

RANCANG BANGUN KWH METER DIGITAL 1 PHASE PROGRAMMABLE BERBASIS IOT

Dimas Okky Anggriawan¹⁾, Aliffian Rifki Fauzi²⁾, Endro Wahjono³⁾

^{1,2,3}Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS,
Keputih Sukolilo, Surabaya, 60111
E-mail: dimas@pens.ac.id

Abstract

In the current era of globalization, electricity has turned into a basic need that continues to be attached to human life. Therefore, PT. PLN (Persero) makes the reliability of the electricity distribution system a top priority for handling. Increasing the reliability of the electric power distribution system needs to be balanced with an effective and efficient electrical energy transaction process. In the postpaid kWh meter, the process of obtaining data on the amount of energy used by the customer is done by reading the postpaid kWh meter manually by means of officers coming to each location of the postpaid kWh meter. How to get data on the amount of energy used conventionally should be done in other ways in this fully automated era or often referred to as the industrial era 4.0. The use of IoT is one method that can be used to simplify the work of recording meters without having to visit the kWh meter location. In this paper, a postpaid kWh meter is designed that can monitor the amount of energy used by customers using an energy sensor (PZEM-004T) which is connected via a microcontroller. The system used is programmable, which means the system can be set manually through an application on Android for the current limit value so that it can be adjusted to the customer's power subscription. This tool is also equipped with an overcurrent protection that is integrated with the microcontroller. Thus, the system can disconnect the circuit to the load in the event of an overcurrent fault and reconnect when the fault has been resolved automatically. From the test results that have been carried out for 30 minutes, the energy reading through the PZEM-004t sensor is 1230 Wh. Then from a total of 30 minutes of testing with a 5 minute lag, the average error of energy readings through the energy sensor (PZEM-004t) when compared with measuring instruments is 21.12093%. When the input current limit value is 2 A, the SSR relay will be able to break the circuit when the detected current is 2.3 A. The designed kWh meter is also capable of disconnecting and connecting the circuit to the load in the event of an overcurrent disturbance automatically.

Keywords: kWh meter, Energy, Programmable, Overcurrent Protection

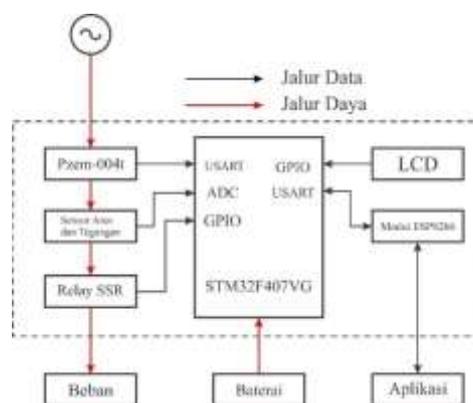
PENDAHULUAN

Salah satu upaya yang dilakukan PLN khususnya pada seksi transaksi energi adalah dengan mengganti meter listrik yang sudah tua atau buram dengan meter listrik baru. Meter jenis pascabayar dapat menjadi peluang terjadinya susut daya dikarenakan pembacaan jumlah pemakaian energi oleh pelanggan masih dilakukan secara konvensional. Dengan banyaknya jumlah pelanggan rumah tangga yang menggunakan meter pascabayar akan semakin banyak pula SDM yang dibutuhkan untuk melakukan pembacaan meter hasil pengukuran meter pasca bayar. Dengan mengotomatisasi pembacaan hasil pengukuran

kWh meter pascabayar dapat mempermudah petugas dalam melakukan *billing* atau proses penghitungan tagihan sekaligus mengurangi kemungkinan susut daya. Selain susut daya, tunggakan juga menjadi tantangan bagi PLN untuk ditekan nilainya. Rasio tunggakan yang cukup tinggi merupakan tantangan PLN untuk menekan angka tersebut, sehingga untuk saat ini upaya PLN dalam menginformasikan nilai jumlah tunggakan kepada pelanggan yang menunggak adalah dengan cara memberikan surat pemberitahuan dengan diberikan secara langsung oleh petugas kepada pelanggan (Alfian Wisnu Aribowo, 2019). Sedangkan penyerahan surat tunggakan kepada pelanggan secara satu persatu yang dilakukan oleh petugas akan membutuhkan waktu yang lebih banyak dibandingkan dengan pemberitahuan tunggakan yang dilakukan secara otomatis. Pada penelitian ini dirancang kWh meter pascabayar pada beban 1 *phase* yang yang dapat membaca pemakaian secara otomatis. Hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan ke petugas PLN yang berwenang melalui internet secara otomatis tiap bulannya. kWh meter yang dirancang ini berbasis modul pembacaan konsumsi energi karena mampu membaca besar energi yang digunakan. Selain itu, kWh meter ini juga *programmable* dalam artian sistem dapat *disetting* secara manual untuk nilai batas arusnya agar dapat disesuaikan dengan langganan daya pelanggan.

METODE PENELITIAN

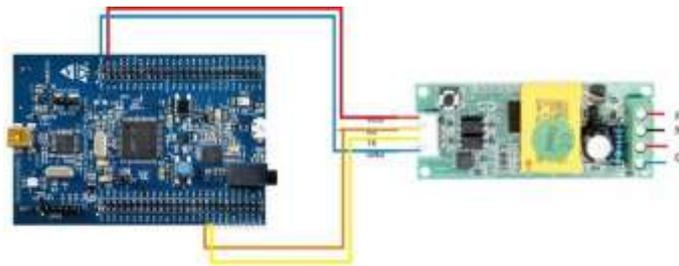
KWh meter yang dirancang dan difungsikan sebagai pembanding (Hari Yuliansyah, 2016). Untuk itu digunakan 3 buah sensor yaitu sensor energi PZEM-004t, sensor tegangan AMC1100, dan sensor arus SCT 013. Sensor utama yang digunakan adalah sensor energi PZEM-004t dan yang digunakan sebagai pembanding adalah sensor AMC1100 dan SCT 013. Untuk blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Perencanaan Sensor PZEM-004t

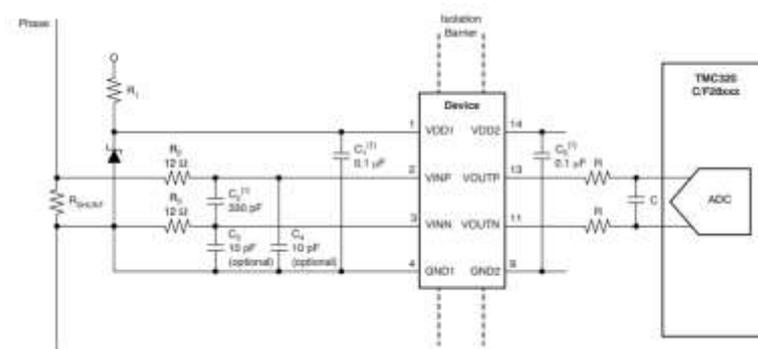
Rangkain modul sensor PZEM-004T dihubungkan dengan mikrokontroller STM32F407VGT6. Modul PZEM-004T berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya aktif dan cos phi pada sisi setelah APPh. Pada penelitian ini modul PZEM-004T yang digunakan sebanyak satu yang dihubungkan RX dan TX nya ke *pinout* mikrokontroller STM32F407VGT6. Keluaran dari PZEM 004T ada dua buah kabel untuk dihubungkan ke stop kontak terdekat untuk diambil tegangannya kemudian current transformer yang sudah terintegrasi dipasang pada kabel fasa yang masuk ke kWh meter. RX PZEM-004t dihubungkan dengan USART TX pada mikrokontroller yaitu pada *pinout* PB10. Sedangkan TX PZEM-004t dihubungkan dengan USART RX pada mikrokontroller yaitu pada *pinout* PB11. Untuk *wiring* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wiring Sensor PZEM-004t

Perencanaan Sensor AMC1100

Untuk sensor tegangan, digunakan AMC1100 yang digunakan untuk membaca nilai tegangan. Yang mana tegangan uji pada penelitian ini adalah sebesar 220V_{AC}. Namun, pada desain sensor tegangan ini dinaikkan sebesar 250 V_{AC} untuk meningkatkan keamanan. Untuk rangkaiannya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Sensor Pembagi Tegangan Dengan AMC1100

Untuk dapat bekerja membaca nilai tegangan, dapat diberi rangkaian pembagi tegangan pada input sensor AMC1100, dengan maksimal tegangan 250 mV Sehingga perlu dilakukan perhitungan tegangan puncak menggunakan Persamaan 1 yang kemudian diperoleh nilai V_{peak} sebesar 352.5 V. Untuk perhitungan resistornya menggunakan Persamaan 2 yang kemudian diperoleh nilai R_1 sebesar 1409 k Ω .

$$V_{peak} = 1.41 \times V_{rms} \dots\dots\dots(1)$$

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times V_{in} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan menentukan R_2 adalah 1 k Ω , untuk nilai resistor yang digunakan harus menyesuaikan dengan resistor yang tersedia. Sehingga nilai R_1 adalah 1409 k Ω dibulatkan menjadi 1560 k Ω . Sehingga perhitungan V_{out} menggunakan persamaan diatas dengan nilai resistansi yang baru diperoleh V_{out} menjadi 225.81 mV.

Perencanaan Sensor SCT 013

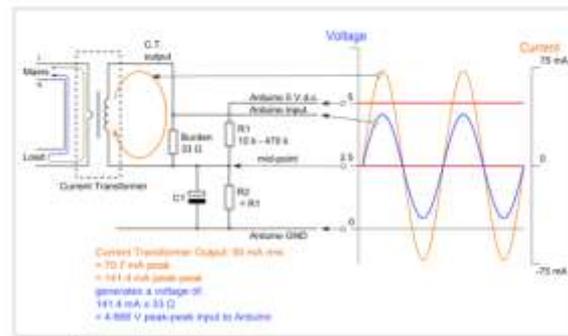
Sensor arus SCT 013 memiliki *input* dengan tingkat ketelitian sebesar 0-30A untuk *output* yang dihasilkan oleh sensor arus tersebut yaitu berupa tegangan dengan ukuran 0-1 V. Kemudian pembacaan nilai ADC dapat dihitung secara teori dengan menggunakan Persamaan 3-4.

$$ADC_{teori} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times (2^n - 1) \dots\dots\dots(3)$$

$$V_{ADC} = \frac{ADC_{praktik}}{2^n} \times V_{ref} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana, ADC_{teori} adalah nilai *analog to digital* secara teori, V_{in} adalah tegangan yang dibaca (Volt), V_{ref} adalah tegangan referensi ADC (Volt), n adalah jumlah bit mikrokontroller, $ADC_{praktik}$ adalah nilai *analog to digital* secara praktik, dan V_{ADC} adalah tegangan ADC terbaca (Volt). Rangkaian pengkondisian sinyal menggunakan 2 resistor yang sama besar yaitu 10 k Ω dan kapasitor sebesar 10 μ F digunakan untuk meredam atau mengurangi *ripple*. Gambar rangkaian pengkondisian sinyal seperti pada Gambar 4. Untuk mengubah tegangan negatif menjadi tegangan positif dengan menggunakan rangkaian pengkondisian sinyal yang akan menggeser sinyal sebagaimana pada Persamaan 5 yang selanjutnya diperoleh V_{mid} sebesar 2.5 V.

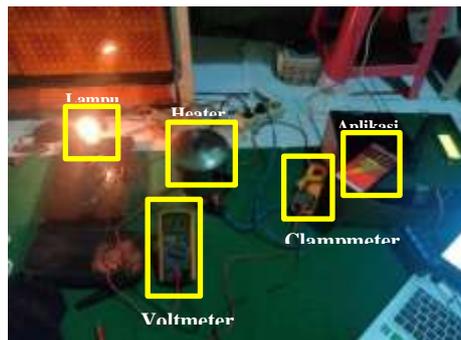
$$V_{mid} = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times V_{in(mid)} \dots\dots\dots(5)$$



Gambar 4. Rangkaian Pengkondisian Sinyal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian integrasi bertujuan untuk mengetahui tingkat pengukuran kWh meter terhadap keempat parameter yang dibaca yakni tegangan, arus, daya, energi telah sesuai. Untuk rangkaian integrasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Integrasi Sistem

Pertama adalah membandingkan hasil pembacaan antara sensor PZEM-004t dengan sensor arus dan tegangan. Beban rumah tangga yang digunakan antara lain adalah: lampu, heater, lampu+heater, setrika+heater, dan lampu+setrika+heater. Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
 Perbandingan Sensor Dengan Alat Ukur

PZEM-004t		AMC1100	SCT 013	Voltmeter	Clampmeter
V (V)	I (A)	(V)	(A)	(V)	(A)
218.1	0.08	219.7	0.1	219	0.1
219.3	1.21	220.8	1.3	220	1.2
218.9	1.32	219.8	1.3	219	1.3
219.5	1.44	220.1	1.4	219	1.4
218.7	2.54	219.9	2.6	219	2.4

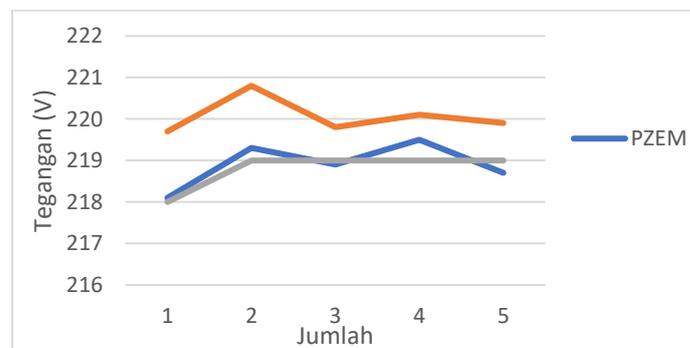
Kemudian, berdasarkan hasil diatas, dapat dihitung *error* dari tiap-tiap parameter yang dibaca. Untuk nilai *error* dicari dengan menggunakan Persamaan 6. Untuk nilai *error* tegangan dari PZEM-004t dan AMC1100 tersaji pada Tabel 2.

$$V_{mid} = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times V_{in(mid)} \dots\dots\dots(6)$$

Tabel 2
Error Tegangan PZEM-004t dan AMC1100

PZEM-004t (V)	Alat Ukur (V)	Error (%)	AMC1100 (V)	Alat Ukur (V)	Error (%)
218.1	218	0.046	219.7	218	0.780
219.3	219	0.137	220.8	219	0.822
218.9	219	0.046	219.8	219	0.365
219.5	219	0.228	220.1	219	0.502
218.7	219	0.137	219.9	219	0.411
Rata-Rata		0.119	Rata-Rata		0.576

Dari tabel diatas didapatkan bahwa besar *error* dari pembacaan tegangan, baik melalui PZEM-004t atau AMC1100 sama-sama memiliki *error* yang sangat kecil. Namun, untuk yang lebih mendekati ke alat ukur adalah sensor PZEM-004t dikarenakan memiliki rata-rata *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan sensor AMC1100. Untuk nilai *error* arus dari PZEM-004t dan SCT 013 dapat dilihat pada Tabel 3.

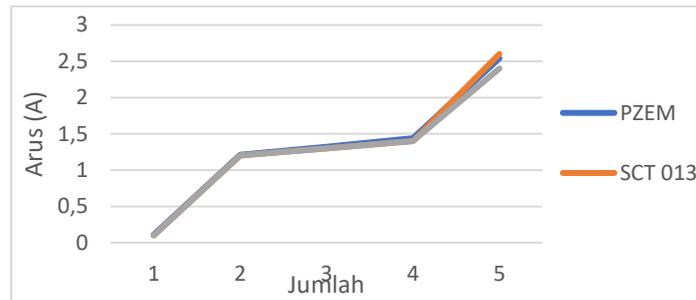


Gambar 6. Grafik Tegangan

Tabel 3.
Error Arus PZEM-004t dan SCT 013

PZEM-004t (A)	Alat Ukur (A)	Error (%)	SCT 013 (A)	Alat Ukur (A)	Error (%)
0.11	0.1	10	0.1	0.1	0
1.21	1.2	1	1.2	1.2	0
1.32	1.3	2	1.3	1.3	0
1.44	1.4	3	1.4	1.4	0
2.54	2.4	6	2.6	2.4	8
Rata-Rata		4.212	Rata-Rata		1.667

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa pembacaan arus melalui PZEM-004t tidak lebih bagus dari pembacaan arus melalui SCT 013. Sedangkan pembacaan melalui PZEM-004t lebih merinci dikarenakan banyaknya digit dibelakang koma dari pembacaan arusnya. Kemudian untuk pembacaan energi beserta dengan *error* tersaji pada Tabel 4.



Gambar 7. Grafik Arus

Tabel 4. Error Energi PZEM-004t dan Sensor

Waktu (Menit)	Energi (PZEM) (Wh)	Energi (Sensor) (Wh)	Error (%)
5	200	151.4	24.3
10	440	313.7	28.70455
15	620	476.4	23.16129
20	830	704.2	15.15663
25	1010	823.8	18.43564
30	1230	1021.3	16.96748
Rata-Rata			21.12093

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa PZEM-004t lebih baik membaca energi dibandingkan dengan menggunakan perhitungan dari sensor AMC1100 dan SCT 013. Hal tersebut dikarenakan PZEM-004t lebih banyak membaca energi dalam satuan waktu dibandingkan dengan perhitungan melalui sensor AMC1100 dan SCT 013. Apabila terdapat kekurangan dalam pembacaan energi maka merugikan bagi PLN..



Gambar 8. Grafik Energi

SIMPULAN

KWh meter yang dirancang dengan menggunakan sensor PZEM-004t memiliki pembacaan energi selama 30 menit sebesar 1230 Wh dengan beban lampu 100W dan *heater* 400W. sedangkan hasil pembacaan energi dengan menggunakan sensor AMC1100 dan SCT 013 secara perhitungan dengan waktu dan beban yang sama adalah 1021.3 Wh. Dari kedua pembacaan tersebut, didapatkan *error* pembacaan energi dengan PZEM-004t adalah sebesar 16.96748%. Relay SSR dapat memutus beban pada saat nilai arus yang mengalir melebihi dari batas arus yang dimasukkan ke mikrokontroler. Aplikasi yang dirancang sudah dapat *monitoring* dan memasukkan batas arus ke dalam mikrokontroler dan menjadikan syarat dari kontrol SSR.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian Wisnu Aribowo. (2019). "Rancang Bangun KWH meter Digital Satu Fasa Untuk Mengatasi Deviasi Waktu Pembacaan". Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- Hari Yuliansyah. (2016). "Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture". Lampung: Institut Teknologi Sumatera.
- Frاندhiyawan, V., Istiyo, W., Daeng, R. (2019). "Rancang Bangun Rele Arus Lebih Berbasis Monitoring Internet of Things (Iot) dan Arduino Sebagai Proteksi Elektronik 1 Fasa". Surabaya: Universitas Hang Tuah.
- Amrulloh, A.K. (2018). "Rancang Bangun Prototipe Rele Arus Lebih Dengan Karakteristik Inverse Berbasis Arduino". Malang: Universitas Brawijaya.
- Cahayahati, M.Z. (2012). "Perancangan Rele Arus Lebih dengan Karakteristik Invers Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535". Padang: Universitas Bung Hatta.
- M. Zulfahmi. (2019). "Rancang Bangun Alat Pengukur Daya Dan Penghitung Biaya Selama Pergantian Kwh Meter 3 Fasa Pengukuran Tak Langsung". Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- Rizal Akbar. (2018). "Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, Kwh, Serta \ Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga". Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Fridom Tusano Hadi. (2019). "Alat Pengukur Deviasi Pengukuran Pada KwhMeter Digital 1 Fasa". Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.