

RANCANG BANGUN APLIKASI MONITORING KONSUMSI ENERGI LISTRIK 1 FASA PELANGGAN PLN PASCABAYAR BERBASIS WEB SERVER

Muhamad Angga Irawan¹⁾, Edy Ervianto²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, ²⁾Dosen Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Email : muhamad.angga6879@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Electricity is one of the sources of energy which is a major need in daily life. Appropriate efforts are needed so that the availability of electrical energy used can be maintained availability. Concern for each consumer in this case a large-scale 1-phase PLN customer, will have a broad impact if they make joint savings through a measurable mechanism for the use of electrical energy. Until now, PLN single-phase customers do not yet have facilities to get real-time information on household electrical energy usage. Thus designed an application that can measure, process data, and display the use of electrical energy which is named "AMoEL (Electric Energy Monitoring Application)". AMoEL can measure Current, Voltage, Power, Electric Energy and Rates. In testing the instrument, getting the results of varying measurement accuracy, where the instrument testing sample for 4 days obtained the value of the accuracy of energy (kWh), namely: the first day at 87.13%, the second day at 77.81%, the third day at 77.46 %, and fourth day is 85.25%. Any data that has been successfully sent will be stored and displayed on the webserver, so customers can access information on home electricity usage easily.

Keywords: Current Sensor, Voltage Sensor, Cosphi Sensor, Php Website, MySQL Database.

1. PENDAHULUAN

Saat ini PT PLN (Persero) selaku penyedia jasa energi listrik milik negara berkewajiban menjamin ketersediaan serta keberlangsungan energi listrik untuk kebutuhan masyarakat luas. Namun sampai dengan saat ini, khususnya pelanggan PLN Rumah Tangga 1 Fasa Pascabayar masih mengeluhkan biaya yang harus dibayarkan setiap bulan tidak sesuai dengan konsumsi energi listrik yang digunakan. Penyebabnya bisa dari petugas pencatat kWh meter yang setiap bulannya tidak melaksanakan pemeriksaan dalam periodik yang jelas. Digitalisasi merupakan salah satu solusi terbaik yang dipilih untuk mengurangi faktor kesalahan, kita dapat menerapkan sistem digital sebagai langkah *inovasi* yaitu dengan cara membuat aplikasi untuk memonitor konsumsi energi listrik yang kita pakai dalam kehidupan sehari-hari dan dapat juga digunakan sebagai data pembanding pembayaran tagihan penggunaan listrik.

2. TEORI DASAR

Landasan teori ini bertujuan agar teori – teori relevan dapat digunakan sebagai acuan dalam pemecahan masalah yang timbul selama penulisan penelitian ini.

2.1 Energi dan Daya Listrik

Energi dan daya listrik merupakan dua istilah yang berbeda namun memiliki keterkaitan. Energi listrik

adalah energi yang ditimbulkan oleh muatan listrik (statis) sehingga mengakibatkan adanya gerakan muatan listrik (dinamis). Berkaitan dengan akumulasi arus elektron yang dinyatakan dalam watt-jam atau watt-detik (Joule) (Komang, 2016). Daya listrik adalah energi listrik yang digunakan dalam satu satuan waktu. Daya listrik dinotasikan dengan huruf P.

Sehingga Jika dirumuskan menjadi seperti ini:

$$W = V \times I \times t \quad (1)$$

$$P = V \times I \quad (2)$$

Persamaan 1 merupakan persamaan untuk mencari energi, persamaan 2 untuk mencari daya.

Dimana :

W = Energi Listrik (Joule);

I = Arus (Ampere);

t = Waktu (Sekon);

V = Tegangan (Volt);

P = Daya (watt);

2.2 kWh Meter

kWh meter adalah alat pengukur energi listrik yang mengukur secara langsung hasil kali antara tegangan, arus, faktor daya, dan waktu. Induksi magnetis yang berasal dari kerja medan magnet dibangkitkan oleh arus

melalui kumparan arus terhadap disc (piring putar) kWh meter, dimana induksi magnetis ini berpotongan dengan induksi magnetis yang dibangkitkan oleh arus melewati kumparan tegangan terhadap disc yang sama.

2.3 Modul Sensor Arus SCT 013-000

Sensor SCT-013-000, sensor yang digunakan sebagai membaca nilai arus yang lewat pada suatu penghantar terhadap suatu beban. Berikut merupakan gambar 1. Sensor SCT 013-000.

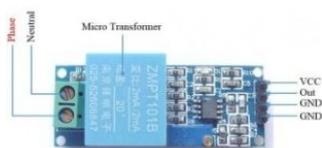


Gambar 1. Sensor SCT 013-000

Prinsip kerja sensor arus ini sebuah penghantar yang dilewati oleh arus akan dilewati oleh sebuah ring toroid yang nantinya akan menimbulkan medan magnet, sehingga pada komponen sensor memiliki fluks magnet menginduksikan kumparan di dalam sensor tersebut sehingga memunculkan sinyal listrik yang nantinya dibaca dan dikonversikan oleh arduino.

2.4 Modul Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor ZMPT101b merupakan 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. Berikut merupakan gambar 2. Sensor tegangan ZMPT101b.



Gambar 2. Sensor Tegangan ZMPT101b

2.5 Modul Sensor Cosphi

Faktor daya dengan mikrokontroler menggunakan *Op-Amp to Zero Cross Detection* untuk menemukan pergeseran antara fasa arus dan fasa tegangan, *Op-Amp* mengkonversi sinyal gelombang sinusoidal yang berasal dari *Current Transformer (CT)* dan *Potential Transformer (PT)* dengan amplitudo yang berbeda untuk gelombang persegi pada besaran sekitar 4V amplitudo, ketika kita menghubungkan dua gelombang ini sebagai input gerbang XOR. Output gerbang XOR akan bernilai 1 ketika input memiliki sinyal yang berbeda sehingga ketika beban resistif output gerbang XOR bernilai 0 karena dua fasa tegangan dan arus mulai dan berakhir pada waktu yang

bersamaan, tetapi ketika beban induktif atau kapasitif output XOR bernilai 1 karena ada pergeseran fasa antara tegangan dan arus. Dan dapat dituliskan persamaannya.

$$PF = \cos (f \times dt \times 360) \quad (3)$$

Dimana ;

PF = Faktor daya

f = Frekuensi (Hz)

dt = Perbedaan waktu antara 2 fasa / keluaran XOR *ON-time*

2.6 Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan pengguna dalam berbagai bidang elektronik. *Hardware* arduino menggunakan Atmel AVR dan *software* arduino menggunakan bahasa pemrograman C. Dari segi daya, Arduino Uno membutuhkan tegangan aktif sekitar 5 volt, sehingga dapat diaktifkan melalui koneksi USB. Untuk Digital I/O terdiri dari 14 kaki (kaki 0 sampai kaki 13), dengan 6 kaki (3, 5, 6, 9, 10, dan 11) mampu memberikan output PWM (*Pulse Width Modulation*). Berikut merupakan gambar 3. Arduino Uno R3.



Arduino Uno R3 Front

Gambar 3. Arduino Uno R3

2.7 Modul Wifi ESP8266-07

Modul ESP8266 adalah komponen chip terintegrasi dengan protokol TCP/IP yang menerima perintah dari semua mikrokontroler, didesain untuk keperluan konektivitas. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu sehingga dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi *networking* Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya. Berikut merupakan gambar 4. Modul Wifi ESP8266-07.



Gambar 4. Modul Wifi ESP8266-07

2.8 Internet of Things

Pengertian *Internet of Things* adalah segala sesuatu atau perangkat elektronik yang dapat berinteraksi secara langsung oleh *user* yang digunakan sebagai kebutuhan monitoring dan kontrol pada suatu perangkat melalui internet.

2.9 Webservice

Webservice adalah *software* yang memberikan layanan data yang mempunyai fungsi untuk menerima permintaan HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) atau HTTPS yang dikirim oleh klien melalui web browser dan mengirimkan kembali hasilnya dalam bentuk halaman web yang umumnya berbentuk dokumen HTML (*HyperText Markup Language*). Web server berguna sebagai tempat aplikasi web dan sebagai penerima permintaan dari *client*.

2.10 PHP (PHP: Hypertext Preprocessor)

PHP adalah bahasa pemrograman script *server-side* yang didesain untuk pengembangan web. Selain itu PHP juga bisa digunakan sebagai bahasa pemrograman umum. PHP di kembangkan pada tahun 1995 oleh Rasmus Lerdorf, dan sekarang dikelola oleh The PHP Group. Situs resmi PHP beralamat di <http://www.php.net>. PHP disebut bahasa pemrograman *server side* karena PHP diproses pada komputer server. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman *client-side* seperti *JavaScript* yang diproses pada web browser (*client*).

2.11 MySQL

MySQL adalah sebuah perangkat lunak sistem manajemen berbasis data *SQL Database Management System* (DBMS) yang multithread, multi-user, dengan sekitar enam juta instalasi di seluruh dunia. MySQL AB membuat MySQL tersedia sebagai perangkat lunak gratis dibawah lisensi *General Public Lisence* (GPL) (Sidik. B, 2012).

2.12 Basis Data (Database)

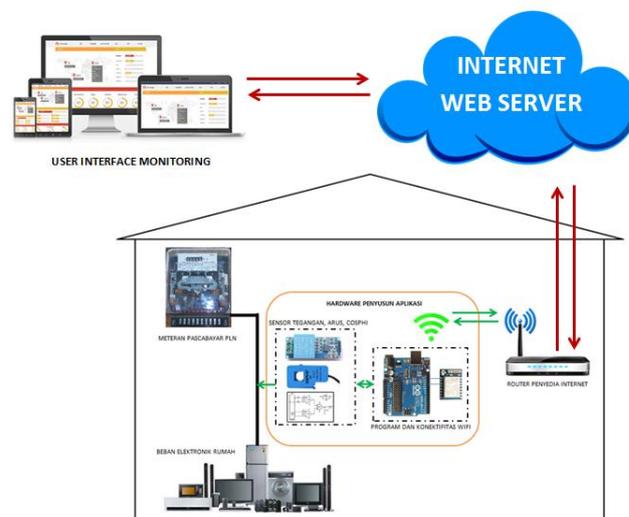
Database atau basis data adalah sekumpulan data yang saling terhubung satu dengan yang lain atau sekumpulan tabel yang saling berhubungan. Fungsi dari basis data adalah menyimpan data-data pada tabel yang terkumpul menjadi satu tempat. Basis data juga dapat umpamakan dengan rumah yang memiliki beberapa kamar dan sebuah properti seperti lemari, tempat tidur, dan televisi bisa disebut dengan *query* nya. (Sidik. B, 2012).

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Blok Diagram

Berikut merupakan gambar 5. Blok diagram sistem

kerja aplikasi.

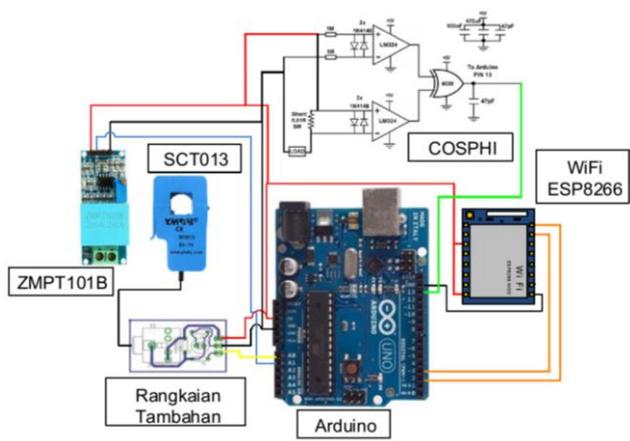


Gambar 5. Blok diagram sistem kerja aplikasi

Gambar diatas menunjukkan bahwa, pada alat terdapat dua bagian utama penyusun terbentuknya “AMoEL (Aplikasi Monitoring Energi Listrik)” yaitu sisi *hardware* dan *software*. Pertama pada sisi *hardware* merupakan bagian penyusun terbentuknya alat yang berfungsi untuk melakukan pengukuran dan pengolahan data hasil pembacaan sensor. Sedangkan yang kedua ada pada sisi *software* yang dirancang untuk melakukan proses pengelompokan informasi dan penyimpanan ke dalam *database* yang ditumpangkan ke layanan penyedia website.

3.2 Rangkaian Penyusun Alat

Rangkaian penyusun alat merupakan penggabungan dari berbagai komponen alat yang telah terhubung secara utuh untuk melakukan fungsinya sebagai pengukuran konsumsi energi listrik. Pengukuran tahap pertama dilakukan oleh sensor arus, sensor tegangan, dan sensor cosphi berfungsi untuk mendapatkan data-data pengukuran. Tahap kedua ada pada arduino, dimana hasil pengukuran sensor-sensor tersebut akan di kelola dan di proses untuk menghasilkan data-data berupa nilai daya, dan energi listrik. Tahap terakhir data-data tersebut akan dikirimkan ke website melalui modul wifi ESP8266. Proses ini terjadi pada sisi perangkat keras, sedangkan pada sisi perangkat lunak akan dikelola menggunakan MySQL. Berikut merupakan gambar 6. Rangkaian lengkap perancangan alat.



Gambar 6. Rangkaian lengkap perancangan alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Kalibrasi Sensor Arus

Dilakukan kalibrasi terhadap penggunaan sensor arus SCT 013-000 dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur tang amperemeter dan multimeter, yang dapat dilihat pada tabel 1. Hasil kalibrasi sensor SCT 013-000.

Tabel 1. Hasil kalibrasi sensor SCT 013-000

ALAT UKUR			PERSENTASE		ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (APE) (6) = (2)-(1)/(2)
SCT 013-000	TANG AMPERE	MULTIMETER	SCT 013-000 TANG AMPERE	SCT 013-000 MULTIMETER	
(1)	(2)	(3)	(4) = (1)/(2)	(5) = (1)/(3)	
1.718 A	1.719 A	1.71 A	99.94%	100.5%	0.06%

Tabel diatas merupakan proses kalibrasi untuk memastikan bahwa sensor arus telah melakukan pengukuran dengan nilai persentase akurasi mencapai 99.4% terhadap pengukuran tang amperemeter.

4.2 Hasil Kalibrasi Sensor Tegangan

Dilakukan kalibrasi terhadap penggunaan sensor tegangan ZMPT101B dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur tang amperemeter dan multimeter, yang dapat dilihat pada tabel 2. Hasil kalibrasi sensor ZMPT101B.

Tabel 2. Hasil kalibrasi Sensor ZMPT101B

ALAT UKUR			PERSENTASE		ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (APE) (6) = (2)-(1)/(2)
ZMPT101B	TANG AMPERE	MULTIMETER	ZMPT101B TANG AMPERE	ZMPT101B MULTIMETER	
(1)	(2)	(3)	(4) = (1)/(2)	(5) = (1)/(3)	
237.5 V	235.0 V	236.1 V	101.0%	100.6%	-0.01%

Tabel diatas merupakan proses kalibrasi untuk memastikan bahwa sensor tegangan telah melakukan pengukuran dengan nilai persentase akurasi mencapai 101.0% terhadap pengukuran tang amperemeter.

4.3 Hasil Kalibrasi Sensor Cosphi

Dilakukan kalibrasi terhadap penggunaan sensor Cosphi dengan cara membandingkan hasil pengukuran

sensor dengan alat ukur Cosphi meter, yang dapat dilihat pada tabel 3. Hasil kalibrasi sensor cosphi.

Tabel 3. Hasil kalibrasi Sensor Cosphi

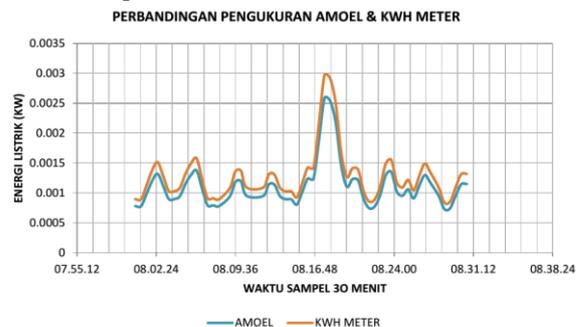
ALAT UKUR		PERSENTASE	ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (APE) (4) = (2)-(1)/(2)
COSPHI	COSPHI METER	COSPHI COSPHI METER	
(1)	(2)	(3) = (1)/(2)	
0.792	0.794	99.75%	0.25%

Tabel diatas merupakan proses kalibrasi untuk memastikan bahwa sensor cosphi telah melakukan pengukuran, dengan nilai persentase akurasi mencapai 99.75% terhadap pengukuran cosphi meter.

4.4 Data Pengukuran

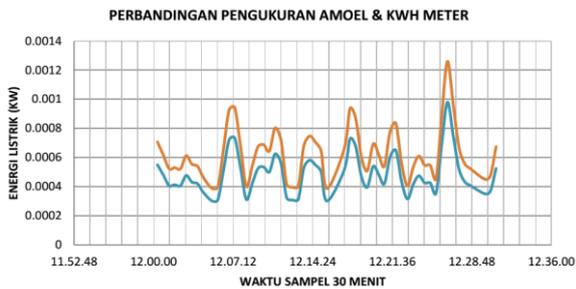
Pengukuran dilakukan dengan memberikan 3 beban bervariasi seperti : Lemari es, Pemasak nasi, dan Dispenser air. Dimana setiap sensor telah diprogram untuk dapat mengambil data per 30 detik. Durasi per 30 detik dipilih karena untuk memastikan agar detail pengukuran yang diperoleh dapat lebih akurat serta kebutuhan memori pengiriman data ke website melalui internet juga semakin kecil.

Dapat kita lihat pada grafik dibawah, adanya selisih nilai pengukuran yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara AMoEL dan KWH Meter dengan akurasi sebesar 87.13%. Berikut merupakan gambar 7. Grafik pengukuran 13 september 2019 pukul 08:00 LT s/d 08:30 LT sampel 30 menit.



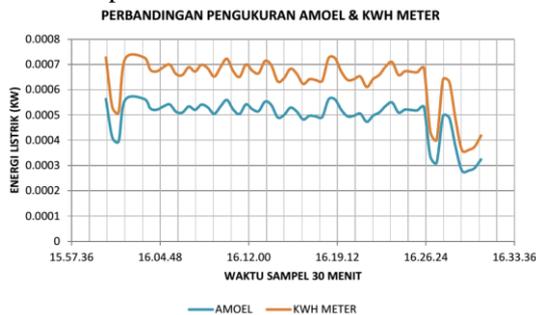
Gambar 7. Grafik pengukuran 13 september 2019 pukul 08:00 LT s/d 08:30 LT sampel 30 menit

Dapat kita lihat pada grafik dibawah, adanya selisih nilai pengukuran yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara AMoEL dan KWH Meter dengan akurasi sebesar 77.81. Berikut merupakan gambar 8. Grafik pengukuran 14 september 2019 pukul 12:00 LT s/d 12:30 LT sampel 30 menit.



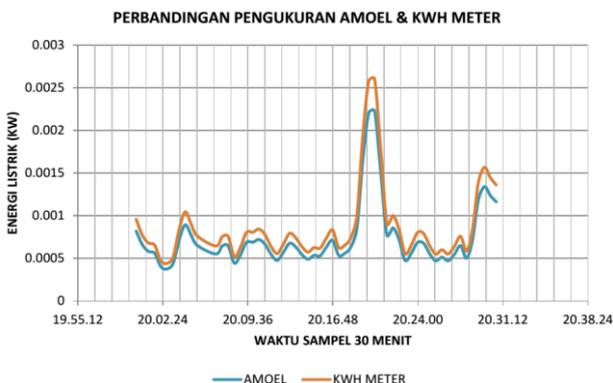
Gambar 8. Grafik pengukuran 14 september 2019 pukul 12:00 LT s/d 12:30 LT sampel 30 menit

Dapat kita lihat pada grafik dibawah, adanya selisih nilai pengukuran yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara AMoEL dan KWH Meter dengan akurasi sebesar 77.46. Berikut merupakan gambar 9. Grafik pengukuran 15 september 2019 pukul 16:00 LT s/d 16:30 LT sampel 30 menit.



Gambar 9. Grafik pengukuran 15 september 2019 pukul 16:00 LT s/d 16:30 LT sampel 30 menit

Dapat kita lihat pada grafik dibawah, adanya selisih nilai pengukuran yang didapatkan dari perbandingan pengukuran antara AMoEL dan KWH Meter dengan akurasi sebesar 85.50%. Berikut merupakan gambar 10. Grafik pengukuran 16 september 2019 pukul 20:00 LT s/d 20:30 LT sampel 30 menit.



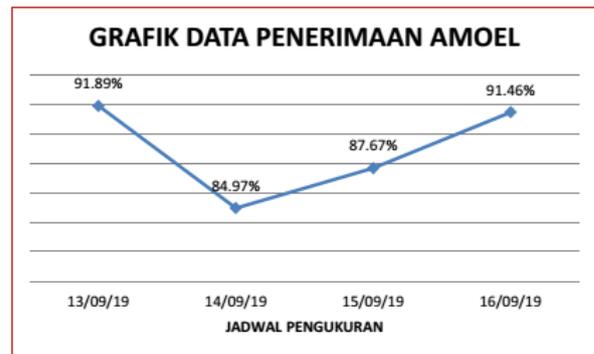
Gambar 10. Grafik pengukuran 16 september 2019 pukul 20:00 LT s/d 20:30 LT sampel 30 menit

4.5 Analisa Hasil Pengukuran

Setelah melakukan kalibrasi pada setiap sensor pengukuran dan pengambilan data pengujian alat, maka

langkah selanjutnya adalah melakukan validasi terhadap data - data yang terkumpul dengan hasil sebagai berikut;

Untuk persentase validasi penerimaan data AMoEL mulai hari ke-1 sebesar 91.89%, hari ke-2 sebesar 84.97%, hari ke-3 sebesar 87.67%, dan hari ke-4 sebesar 91.46%. Dapat dilihat pada gambar 11. Grafik data penerimaan AMoEL.

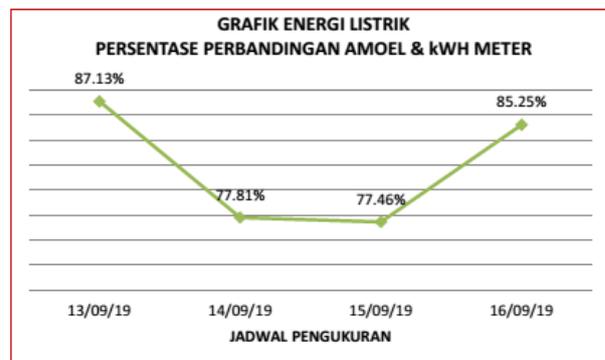


Gambar 11. Grafik Data Penerimaan AMoEL

Pada grafik diatas menunjukkan adanya data yang tidak diterima oleh Amoel, sehingga setiap harinya data yang diterima tidak mencapai 100% (sebanyak 2880 data / hari). Dimana dalam pengujian pengambilan data analisa selama 4 hari diperoleh:

- Hari ke 1 tanggal 13/09/2019 data yang hilang sebanyak (-) 255
- Hari ke 2 tanggal 14/09/2019 data yang hilang sebanyak (-) 393
- Hari ke 3 tanggal 15/09/2019 data yang hilang sebanyak (-) 355
- Hari ke 4 tanggal 16/09/2019 data yang hilang sebanyak (-) 245

Dalam Pengujian selama 4 hari jika di jumlahkan maka data yang hilang sebanyak 1.248 data, dan ini mengurangi nilai akurasi penerimaan data Amoel sebesar (-) 10.84% (diperoleh dari 10.272 data / 11.520 data = 89.16% - 100%).



Gambar 12. Grafik Energi Listrik Perbandingan AMoEL & kWh Meter

Diperoleh persentase perbandingan energi listrik yang terukur antara AMoel dan kWh meter dimana hari ke-1 sebesar 87.13%, hari ke-2 sebesar 77.81%, hari ke-3 sebesar 77.46%, dan hari ke 4 sebesar 85.25%, nilai persentase ini menunjukkan akurasi data pengukuran konsumsi energi listrik.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Terdapat beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil analisa penggunaan AMoEL (Aplikasi Monitoring Energi Listrik), diantaranya :

1. Nilai kalibrasi yang diperoleh pada pengukuran sensor SCT 013-000 sebesar 99.94%, sensor ZMPT101B sebesar 101.0%, dan sensor cosphi sebesar 99.75% terhadap alat ukur terkalibrasi.
2. Nilai pencapaian keberhasilan pengiriman data hari ke-1 sebesar 91.89%, hari ke-2 sebesar 84.97%, hari ke-3 sebesar 87.67%, dan hari ke-4 sebesar 91.49%. Pengiriman data tidak mencapai 100% dikarenakan delay pada layanan internet.
3. Perbandingan persentase energi listrik yang terukur pada AMoEL terhadap kWh meter yaitu: hari ke-1 sebesar 87.13%, hari ke-2 sebesar 77.81%, hari ke-3 sebesar 77.46%, dan hari ke-4 sebesar 85.52%.
4. Konektifitas layanan internet sangat mempengaruhi kemampuan AMoEL untuk menerima data yang dikirim oleh alat. Apabila terjadi gangguan internet maka data tidak terkirim dan tersimpan pada website.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran untuk peningkatan mutu diantaranya :

1. Melengkapi alat dengan penggunaan data *logger* sebagai *backup* data *offline* apabila terjadi gangguan internet yang menyebabkan data hilang.
2. Melengkapi alat dengan modul *buzzer* sebagai pengingat user ketika konsumsi energi listrik melebihi kapasitas yang telah ditentukan oleh pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhyar Muchtar, Umar Muhammad, & Ainul Mariyah. (2017). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Motor Listrik 3 Fasa Berbasis Java Programing. *Jurnal Teknologi Terpadu* Vol.5,1-7.
- Ashari, M. (2017). *Desain Konverter Elektronika Daya*. Bandung: Informatika Bandung.
- Dali S. Naga, Thomas, & Rudi Arto. (2006). Perancangan dan Implementasi Alat Ukur Daya Listrik Arus Bolak Balik Satu Fasa Berbasis Personal Computer. *Jurnal Teknik Elektro TESLA* Vol.8 No.1,29-43.
- Deliana, Komang. (2016). *Teknologi Energi*

Listrik.Malang: Litera Mediatama.

- Mousa, SP. (2017). Power Factor Measurment Using Arduino.<https://www.mousa-simple-projects.com/2017/12/power-factormeasurment-using-arduino-18.html>, diakses pada tanggal 02 Juni 2019, Pkl. 15:54 WIB.
- R.A Gusti R., Cok Gede I.P., & I Gusti Agung. (2018). Rancang Bangun Monitoring Energi Listrik Menggunakan SMS Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328. *Teknik Elektro Universitas Udayana* Vol.1.123-129.
- Santoso, H. (2016). *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*. Trenggalek: Gramedia.
- Shenzen, Anxinke. (2019). Datasheet Ai-thinker_ESP-07_WIFI_Module-EN. Modul ESP-07 WiFi Module Ver.01 Vol.01-18.
- Sidik, B. (2012). *Pemrograman Web Dengan PHP*. Bandung: Informatika Bandung.
- Temy Nusa, Sherwin R.U.A, dan Meita Rumbayan. (2015). Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro UNSRAT* Vol.4 No.5,19-26.
- Titus Wicaksono, Ageng Sadnowo R., & Abdul Haris. (2007). Rancang Bangun Alat Penghitung Biaya Energi Listrik Terpakai Berbasis Mikrokontroler Pic 16f877. *Jurnal .ee.unila* No.37-41.