengukuran sensor tegangan ZMPT101B

Pengujian sensor tegangan ini bertujuan untuk mengetahui apakah tegangan yang terbaca sensor sesuai dengan volt meter. Pengujian sensor dilakukan menggunakan variac untuk mengubah tegangan dari nol volt sampai 250 Volt AC, hasil dari pengujian sensor ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan pengukuran sensor tegangan dengan volt meter

No	Variac (Volt)	ZMPT101B (Volt)	Volt meter (Volt)
1	0	0.6	0,7
2	10	9.0	10,4
3	20	18.7	20,1
4	30	28.8	30,4
5	40	29.0	40,3
6	50	49.1	50,3
7	60	59.0	60,2
8	70	69.5	70,2
9	80	79.6	80,3
10	90	89.6	90,1
11	100	99.7	100,3
12	110	109.9	110,2
13	120	119.8	120,1
14	130	129.9	130,2
15	140	140.1	140,1

No	Variac (Volt)	ZMPT101B (Volt)	Volt meter (Volt)
16	150	150.4	150,3
17	160	160.3	160,2
18	170	170.9	170,7
19	180	181.0	180,5
20	190	191.3	190,4
21	200	201.5	200,6
22	210	211.4	210,4
23	220	221.8	220,4
24	230	232.1	230,5
25	240	241.8	240,2
26	250	252.6	250,2

Perbandingan pengukuran sensor arus ACS712-30

Pengujian sensor arus ini bertujuan untuk mengetahui apakah tegangan yang terbaca sensor sesuai dengan ampere meter. Pengujian sensor dilakukan menggunakan beban yang bervariasi untuk mengukur arus yang mengalir ke beban, hasil dari pengujian sensor ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel perbandingan pengukuran sensor arus dengan ampere meter

No	Beban		ACS712-30 (A)	Ampere meter (A)
1	Lampu	LED 5 Watt	0.1	0.1
		CFL 35 Watt	0.14	0.14
2	Charger	Handphone	0.1	0.1
		Laptop	0.19	0.14
3	Kipas Angin 35Watt	Kecepatan 1	0.9	0.14
		Kecepatan 2	0.10	0.15
		Kecepatan 3	0.15	0.16
8	Setrika	350 Watt	1.13	1.57
9	Variasi	Lampu CFL 35 Watt	0.15	0.16
		Lampu LED 5 Watt		

Data error pengiriman data melalui SMS

Pengujian modul SIM900 ini bertujuan untuk mengetahui *error* saat pengiriman data berupa jumlah pemakaian daya dari alat ke nomor pengguna. Pada pengujian ini menggunakan provider Telkomsel pada alat dan handphone pelanggan. Percobaan dilakukan dalam setiap 120 menit selama 12 jam. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan kecepatan

NO	Waktu	Keterangan
1	07.00 WIB	Data Terkirim
2	09.00 WIB	Data Terkirim
3	11.00 WIB	Data Terkirim
4	13.00 WIB	Data terkirim
5	15.00 WIB	Data terkirim
6	17.00 WIB	Data terkirim
7	19.00 WIB	Data terkirim

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sensor tegangan ZMPT101B mampu bekerja dengan baik, sensor ini mampu menghitung tegangan dengan akurasi 96,5% dengan variabel tegangan 0-250 Volt.
2. Sensor arus ACS712-30 mampu mengukur arus dengan akurasi 87%. Hal ini dikarenakan range sensor ACS712 yang digunakan adalah 30 Amper maka dari itu pembacaan parameter arus yang terlalu kecil mempengaruhi keakuratan pada sensor ACS712-30. Selain itu kalibrasi sensor juga mempengaruhi keakuratan sensor ACS712-30.
3. Pengiriman data selama uji coba tidak mengalami kegagalan sama sekali, akurasi pengiriman data sebesar 100%, dan rancang bangun alat ukur dan pengendali pemakaian daya listrik mampu bekerja dengan baik

Daftar Pustaka

- Handhal, F. K., (2017), *A Prototype Design for Three Phase Smart Energy Meter*.
- McNally, C., (2010), A Design Project Report Presented to the Engineering Division of the Graduate School. *Arduino Based Wireless Power Meter*, p. 5.
- Pasurono, S. H. a. I. S., (2013), *Perancangan kWh meter digital menggunakan KWH meter konvensional*. Jakarta: s.n.
- Ramadhianti, R. A. g., (2018), E journal SPEKTRUM. *Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Menggunakan SMS Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328*, Volume V.
- Rashid, M. T., (2014), Iraq J Electrical and Electronic Engineering. *Design anf Implementation of Smart Electrical Power meter System*.
- Santos, J. C. M., (2015), *Design and Contrucsion of a power Meter to Optimize Usage of the Electric Power*.
- Suryaningsih, S., (2016), Prosiding Seminar Nasional Fsiika. *Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet*, Volume V.