

Jurnal ***Rekayasa Elektrika***

VOLUME 15 NOMOR 1

April 2019

Sistem Telemonitoring KWH Meter Menggunakan Modul Wi-Fi ESP8266 Berbasis Arduino Uno 25-33

Hidayat Nur Isnianto, Muhammad Arrofiq, Rijeqi Rahmawati, dan Bagus Mulyo Tyoso

JRE	Vol. 15	No. 1	Hal 1-74	Banda Aceh, April 2019	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	----------	---------------------------	--------------------------------------

Sistem Telemonitoring KWH Meter Menggunakan Modul Wi-Fi ESP8266 Berbasis Arduino Uno

Hidayat Nur Isnianto¹, Muhammad Arrofiq², Rijeqi Rahmawati³, dan Bagus Mulyo Tyoso³

¹Program Studi D-III Metrologi dan Instrumentasi

²Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Internet

³Program Studi D-III Teknik Elektro

Departemen Teknik Elektro dan Informatika Sekolah Vokasi UGM

Jln. Yacarana, Sekip Unit IV, Yogyakarta 55281

e-mail: hnisnianto@ugm.ac.id

Abstrak—Pembacaan KWH Meter pasca bayar oleh petugas terkadang terkendala untuk menjangkau fisik KWH Meter karena pagar rumah terkunci atau KWH Meter di dalam rumah. Hal ini sering kali menimbulkan permasalahan seperti kesalahan pembacaan dan petugas harus datang ke pelanggan beberapa kali. Oleh karena itu dibuat sistem telemonitoring KWH Meter melalui jaringan WiFi secara online untuk membantu petugas pencatat pemakaian listrik pada konsumen. Sistem ini menggunakan sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B, sensor beda fase, RTC DS1307 sebagai pengatur waktu dan tanggal, Arduino sebagai pemroses data, mikro SD Card untuk menyimpan data tanggal, jam, dan pembacaan sensor, LCD sebagai penampil, dan dipancarkan dengan modul Wi-Fi ESP8266 ke *smartphone* atau PC dengan tampilan web sederhana. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semua komponen dapat berfungsi dengan baik. Sensor arus ACS712 30A memiliki rerata *error* 1%, sensor tegangan ZMPT101B mampu melakukan pembacaan tegangan dalam kondisi berbeban maupun tanpa beban dengan rerata *error* 0,5%, dan sensor beda fase memiliki rerata *error* 1% untuk beban resistif dan 4,2% untuk beban induktif lampu TL. Pengukuran daya mempunyai rerata *error* 1,3% untuk beban lampu pijar 75 W dan setrika 300 W. Jarak pancaran modul Wi-Fi ESP8266 maksimal 15 meter saat tidak terhalang dan 10 meter saat terhalang. Semua data hasil pengukuran dapat disimpan pada SD Card.

Kata kunci: *KWH meter, telemonitoring, real time, SD card, Arduino, ESP8266*

Abstract—The postpaid KWH Meter reading by officers is sometimes constrained to reach the physical KWH Meter because the house fence is locked or the KWH Meter is inside the house. This often causes problems such as reading errors and the officer must come to the customer several times. Therefore a telemonitoring system for KWH Meters is made through an online WiFi network to help officers record electricity usage for consumers. This system uses ACS712 current sensor, ZMPT101B voltage sensor, different phase sensor, RTC DS1307 as a timer and date, Arduino as a data processor, Micro SD Card for storing date, time, and sensor readings, LCD as a viewer, and transmitted with modules ESP8266 Wi-Fi to a *smartphone* or PC with a simple web display. The test results show that all components can function properly. ACS712 30A current sensor has an average error of 1%, the ZMPT101B voltage sensor is capable of carrying out voltage readings in load or no load conditions with an average error of 0.5%, and a different phase sensor has an average error of 1% for resistive load and 4.2% for inductive loads of TL lights. Power measurements have an average error of 1.3% for 75W incandescent lamp loads and 300W irons. The ESP8266 Wi-Fi module emits a maximum of 15 meters when not blocked and 10 meters when blocked. All measurement data can be stored on the SD Card.

Keywords: *KWH meter, telemonitoring, real time, Arduino, SD card, ESP8266*

Copyright © 2019 Jurnal Rekayasa Elektroika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

KWH Meter digunakan untuk menghitung besarnya energi listrik yang dipakai pada konsumen perumahan atau industri untuk setiap jamnya dan dikalkulasikan dengan harga listrik yang harus dibayarkan. KWH meter hanya menghitung daya aktif pada suatu perumahan atau industri

sehingga apabila ada daya reaktif yang ditimbulkan oleh beban kapasitif atau induktif, maka KWH meter tidak dapat menghitung daya tersebut [1].

Jenis KWH meter yang beredar di Indonesia, ada dua yaitu tipe mekanik dan digital. Tipe mekanik adalah peralatan yang menghitung daya listrik dengan menghitung putaran atau rotasi piringan aluminium di

KWH meter. Kecepatan piringan aluminium menandakan besarnya daya yang sedang digunakan oleh konsumen. Sedangkan KWH meter jenis digital menggunakan rangkaian elektronik sebagai penghitungnya [1].

Pencatatan pemakaian listrik yang terjadi pada pelanggan seringkali menimbulkan permasalahan karena adanya kesalahan dalam pembacaan maupun pencatatan. Hal ini disebabkan karena terkendala dengan medan untuk menjangkau fisik KWH Meter pelanggan (pagar rumah terkunci, KWH Meter di dalam rumah) [5]–[7], [10].

II. STUDI PUSTAKA

Sistem pengukuran otomatis pada KWH meter satu fase melalui teknologi wireless GSM telah diimplementasikan untuk menghitung biaya tagihan dan merekam semua data penagihan sebelumnya secara berkala sehingga mendapatkan siklus penagihan yang pasti. Data ini dapat dikonversi ke format PDF. Hal ini sangat berguna untuk menentukan pola konsumsi energi [2].

Implementasian teknologi GSM untuk pengukuran energi listrik pada konsumen dengan hasil dapat dicetak melalui printer termal. Sistem ini mengintegrasikan meter energi digital yang terpasang di unit konsumen dengan sistem pemantauan energi perusahaan listrik. Meter digital listrik fase tunggal atau tiga fasa dapat digunakan untuk mengambil pembacaan data meter. Dengan GSM digunakan untuk mentransmisikan penggunaan energi dengan bantuan SMS [3].

Sistem monitoring jarak jauh secara nirkabel terhadap konsumsi energi dari beberapa peralatan listrik pada konsumen perumahan yang dioperasikan dari komputer pusat dengan jaringan sensor nirkabel menggunakan standar IEEE 802.15.4 dengan perangkat ZigBee. Uji kinerja menunjukkan bahwa prototipe yang dikembangkan mampu memberikan pengukuran dengan akurasi dan presisi yang sangat baik untuk tegangan dan arus [4].

Pengukuran energi listrik berbasis android melalui jaringan GSM diterapkan untuk mendapatkan sistem penagihan listrik otomatis. Hal ini bertujuan untuk mengukur dan memantau listrik yang dikonsumsi oleh konsumen di wilayah setempat dan mentransmisikan daya yang dikonsumsi ke stasiun serta mengeluarkan tagihan daya yang dikonsumsi secara otomatis. Hal ini juga bertujuan untuk menemukan malpraktek di meter [5].

Sistem pembacaan besaran listrik secara otomatis dapat diimplementasikan melalui jaringan GSM, karena aplikasi ini tidak memerlukan kecepatan data kecepatan tinggi, perlu bertenaga rendah, biaya rendah, jarak jauh, dan nirkabel. Sistem ini untuk mengatasi kekurangan teknologi pembacaan meteran listrik konvensional [6].

Teknologi e-metering (*Electronic Metering*) digunakan untuk menggantikan metode pembacaan meter konvensional dan memungkinkan akses jarak jauh dari meteran energi yang ada oleh penyedia energi juga dapat memantau pembacaan meter secara teratur tanpa orang yang mengunjungi setiap rumah. Sistem pengukuran energi dan perhitungan biaya berbasis GSM melalui

SMS. Setelah memproses data yang terkumpul, tagihan dihasilkan dan menggunakan perangkat lunak berbasis web, dikirim kembali ke pelanggan sebagai SMS [7].

Sistem pemantauan energi secara *real time* di Level 17, Tower 2, Kompleks Teknik, Universiti Teknologi MARA (UiTM) Malaysia dengan perangkat arduino, modul Wi-Fi ESP8266, dan sensor. Data hasil pengukuran disimpan di server web emoncms.org dan ditampilkan secara *real time* meliputi konsumsi energi, biaya, dan emisi CO₂ dengan komunikasi secara *wireless* dengan Wi-Fi. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan rata-rata 2,04% dibandingkan dengan meteran komersial [8].

Implementasi KWH meter untuk rumah tinggal berbasis Arduino terdiri dari sensor arus ACS712 dan modul GSM SIM800L. Hasilnya menunjukkan bahwa ketika meteran dinyalakan-ON tanpa beban outputnya 0,00kWh, beban laptop Dell Inspiron i-core7, output 10,75 kWh semua diamati pada aplikasi web awan secara *real time* [9].

Penelitian tentang monitoring, pengendalian, dan pembacaan meteran energi pada konsumen melalui jaringan ZigBee untuk konsumsi energi dilakukan dengan memodifikasi meteran elektromekanik tradisional. Hasilnya adalah mampu membaca secara otomatis dan mengirimkan datanya melalui komunikasi nirkabel ke stasiun pangkalan untuk monitoring dan analisis data dari meteran energi konsumen, sehingga menghindari kesalahan pembacaan secara manual [10].

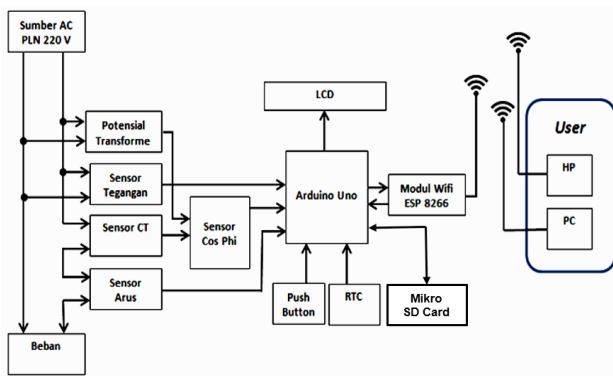
Implementasi sistem monitoring konsumsi daya listrik oleh konsumen berbasis Arduino Uno dan Raspberry Pi dengan perhitungan biaya pemakaian beban dan menampilkan informasi konsumsi daya beban dari konsumen seperti: tegangan, arus, faktor daya, sifat beban, jenis beban, daya, distorsi volt-ampere, distorsi faktor daya, THD, bentuk gelombang arus dan tegangan, serta spektrum frekuensi harmoniknya sebagai *smart energy meter* (SEM) sebagai transparansi konsumsi energi oleh konsumen untuk strategi tarif. Dengan sensor arus ZMCT103C, sensor tegangan ZMPT101B, dan sensor getar SW420 untuk keamanan. Kesalahan pengukuran sensor tegangan, arus, dan faktor daya adalah 0,8%, 1,5%, dan 1,0% [11].

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem *telemonitoring* KWH Meter melalui LCD (*Liquid Crystal Display*) yang terdapat pada KWH Meter maupun diakses melalui *web* sederhana dari jarak tertentu melalui jaringan nirkabel menggunakan modul WiFi ESP8266. Dengan demikian diharapkan pembacaan dan pencatatan data KWH Meter secara *real time*, mudah, dan tidak memberikan persepsi yang berbeda antara pelanggan dan petugas pencatat meter dari PLN.

III. METODE

A. Blok Diagram Sistem

Desain dan implementasi sistem *telemonitoring* KWH Meter yang dibuat terdiri dari bagian pengirim



Gambar 1. Diagram blok sistem

dan penerima. Di bagian pengirim terdapat sensor yang terintegrasi dengan Arduino Uno dan Wi-Fi ESP8266 untuk memancarkan sinyal. Hasil pancaran ini dapat diterima oleh PC atau HP untuk menampilkan data-data dari KWH Meter sehingga dapat dimonitor secara *real time*. Blok diagramnya seperti pada Gambar 1.

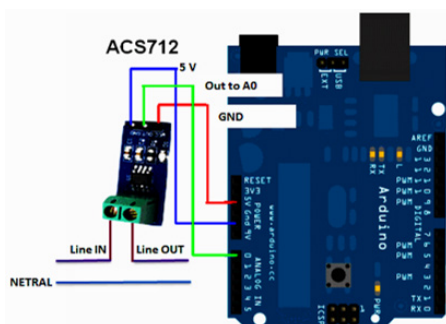
Cara kerja dari sistem ini adalah mengukur tegangan, arus, faktor daya, dan waktu. Hasil pengukuran diolah oleh Arduino Uno dengan perhitungan matematis untuk mendapatkan daya dan energi. Data pengukuran tegangan, arus, faktor daya, daya, dan energi dalam setiap detiknya serta data waktu dan tanggal yang diambil dari RTC dikirim ke PC atau *smartphone* dan ditampilkan dalam format web secara *real time* dan *up to date*. Pelanggan juga dapat memantau informasi tegangan, arus, faktor daya, daya, dan energi yang dihasilkan melalui *smartphone*, PC, atau LCD (*Liquid Crystal Display*) pada KWH Meter yang terpasang.

B. Sensor Arus ACS 712

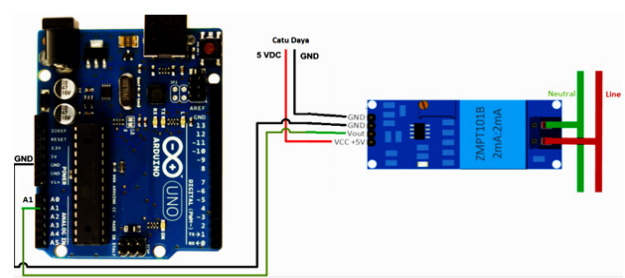
Sensor arus ACS 712 digunakan untuk mengukur besaran arus yang melewatinya. Sensor ini mengirim data analog ke yang ADC (*Analog to Digital Converter*) Arduino Uno sehingga diperoleh data arus. Konfigurasi sensor arus ACS 712 dengan Arduino Uno seperti pada Gambar 2.

C. Sensor Tegangan ZMPT 101B

Sensor tegangan ZMPT 101B digunakan untuk membaca besaran tegangan AC pada jaringan listrik



Gambar 2. Konfigurasi sensor arus ACS 712 dengan Arduino Uno



Gambar 3. Konfigurasi sensor tegangan ZMPT101B dengan Arduino Uno

PLN. Sensor ini terhubung ke ADC pada Arduino Uno. Konfigurasi sensor tegangan ZMPT 101B dengan Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 3.

D. Modul WiFi ESP 8266

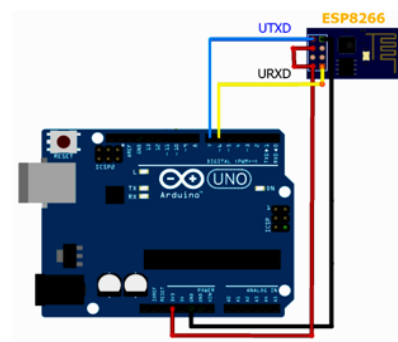
Modul WiFi ESP 8266 digunakan untuk mengunggah data dari hasil perhitungan sensor ke dalam web berbasis html. Modul WiFi ESP 8266 juga sebagai *server* untuk melayani *client* dalam proses *monitoring*. Konfigurasi modul WiFi ESP8266 dengan Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 4.

E. RTC DS 1307

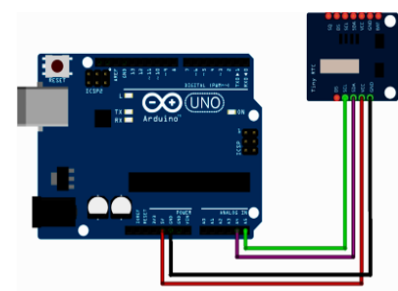
RTC DS 1307 adalah modul untuk memberikan data waktu dan tanggal ke Arduino Uno. Konfigurasi RTC DS 1307 dengan Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 5.

F. Untai Faktor Daya

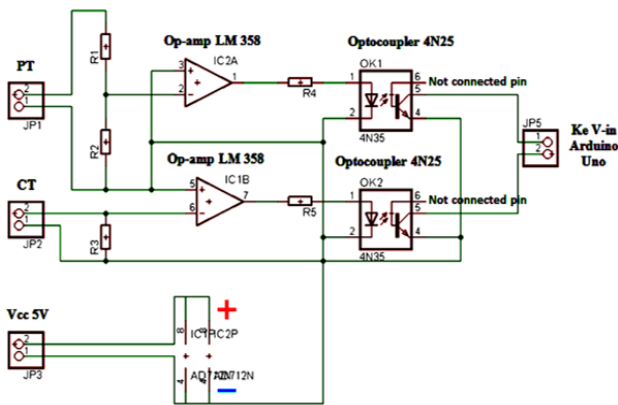
Untai faktor daya berfungsi sebagai pengukur beda fase pada beban induktans atau reaktans. Untai ini menggunakan



Gambar 4. Konfigurasi modul WiFi ESP8266 dengan Arduino Uno



Gambar 5. Konfigurasi RTC DS 1307 dengan Arduino Uno

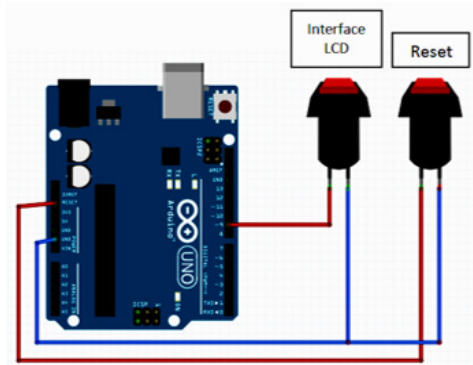


Gambar 6. Skematik sensor faktor daya

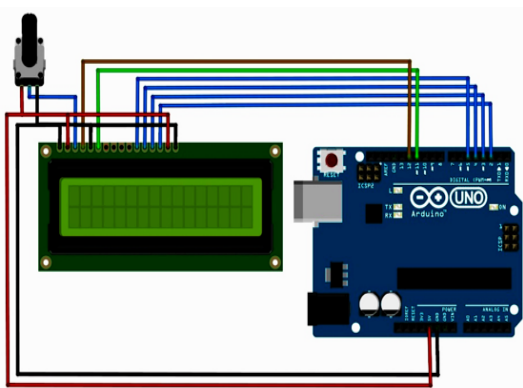
transformator tegangan (PT) untuk membaca gelombang tegangan dan transformator arus (CT) untuk membaca gelombang arus. Gelombang tersebut kemudian dideteksi nilai nolnya dengan op-amp LM 358 sebagai *zero crossing detector* (ZCD) yang outputnya gelombang kotak aktif *high*. Optocoupler 4N25 untuk mengubah menjadi aktif *low*. Untai detektor faktor daya seperti pada Gambar 6.

G. Push Button

Push button digunakan sebagai reset dengan cara dihubungkan dengan pin GND untuk mereset secara langsung pada pin Arduino Uno. Sedangkan *push button* sebagai pemilih menu tampilan LCD dihubungkan pada



Gambar 7. Rangkaian Push Button dengan Arduino Uno sebagai interface LCD dan reset



Gambar 8. Konfigurasi LCD dengan Arduino Uno

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan keluaran catu daya

Beban	Hasil Pengukuran Sebelum Tanpa Beban (VDC)	Hasil Pengukuran Berbeban (VDC)	Drop Voltage
Arduino	7.04	6.99	0,7 %
LCD	5.02	4.99	0,59 %
Sensor Cos Phi	5.00	4.97	0,6 %
Sensor Tegangan	5.01	4.98	0,59 %
Modul Wi-Fi	3.32	3.29	0,9 %

pin 9 Arduino Uno seperti pada Gambar 7.

H. LCD

LCD berfungsi untuk menampilkan informasi atau data pada *user* dan terhubung dengan Arduino Uno untuk menampilkan apapun yang diolah dan ditampilkan sesuai dengan program pada Arduino Uno. Adapun konfigurasi LCD dengan Arduino Uno ditunjukkan pada Gambar 8.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Catu Daya

Catu daya terdiri dari 3 komponen *voltage regulator* LM 7805 yang masing-masing mengeluarkan tegangan 5 volt serta mencatu maksimal dua komponen. Pengujiannya menggunakan *digital multimeter* CADIK dengan range 20 Volt DC dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

B. Pengujian Sensor Arus ACS 712 30A

Hasil pengukuran sensor arus ACS 712 30A dibandingkan dengan hasil pengukuran *ampere meter* HELES menggunakan dua jenis beban seperti pada Tabel 2.

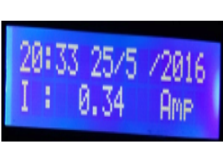
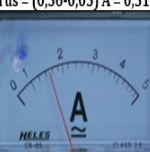
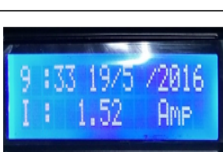
Tabel 2 menunjukkan bahwa sensor arus ACS 712 30A dalam keadaan baik, dibuktikan dengan hasil pembacaan sensor arus dengan alat ukur konvensional multimeter HELES mempunyai faktor kesalahan rata-rata 6% saat berbeban dan 0% saat tanpa beban.

C. Pengujian Sensor Tegangan ZMPT 101B

Hasil pengujian sensor tegangan ZMPT 101B dibandingkan dengan multimeter digital HELES dan multimeter analog HELES ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari hasil pengujian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa antara sensor tegangan ZMPT 101B dengan alat ukur konvensional Multimeter HELES mempunyai faktor kesalahan rata-rata 0,55%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor tegangan ZMPT 101B ini dalam kondisi baik.

Tabel 2. Pengujian Sensor Arus ACS712 30 A dengan beban

Beban	Hasil Pengukuran dengan		Faktor Kesalahan
	Multimeter HELES	Sensor ACS712 30 A	
Tanpa Beban	 Arus = 0,05 A	 I : 0.05 Amp	0%
Lampu Pijar	 Arus = (0,36-0,05) A = 0,31 A	 I : 0.34 Amp	8,8 %
Setrika Philips	 Arus = (1,52-0,05) A = 1,47 A	 I : 1.52 Amp	3,2%

D. Pengujian Untai Faktor Daya

Hasil pengujian dibandingkan dengan alat ukur konvensional faktor daya merk YOKOGAWA dengan beban resistif murni dan induktif seperti pada Tabel 4.

Dari Tabel 4. terlihat bahwa antara sensor faktor daya dengan alat ukur konvensional *Faktor daya* Meter YOKOGAWA mempunyai *error* 0% untuk beban resistif maupun induktif, kecuali untuk beban lampu TL *error* mencapai 4,2%. Hal ini dikarenakan ballas pada lampu TL sudah terlalu lama.

E. Pengujian Daya Listrik

Pengujian daya digunakan beban induktif yaitu setrika PHILIPS 300 Watt dan beban resistif lampu pijar 75 Watt. Hasil dari pengujian daya listrik menggunakan alat ini dibandingkan dengan alat ukur konvensional Watt Meter

Tabel 3. Hasil pengujian sensor tegangan ZMPT 101B

Hasil Pengukuran dengan Multimeter HELES	Hasil Pengukuran dengan Sensor ZMPT 101B	Faktor Kesalahan
	 U : 223.80 volt	0,8 %
 V = 215 Volt	 U : 215.67 volt	0,3 %

Tabel 4. Hasil pengujian sensor faktor daya

Beban	Hasil Pengukuran dengan Cos Phi meter YOKOGAWA	Hasil Pengukuran dengan Sensor Cos Phi	Faktor Kesalahan(%)
Lampu Pijar	 Cos Phi : 1	 PF : 1.00	0 %
Setrika PHILIPS	 Cos Phi = 0,99	 PF : 0.99	0 %
Lampu TL Philips	 Cos Phi = 0,91	 PF : 0.95	4,2 %

De Lorenzo dapat dilihat pada Tabel 5.

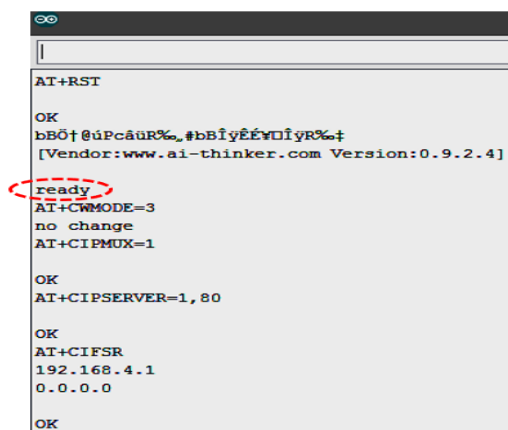
Dari Tabel 5. dapat dibandingkan antara sistem pada alat ini dan alat ukur konvensional Watt Meter De Lorenzo mempunyai faktor kesalahan yang kurang dari 5%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan perintah.

F. Pengujian Modul WiFi ESP8266

Modul WiFi ESP 8266 berperan sebagai pengirim

Tabel 5. Pengujian daya listrik

Beban	Hasil Pengukuran daya dengan Watt Meter De Lorenzo	Hasil Pengukuran daya dengan sistem alat ini	Faktor Kesalahan Alat
Lampu Pijar Philips 75W	 Range Tegangan = 300V Range Arus = 3A Faktor Pengali = 300 Hasil = 0,23 x 300 = 69 W Faktor kesalahan terhadap name plate beban = 8 %	 P : 76.18 Watt	1,5 %
Setrika Philips 300W	 Range Tegangan = 300V Range Arus = 3A Faktor Pengali = 300 Hasil = 1 x 300 = 300 W Faktor kesalahan terhadap name plate beban = 0 %	 P : 303.38 Watt	1,1 %



Gambar 9. Pengujian cek status Modul WiFi ESP 8266

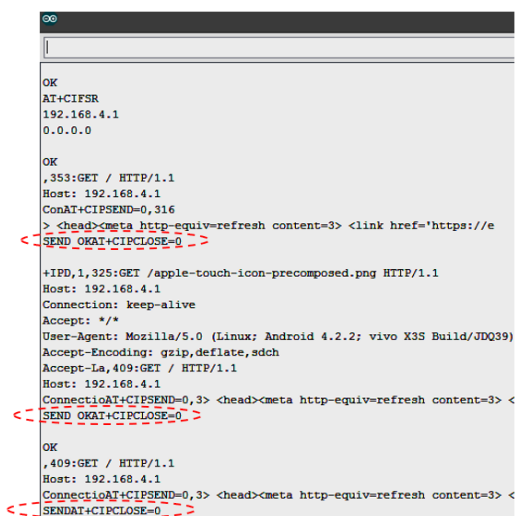
informasi data dari KWH Meter ke *user* yang dapat diakses melalui *smartphone* atau PC. Pengujian modul WiFi ESP8266 dilakukan dengan 2 tahapan yaitu: memeriksa status kesiapan modul WiFi ESP 8266 dan melihat keberhasilan pengaksesan data.

Memeriksa status modul WiFi ESP 8266 dilakukan untuk mengetahui apakah modul WiFi ESP 8266 sudah siap untuk digunakan sebagai media dalam pengaksesan data. Hasil ditampilkan pada *serial monitor* Arduino Uno IDE yang ditunjukkan pada Gambar 9.

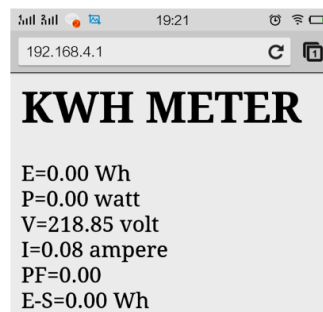
Pada Gambar 9 terlihat bahwa modul WiFi ESP 8266 berstatus *READY* atau dengan kata lain modul siap untuk mengirimkan data dan dapat diakses sebagai *server* atau *client*. Keberhasilan pengaksesan data melalui modul WiFi ESP 8266 dapat diketahui saat *IP address* dapat diakses oleh *user*. Hasil ditampilkan pada *serial monitor* Arduino Uno IDE seperti pada Gambar 10.

Pada Gambar 10 terlihat bahwa modul WiFi ESP 8266 dapat diakses sebagai *server* atau *client* yang ditunjukkan pada program *AT-Command* `AT+CWMODE=3`, dan data-data yang dikirimkan oleh modul WiFi ESP 8266 dapat diakses melalui alamat *IP address* 192.168.4.1.

Keberhasilan pengaksesan data dapat ditandai dengan munculnya *AT-Command* berupa `SEND OK` dan



Gambar 10. Pengujian keberhasilan akses modul ESP 8266



Gambar 11. Hasil akses dengan Modul WiFi ESP 8266 dengan HP

`AT+CIPCLOSE=0` pada *serial monitor* Arduino Uno IDE seperti pada Gambar 10. Sedangkan hasil pengaksesan data-data KWH Meter melalui modul WiFi ESP 8266 yang telah diakses *user* dengan ponsel seperti Gambar 11.

Pada Gambar 11 merupakan tampilan web berisi data KWH Meter pada saat dilakukan *monitoring* oleh *user*. Alamat *IP address* yang tersedia dapat diakses dengan ponsel *user* sesuai dengan yang diinginkan. Jadi dengan demikian modul WiFi ESP8266 dapat mengirimkan data dan dapat diakses dengan baik.

G. Pengujian KWH Meter

Pengujian ini dengan KWH Meter sebenarnya dilakukan dengan menggunakan beban sebanyak sepuluh lampu pijar masing-masing berdaya 50W dan KWH Meter fasa tunggal dua kawat kelas dua dari PLN dengan jenis FA14AI1Z (900 putaran/kWh). Pengujian dilakukan selama 12 menit atau setara dengan bertambahnya 0,1 kWh dengan beban 500W. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa pengujian alat dengan KWH Meter sebenarnya dapat menampilkan hasil yang sama dalam pengujian selama 12 menit, yaitu sebesar 0,1 kWh. Sehingga dalam pengujian ini antara alat dengan KWH Meter sebenarnya terdapat *error* sebesar 0%.

H. Pengujian Jarak Jangkauan Modul WiFi ESP 8266

Pada pengujian jarak jangkauan modul WiFi ESP 8266 dilakukan pengujian dalam kondisi terhalang dan tidak terhalang. Hasil pengujian seperti pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Dari Tabel 6 dan Tabel 7 terlihat bahwa jarak pancaran modul WiFi ESP 8266 dengan piranti pengakses maksimal 15 meter saat kondisi tidak terhalang dan 10 meter saat kondisi terhalang.

I. Pengujian Micro SD Card

Micro SD digunakan untuk menyimpan data pembacaan sensor arus, tegangan, faktor daya, tanggal, jam, dan penggunaan beban berdasarkan waktu yang telah ditentukan, sehingga dapat mengetahui histori pada beban. Hasil pengujian pengujian Micro SD dengan menggunakan *serial monitor* IDE Arduino ditunjukkan pada Gambar 12.

Tabel 5. Pengujian alat dengan KWH Meter sebenarnya

KWH Meter Sebenarnya		
Perhitungan	Waktu	Gambar
Daya : $500W \times 10 = 500W$ Energy : $500W \times 0,2 \text{ jam} = 100 \text{ Wh} = 0,1 \text{ kWh}$	720 detik = 12 menit = 0,2 jam   Waktu = 12 menit	  (0,5 - 0,4) kWh = 0,1 kWh
KWH Meter (Alat)		
Perhitungan	Waktu	Gambar
Daya : $500W \times 10 = 500W$ Energy : $500W \times 0,2 \text{ jam} = 100 \text{ Wh} = 0,1 \text{ kWh}$	720 detik = 12 menit = 0,2 jam   Waktu = 12 menit	  (100-0) $\times 10^{-3} = 0,1 \text{ kWh}$

Tabel 6. Hasil pengujian jarak Wifi ESP 8266 kondisi tidak terhalang

Jarak Jangkauan	Koneksi	Keterangan
Tidak Terhalang 0 CM 0 M	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 0 m tanpa halangan, koneksi WiFi mempunyai sinyal yang sangat baik
Tidak Terhalang 500 CM 5 M	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 5 m tanpa halangan, koneksi WiFi mempunyai sinyal yang baik
Tidak Terhalang 1000 cm 10 m	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 10 m tanpa halangan, sinyal koneksi WiFi satu tingkat melemah dari kondisi full
Tidak Terhalang 1500 cm 15 m	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 15 m tanpa halangan, sinyal koneksi WiFi melemah dua tingkat dari kondisi full
20 meter atau lebih	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 20 m tanpa halangan, WiFi masih terdeteksi namun sinyal koneksi tidak ada

Dari Gambar 12 pada SD Card akan menyimpan data dalam format *.csv yang merupakan histori pemakaian beban. File csv yang disimpan pada Micro SD dapat ditampilkan ke dalam format Microsoft Excel seperti pada

Tabel 7. Hasil pengujian jarak Wifi ESP 8266 kondisi terhalang

Jarak Jangkauan	Koneksi	Keterangan
Terhalang 0 CM 0 M	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 0 m dengan halangan, koneksi WiFi mempunyai sinyal yang sangat baik
Terhalang 500 CM 5 M	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 5 m dengan halangan, sinyal koneksi WiFi satu tingkat melemah dari kondisi full
Terhalang 1000 CM 10 M	Wi-Fi Connected to ESP_F45870 Scan Choose a network ✓ ESP_F45870	Dengan jarak 10 m dengan halangan, sinyal koneksi WiFi dua tingkat melemah dari kondisi full
Terhalang 1500 CM 15 M	Wi-Fi Obtaining IP address-- Scan Choose a network ESP_F45870	Dengan jarak 15 m dengan halangan, WiFi terdeteksi namun susah terkoneksi dan sinyal koneksi tidak ada
20 meter atau lebih	Wi-Fi Obtaining IP address-- Scan Choose a network ESP_F45870	Dengan jarak 20 m dengan halangan, WiFi terdeteksi namun susah terkoneksi dan sinyal koneksi tidak ada

Gambar 13.

Dari Gambar 13, maka histori beban dapat diketahui dengan lebih mudah dan dapat langsung dicetak atau dapat dibuat dalam bentuk grafik untuk mengetahui *trend* pemakaian beban dalam periode waktu tertentu.

A. Mengakses IP Address dari Modul WiFi ESP 8266

Dalam kegiatan *monitoring* dengan cara mengakses IP address Wifi ESP 8266 dengan piranti yang akan digunakan untuk *monitoring* dengan sinyal wifi yang terdeteksi. Gambar 14 menunjukkan piranti berupa ponsel yang terhubung dengan sinyal wifi dari modul ESP 8266.

COM14 (Arduino/Genuino Uno)	
No	Tanggal, Jam, Tegangan, Arus, Beban, Cosh phi
1	Jum'at17/6/2016, 2:1, 194.22, 2.15, 48.52, 0.12
2	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.44, 2.01, 50.11, 0.13
3	Jum'at17/6/2016, 2:1, 191.82, 1.97, 47.47, 0.13
4	Jum'at17/6/2016, 2:1, 190.10, 1.93, 48.24, 0.13
5	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.40, 1.90, 52.98, 0.14
6	Jum'at17/6/2016, 2:1, 194.82, 1.88, 53.34, 0.15
7	Jum'at17/6/2016, 2:1, 191.53, 1.88, 50.90, 0.14
8	Jum'at17/6/2016, 2:1, 193.52, 1.88, 51.44, 0.14
9	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.63, 1.86, 51.52, 0.14
10	Jum'at17/6/2016, 2:1, 190.03, 1.89, 53.30, 0.15
11	Jum'at17/6/2016, 2:1, 193.00, 1.87, 50.02, 0.14
12	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.62, 1.87, 52.01, 0.14
13	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.24, 1.86, 47.03, 0.13
14	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.04, 1.87, 49.75, 0.14
15	Jum'at17/6/2016, 2:1, 191.85, 1.88, 54.15, 0.15
16	Jum'at17/6/2016, 2:1, 193.53, 1.87, 43.05, 0.12
17	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.86, 1.88, 53.88, 0.15
18	Jum'at17/6/2016, 2:1, 192.81, 1.88, 51.72, 0.14
19	Jum'at17/6/2016, 2:1, 194.02, 1.87, 53.95, 0.15
20	Jum'at17/6/2016, 2:1, 190.57, 1.88, 48.07, 0.13

Gambar 12. Pengujian Micro SD Card dengan Serial Monitor

Gambar 13. Pengujian Micro SD di tampilkan ke Excel



Gambar 14. Pengkoneksian ponsel dengan sinyal Wifi yang tersedia

Setelah piranti terkoneksi dengan sinyal wifi (*connected*) yang ditunjukkan pada Gambar 14, maka langkah selanjutnya yaitu mengakses IP *address* yang ditentukan oleh modul Wifi ESP 8266.

Saat IP *address* 192.168.4.1 diakses, maka akan muncul tampilan web sederhana yang menampilkan status KWH Meter secara keseluruhan tanpa menekan tombol apapun untuk melakukan *reload*, karena *reload* sudah dilakukan secara otomatis oleh sistem. Hal tersebut ditujukan agar tampilan status KWH Meter selalu *update* dengan kondisi beban yang ada. Gambar 15 menunjukkan tampilan web sederhana hasil pengaksesan IP *address* 192.168.4.1.

Perbandingan status KWH Meter yang diakses melalui dua cara yaitu tampilan visual langsung melalui LCD dan

Gambar 15. Tampilan web sederhana status KWH Meter

Tabel 8. Perbandingan hasil status KWH Meter dengan dua macam akses

Hasil tampilan dari LCD	Hasil Tampilan web
15:18 22/5 /2016 W : 4.65 wH	192.168.4.1 X B KWH METER 4.65wH 218.50volt 1.44ampere 0.99 310.31watt
15:20 22/5 /2016 U : 218.50 volt	
15:20 22/5 /2016 I : 1.44 Amp	
15:21 22/5 /2016 PF : 0.99	
15:21 22/5 /2016 P : 310.31 Watt	

tampilan web sederhana dapat dilihat pada Tabel 8.

Dari Tabel 8 terlihat bahwa akses data status KWH Meter melalui cara manual (melihat pada layar LCD) maupun otomatis (mengakses data melalui *ip address*) mempunyai hasil yang sama, sehingga alat ini berhasil menampilkan status KWH Meter sesuai dengan perintah.

J. Pengujian Kinerja Sistem

Saat catu daya dinyalakan maka pada LCD 16x2 akan tertampil waktu dan tanggal serta status dari KWH Meter dan sensor Wifi ESP 8266 siap untuk mengirim data saat *user* melakukan akses pada alamat ip (*ip address*) yang disediakan oleh sensor Wifi ESP 8266 dan langsung diunggah (*terupdate*) oleh sensor Wifi ESP 8266 saat *user* melakukan *monitoring*. Dengan *real time* status yang dapat dibaca pada LCD KWH Meter dan piranti yang digunakan untuk mengakses data monitoring, seperti ponsel maupun PC (*Personal Computer*) yang *terupdate* internet. *Monitoring* menggunakan LCD dilakukan dengan menekan *push button* “next” yang tersedia. *Push button* “next” menyebabkan layar LCD menggeser tampilan ke status selanjutnya. Tabel 9 menunjukkan pergeseran tampilan LCD saat *push button* ditekan.

Data *real time* pada pengaksesan status KWH Meter

Tabel 9. Pergeseran tampilan layar LCD dengan Push Button

Push Button	Tampilan	Tampilan pada LCD
penekanan pertama	Menampilkan Konsumsi Energi	15:18 22/5 /2016 W : 0.00 wH
penekanan kedua	Menampilkan Daya	15:18 22/5 /2016 P : 0.00 Watt
penekanan ketiga	Menampilkan Tegangan	15:18 22/5 /2016 U : 219.20 volt
penekanan keempat	Menampilkan Arus	15:18 22/5 /2016 I : 0.08 AMP
penekanan kelima	Menampilkan Cos Phi	15:18 22/5 /2016 PF : 0.00



Gambar 16. Tampilan LCD secara real time dengan waktu sebenarnya yang ter-update internet

dapat dilihat pada bagian atas layar LCD yang terdapat pada KWH Meter. Data *real time* sesuai dengan waktu yang *terupdate* dengan internet. Gambar 16 menunjukkan perbandingan *real time* KWH Meter dengan waktu *update* internet.

Pada Gambar 16 terlihat waktu yang tertampil pada LCD yaitu pukul 15:18 pada tanggal 22/5/2016 begitu juga waktu yang tertampil pada ponsel yang *terupdate* dengan internet yaitu pukul 15:18 tanggal 22/5/2016. Sehingga dapat dikatakan pengujian tampilan *real time* sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan semua komponen dapat berfungsi dengan baik. Sensor arus ACS712 30A memiliki rerata error 1%, sensor tegangan ZMPT101B mampu melakukan pembacaan tegangan dalam kondisi berbeban maupun tanpa beban dengan rerata kesalahan 0,5%, dan sensor beda fase mampu melakukan pembacaan beda fase dengan rerata error 1 % untuk beban resistif dan 4,2% untuk beban induktif berupa lampu TL. Pengukuran daya listrik untuk lampu pijar 75 W dan setrika 300 W mempunyai rerata error 1,3%. Hasil monitoring yang ditampilkan pada layar LCD pada KWH Meter mempunyai hasil yang sama dengan yang dipancarkan melalui modul WiFi ESP 8266, dan jarak modul WiFi ESP8266 dengan piranti pengakses maksimal 15 meter saat kondisi tidak terhalang dan 10 meter saat kondisi terhalang, dan data hasil pengukuran disimpan dalam Mikro SD Card.

REFERENSI

- [1] Jenis KWH Meter PLN (view Jan. 2019) [Online]. Available: <http://teknoenergi.blogspot.com/2013/07/jenis-kwh-meter-pln.html>
- [2] Kulkarni, Shailesh R., Chaphekar S.N., Energy Monitoring Using Wireless Technique, *SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering* (SSRG-IJEEE) – volume 1 Issue8 Oct 2014 ISSN: 2348-8379 www.internationaljournalssrg.org Page 12. 2014.
- [3] Prabhu R., Geetha A., Vadivelan P., Ilayabharathy L., Smart Energy Meter with GSM Technology and Self Thermal Printing Technology *International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics* (IJETCSE) ISSN: 0976-1353 Volume 12 Issue 1 –DECEMBER 2014.
- [4] Afonso, Jose A., Rodrigues, Filipe., Pereira, Pedro., Goncalves, Henrique., Afonso, Joao L., 2015, Wireless Monitoring and Management of Energy Consumption and Power Quality Events, *Proceedings of the World Congress on Engineering* 2015, London, U.K Vol IWCE 2015, July 1 - 3, 2015.
- [5] Paul, Diya, Elizabeth., Vijayan, Alpha., Smart Energy Meter Using Android Application And GSM Network, *International Journal Of Engineering And Computer Science* (IJECS) ISSN:2319-7242 Volume – 5 Issue -03 March, 2016 Page No. 16058-16063
- [6] Jadhav, Akash N., Suryavanshi, Yogesh.T., Dewar, Bosu K., Kumbhar, Mahesh M., Automatic Electric Meter Reading & Monitoring System Using GSM, *International Research Journal of Engineering and Technology* (IRJET) e-ISSN: 2395 -0056 Volume: 03 Issue: 05 | May-2016 www.irjet.net p-ISSN: 2395-0072 © 2016, IRJET | Impact Factor value: 4.45 | ISO 9001:2008 Certified Journal | Page 1025
- [7] Rachitha G., Kumar, Raushan., Srilakshmi S., Mishra, Koustubh., Umesh, Suma., GSM Based Energy Meter And Billing Via SMS, *International Journal of Latest Research in Engineering and Technology* (IJLRET) ISSN: 2454-5031 www.ijlret.com | PP. 209-212 NC3PS-2016
- [8] Dahlan, NY., Aris, AAM., Saidin, MA., Nadzeri, MJM., Nawi, MNM., Abas, WF., Abidin, AF., Mohammad, H., Zakaria, Z., Arshad, P., Development of Web-Based Real-time Energy Monitoring System for Campus University, *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, Vol. 8 No. 10 ISSN: 2180-1843 e-ISSN: 2289-8131, 2016.
- [9] Okafor, KC., Ononiwu, GC., Precious, U., Godis, AC., Development of Arduino Based IoT Metering System for On-Demand Energy Monitoring, *International Journal of Mechatronics, Electrical and Computer Technology* (IJMEC) Vol. 7(23), Jan. 2017, pp. 3208-3224 IJMEC DOI: 649123/10.225112, 2017.
- [10] Mahmood, Noof T., Abbas, Eyad I., Wireless Controlling and Monitoring the Consumption Energy Meter based on ZigBee Technology, *International Journal of Current Engineering and Technology* Vol.7, No.5 (Sept/Oct 2017) E-ISSN 2277 – 4106, P-ISSN 2347-5161 ©2017 Available at <http://inpressco.com/category/ijcet> Research Article, 2017.
- [11] Muljono, Agung Budi., Nrartha, I Made Ari., Ginarsa, I Made., Suksmadana, I Made Budi., Rancang Bangun Smart Energy Meter Berbasis UNO dan Raspberry Pi, *Jurnal Rekayasa Elektrika* Vol. 14, No. 1, April 2018, hal. 9-18, ISSN. 1412-4785; e-ISSN. 2252-620X, ada di alamat <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JRE/article/view/8718>

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

