pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v22i2.xxxxx

ALAT UKUR DEVIASI ERROR KWH METER DIGITAL 1 FASA DENGAN METODE PENGUKURAN DAYA UNTUK MENGETAHUI PENYIMPANGAN PERHITUNGAN ENERGI

Lalu Thoriq Darlyn Pratama[1)], Arkhan Subari[2)]
[1)]Program Studi Str. Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
[*)]E-mail : laluthoriqdarlyn@students.undip.ac.id

ABSTRACT

Metering Devices (APP) are a key component in the energy transaction sector at PT. PLN (Persero) because they affect the calculation of the company's revenue. However, in the field, damage and tampering with APPs are frequently encountered, resulting in revenue losses for PLN. Damage to APPs generally occurs naturally due to the devices' age. Meanwhile, tampering with APPs is usually caused by deliberate actions by customers who alter the wiring of the kWh meter to reduce the recorded energy consumption. Until now, PLN staff have struggled to verify the presence of damage or tampering in the AMUs due to time constraints and limited testing equipment, resulting in inspections being conducted only visually. This kWh meter error deviation measurement device will help PLN staff identify problematic AMUs more efficiently and easily. This device measures the power recorded by the APP via the LED impulse indicator parameter and compares it with the actual power consumed by the customer as measured by the PZEM 004T sensor module, thereby determining the percentage of the kWh meter's error deviation. After obtaining the error deviation value, the device will send an SMS notification using an 800L SIM card to staff at the office; thus, if an error deviation value exceeding the tolerance limit is found, it will be used for enforcement purposes as well as customer analysis and evaluation (ANEV). The results from this device demonstrate good accuracy because, when testing different loads on the same APP, the deviation values do not fluctuate. in the tests conducted, the average deviation was 1.89% under normal conditions and -23.94% under conditions where a deviation was present. Furthermore, this device has an average error difference of only 0.59% when measurements are taken using the device compared to manual calculations of the error deviation. This device can help improve inspection efficiency.

Keywords: *Limiter Meter, PZEM 004T Sensor Module, Sim 800L, Error Deviation Value*

PENDAHULUAN

Masalah yang kini menjadi fokus PLN adalah tingginya nilai susut atau losses energi. Susut dapat terjadi ketika jumlah energi listrik terukur yang dipakai pelanggan lebih sedikit dibandingkan energi listrik yang disalurkan oleh PLN. Berdasarkan sifatnya susut dibedakan menjadi dua, yaitu susut teknis yang disebabkan oleh perubahan energi menjadi panas di jaringan pada saat penyaluran energi listrik dan susut non teknis yang disebabkan oleh kesalahan diluar sistem kelistrikan. Tentunya, susut tersebut sangat merugikan PLN dalam menjalankan bisnis jual beli tenaga listrik.

Untuk permasalahan susut, PT. PLN (Persero) telah melaksanakan kegiatan pemeriksaan dan penertiban ke pelanggan yang diberi nama operasi P2TL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik). Pada operasi P2TL sendiri dilakukan dengan cara menentukan target operasi (TO) yang terdapat indikasi kecurangan ataupun permasalahan, disamping itu sering juga dilakukan dengan cara menyisir masing-masing APP pelanggan satu persatu. Untuk APP yang ditemukan indikasi pelanggaran, dilakukan pemeriksaan secara keseluruhan termasuk menghitung nilai deviasi error dengan cara mengukur daya real pemakaian pelanggan dibandingkan dengan daya yang terukur pada APP berdasarkan kedipan impuls APP sehingga didapatkan nilai deviasi error. Namun, dalam praktiknya petugas yang diberikan tugas untuk melakukan pengecekan deviasi error APP salah dalam melakukan perhitungan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan alat dan waktu untuk menghitung akurasi pembacaan kWh meter. Dengan pemeriksaan yang dilakukan secara konvensional tersebut, petugas tentu mengalami kesulitan untuk mendeteksi APP yang bermasalah dan sehingga dianggap normal dan tidak dilakukan penindakan sehingga akhirnya terus menerus menyebabkan susut PLN.

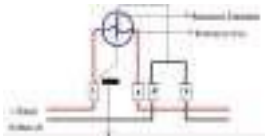
Untuk mempermudah dan meningkatkan efisiensi dan keakuratan dalam kegiatan pemeriksaan diperlukan suatu alat bantu yang mampu menghitung peersentase penyimpangan pengukuran pada APP.

METODE PENELITIAN

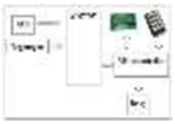
kWh Meter Digital 1 Fasa

Secara umum fungsi dari kWh meter digital adalah sama dengan kWh meter analog, yaitu mengukur pemakaian energi listrik dalam satuan waktu. KWh meter digital dibuat untuk mengatasi kelemahan dari kWh meter analog. KWh meter dirancang berdasarkan program pada

mikroprosessor yang terdapat di dalam kWh meter itu sendiri. Diagram pengawatan dan rangkaian sederhana kWh meter digital ditunjukkan pada Gambar 1.dan Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Pengawatan kWh Meter 1 Fasa



Gambar 2. Rangkaian Sederhana kWh Meter Digital

Bentuk kWh meter digital ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3. kWh meter Digital

Deviasi kWh Meter

Nilai deviasi error kWh meter didapatkan dengan menggunakan rumus:

$$D = \frac{P-P1}{P1}\ x\ 100\% \qquad (1)$$

Keterangan:

D : Presentase penyimpangan kWh meter (%)

P : Daya yang terukur pada kWh meter (W)

P1 : Daya yang dipakai oleh beban pelanggan (W)

Nilai daya yang terukur pada kWh meter (P) didapatkan menggunakan rumus:

$$P = \frac{n \text{ x } 3600}{t \text{ x } C}\ x1000\ (W) \qquad (2)$$

Keterangan:

P : Daya yang terukur pada kWh meter (W)

n : Jumlah kedipan led indicator impulse

t : Waktu untuk mencapai jumlah n kedipan (s)

C : Konstanta kWh meter (imp/kWh)

Pada alat ini penulis menggunakan kedipan led indicator impulse (n) sebesar 3 kedipan untuk mengefisiensi waktu pengukuran.

Untuk nilai daya yang dipakai oleh pelanggan (P1) didapatkan menggunakan rumus:

$$P1 = V \text{ x } I \text{ x } pf \qquad (3)$$

Keterangan:

P1 : Daya yang dipakai oleh beban pelanggan (W)

V : Tegangan (V)

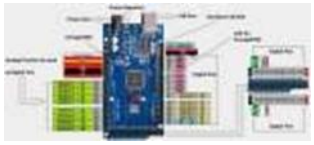
I : Arus (A)

Pf : Power Faktor (Cos Phi)

Untuk standar toleransi nilai deviasi error kWh meter adalah ± 5% [2]. Dari hal tersebut menunjukkan apabila penyimpangan mencapai lebih dari ±5% maka perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut untuk mengetahui penyebab penyimpangan tersebut dari kecurangan pelanggan ataupun karena kerusakan komponen.

Arduino Mega 2560

Pada tugas akhir ini, Arduino Mega 2560 memiliki fungsi sebagai peralatan microcontroller. Pada Arduino mega 2560 dilakukan pengolahan nilai deviasi error kWh meter dan juga untuk menjalankan seluruh sistem kerja alat yang terdiri dari semua komponen. Elemen board Arduino mega 2560 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Elemen Board Arduino Mega 2560

Modul Sensor LDR

Modul sensor LDR atau biasa juga disebut modul photoresistor adalah komponen elektronika yang dapat digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya. Modul sensor LDR dalam tugas akhir ini digunakan untuk mendeteksi cahaya yang muncul dari kedipan LED indicator impuls kWh meter. Tampilan dan pin modul sensor LDR ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5. Tampilan dan pin modul sensor LDR

Modul ~~Sensor~~ PZEM 004-T

Modul ini dapat digunakan mengukur tegangan, arus, cos phi, dan energi. Dalam alat ini modul sensor PZEM 004T digunakan sebagai sensor untuk membaca daya aktif yang dipakai konsumen. Tampilan modul sensor pzem 004-t ditnjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Modul Sensor PZEM 004-T

LCD 20x4 I2C

LCD 20x4 I2C merupakan perangkat display

yang sering digunakan pada mikrokontroler untuk menampilkan data ataupun karakter. Bentuk LCD 20x4 I2C ditunjukkan pada Gambar 7.

Gambar 7. LCD 20x4 I2C

Keypad Matriks

Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (Human Machine Interface). Pada alat ini, keypad matriks digunakan mudah dalam penggunaannya untuk memasukkan data input berupa konstanta kWh meter dan no moter berupa angka yang akan dilakukan pemeriksaan. Tampilan keypad matrix ditunjukkan pada Gambar 8.

Gambar 8. Keypad Matrix

Adaptor 220 V AC to 9 V DC

Adaptor 22 V AC to 9 V DC merupakan sebuah converter AC to DC yang dapat menggunakan 100 V- 240 V AC pada frekuensi 50-60 Hz dengan output 9 V 1 A. Pada alat ini adaptor berfungsi sebagai supply arduino mega 2560. Tampilan fisik adaptor ditunjukkan pada Gambar 9.

Gambar 9. Adaptor 220 V AC to 9 V DC

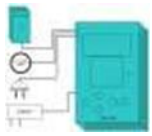
Modul SIM800L

Modul SIM800L seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 merupakan jenis modul GSM dengan komunikasi serial yang sering digunakan dan diaplikasikan untuk pengendalian ataupun monitoring jarak jauh dengan memasangkan Micro Sim pada modul. Modul SIM800L pada alat ini digunakan untuk pengiriman notifikasi SMS kondisi hasil pemeriksaan kWh meter.

Gambar 10. Modul SIM 800L

Perancangan Kerangka

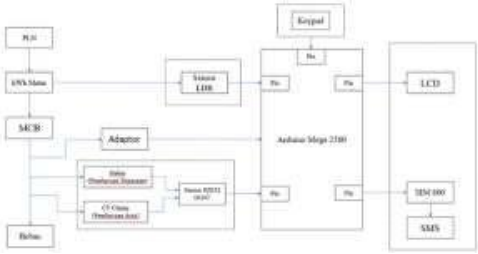
Spesifikasi box untuk alat adalah menggunakan akrilik bening dengan ketebalan 3 mm ukuran 20,5 cm x 13 cm x 6 cm dan untuk box modul sensor LDR adalah akrilik warna hitam dengan ketebalan 3 mm ukuran 6,5 cm x 3,5 cm x 3,5 cm. Desain box alat dan box modul ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Desain Box Alat dan Box Modul Sensor LDR

Blok Diagram

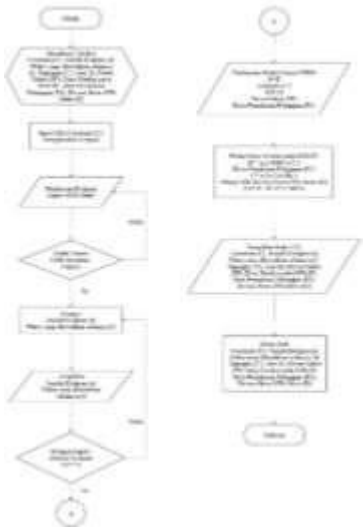
Sistem yang dibuat pada alat ini adalah alat yang digunakan untuk mengukur nilai deviasi error kWh meter digital 1 fasa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Blok Diagram Sistem

Flowchart

Dalam pembuatan tugas akhir, terdapat flowchart yang ada di sistem yang nantinya akan dijadikan sebagai alur dari awal hingga akhir system berjalan. Flowchart ini berfungsi sebagai proses kerja alat tugas akhir, dimana dari awal hingga akhir sampai terkirim berupa SMS. Dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Flowchart

Cara Kerja Sistem

Alat ini menggunakan sumber tegangan

utama PLN 220 V AC kemudian diturunkan menjadi 9 V DC menggunakan adaptor. Keluaran adaptor 9 V DC digunakan sebagai sumber tegangan untuk Arduino mega 2560 dan buck converter LM2596. Pada buck converter LM2596 akan diturunkan lagi menjadi 3,7 V DC sebagai input tegangan sim 800l.

Untuk perhitungan daya terukur pada kWh meter (P) menggunakan keypad dan modul sensor LDR. Keypad berfungsi untuk menginputkan nilai Constanta (C) dari kWh meter. Kemudian modul sensor LDR berfungsi untuk mendeteksi dan menghitung waktu yang dibutuhkan selama kedipan tersebut. Proses perhitungan waktu kedipan impuls tersebut akan dimulai ketika sensor LDR mendeteksi adanya kedipan pertama led hingga 3 kedipan berikutnya. Setelah didapatkan waktu yang dibutuhkan selama 3 kedipan impuls, kemudian data tersebut akan diakumulasikan dengan nilai constanta kWh meter, jumlah kedipan (n) dan ketetapan detik perjam (3600) hingga didapatkan nilai daya (P) menggunakan rumus daya seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2).

Sementara itu, untuk pembacaan nilai daya real pmakaian pelanggan (P1) dilakukan dengan modul sensor PZEM 004T. Modul sensor PZEM 004T mampu membaca besar arus pemakaian (I), tegangan (V), power factor (PF) dan daya (P1) dari pemakaian real pelanggan. Untuk besar nilai arus pemakaian merupakan hasil pembacaan CT Clamp yang dikalungkan pada saluran kabel fasa sebelum kWh meter. Sementara itu untuk besaran nilai tegangan merupakan hasil pembacaan steker yang dihubungkan dengan stop kontak.

Data hasil perhitungan daya terukur pada kWh meter (P) dan nilai daya real pemakaian pelanggan (P1) kemudian diproses pada Arduino mega 2560 untuk mendapatakan nilai deviasi error kWh meter dalam satuan persen menggunakan rumus deviasi error kWh meter seperti rumus pada persamaan (1).

Setelah seluruh data didapatakan meliputi nilai Constanta kWh meter (C), jumlah kedipan impuls (n), waktu untuk mencapai ketentuan kedipan (t), daya terukur pada kWh meter (P), tegangan real pemakian (V), arus real pemakaian (I), power factor (PF), daya real pemakaian pelanggan (P1), dan nilai deviasi error kWh meter dalam satuan persen (%) akan ditampilkan pada LCD dan dikirimkan dalam bentuk SMS menggunakan sim 800l.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan Alat Pada kWh Meter

Percobaan alat ukur ini dilakukan pada 15 buah kWh meter pelanggan yang berbeda untuk mengetahui nilai deviasi error kWh meter tersebut. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah alat ukur ini bisa digunakan secara langsung atau tidak dalam mengukur nilai deviasi error kWh meter. Percobaan alat ukur pada pelanggan dapat dilihat pada Gambar 14.

Gambar 14. Percobaan Alat Pada Pelanggan

Untuk data hasil percobaan alat pada kWh pelanggan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Percobaan Alat

No	No Meter	Merk kWh Meter	Nilai Deviasi Error
1	01106457763	Itron	-1,95 %
2	32010059049	Itron	0,63 %
3	32029241927	Itron	2,04 %
4	32183219941	Itron	-2,70 %
5	56220360012	Melcoinda	0,23 %
6	86057301417	Smart Meter	0,53 %
7	86238503048	Smart Meter	-2,22 %
8	86027394583	Smart Meter	2,40 %
9	45036179773	Smart Meter	3,67 %
10	86061119698	Smart Meter	2,63 %
11	86061124631	Smart Meter	4,19 %
12	86030364805	Smart Meter	3,9 %
13	86087252796	Smart Meter	1,46 %
14	86068503900	Smart Meter	4,17 %
15	86061143800	Smart Meter	0,03 %

Berdasarkan tabel 1, percobaan alat kWh meter pada 15 kWh meter pelanggan yang berbeda diketahui bahwa seluruh kWh meter pelanggan dalam keadaan normal, dengan nilai rata-rata deviasi error sebesar 2,18 % atau dibawah ±5 %. Dengan percobaan ini, dibuktikan bahwa alat ukur deviasi error kWh meter ini dapat diimplemtasikan secara langsung. pada kWh pelanggan.

Pengukuran dan Perhitungan Nilai Deviasi Error kWh Meter

Untuk membuktikan bahwa alat ini mampu bekerja dengan baik dalam mengukur nilai deviasi error kWh meter, dilakukan pengukuran dan perhitungan nilai deviasi error kWh meter dengan menggunakan simulasi 2 keadaan kWh meter, yaitu kWh meter dalam keadaan normal dan kWh meter keadaan terdapat penyimpangan. kWh meter yang digunakan adalah kWh meter merk Hexing HXE12CP dengan spesifikasi 1600 imp/kWh. Untuk beban yang digunakan adalah lampu pijar 100 Watt dengan variasi 3 jenis beban yang berbeda.

Sementara itu, Pada perhitungan nilai deviasi error kWh meter menggunakan beberapa alat bantu seperti multimeter untuk mengukur tegangan, tang ampere untuk mengukur arus, dan stopwatch untuk mengitung waktu yang dibutuhkan selama 3 kedipan impuls kWh meter.

Perhitungan nilai deviasi error kWh meter dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus persamaan (1) dan (2).

Pengukuran dan Perhitungan Nilai Deviasi Error kWh meter Keadaan Normal

Pada pengukuran ini kondisi kWh meter dalam keadaaan normal atau tidak mengalami kerusakan ataupun kecurangan pada kWh meter seperti yang ditunjukkan pada gambar 15.

Gambar 15. kWh Meter Keadaan Normal

Untuk hasil pengukuran dan perhitungan nilai deviasi error kWh meter keadaan normal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan Keadaan Normal

No	Keadaan	Beban	Nilai Error Pengukuran	Nilai Error Perhitungan
1	Normal	Lampu 200 W	0,93 %	1,5 %
2		Lampu 300 W	1,75 %	2,5 %
3		Lampu 400 W	2,99 %	3,88%

Pengukuran dan Perhitungan Nilai Deviasi Error kWh Meter Keadaan Normal

Pada percobaan ini kondisi kWh meter dalam keadaan terdapat penyimpangan baik karena mengalami kerusakan ataupun karena kecurangan pelanggan. Keadaan terdapat penyimpangan kWh meter disimulasikan dengan cara menjumper kaki kWh meter untuk mengubah pengukuran energi pada kWh meter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16.

Gambar 16. kWh Meter Keadaan Terdapat Penyimpangan

Untuk hasil pengukuran dan perhitungan nilai deviasi error kWh meter keadaan terdapat penyimpangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan Keadaan Terdapat Penyimpangan

No	Keadaan	Beban	Nilai Error Pengukuran	Nilai Error Perhitungan
1	Terdapat Penyimpangan	Lampu 200 W	-23,08 %	-22,27 %
2		Lampu 300 W	-24,57 %	-24,24 %
3		Lampu 400 W	-24,19 %	-24,41 %

Analisa Hasil Pengukuran dan Perhitungan Nilai Deviasi Error kWh Meter

Tabel 4. Hasil Perbandingan Nilai Deviasi Error Hasil Pengukuran dan perhitungan

Keadaan	Beban	Nilai Error Pengukuran	Nilai Error Perhitungan	Selisih
Normal	200 W	0,93 %	1,5 %	0,57 %
	300 W	1,75 %	2,5 %	0,75 %
	400 W	2,99 %	3,88%	0,89 %
Menyimpang	200 W	-23,08 %	-22,27 %	0,81 %
	300 W	-24,57 %	-24,24 %	0,33 %
	400 W	-24,19 %	-24,41 %	0,22 %

Berdasarkan Tabel 4 selisih antara pembacaan nilai deviasi error kWh meter menggunakan pengukuran alat dengan hasil perhitungan menggunakan rumus deviasi error kWh meter menunjukkan nilai rata-rata selisih 0,59 % atau kurang dari 1 %.

KESIMPULAN

1. Pada percobaan alat dengan menggunakan 15 kWh meter berbeda, didapatkan bahwa seluruh kWh meter memiliki nilai rata-rata deviasi error sebesar 2,18% atau kurang dari ±5 %. Hal ini membuktikan bahwa alat dapat diimplementasikan secara langsung pada kWh pelanggan
2. Pada pengujian nilai deviasi error kWh meter kondisi normal didapatakan nilai deviasi error sebesar 0,93 %, 1,75 %, dan 2,99 %. Nilai tersebut masih berada pada ± 5

% sesuai standar keadaan normal kWh meter.

3. Pada pengujian nilai deviasi error kWh meter kondisi terdapat penyimpangan dengan cara menjumper kaki kWh meter didapatkan nilai deviasi error sebesar -23,08 %, -24,57 %, dan -24,19 %. Nilai tersebut melebihi ± 5 % sesuai standar keadaan normal kWh meter sehingga dinyatakan kWh meter tersebut terjadi penyimpangan sehingga harus dilakukan pemeriksaan lebih lanjut.
4. Perbandingan nilai deviasi error kWh meter hasil pengukuran alat dengan perhitungan nilai deviasi error menggunakan rumus didapatkan selisih nilai deviasi error 0,59 % atau kurang dari 1%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini menyatakan ucapan terima kasih kepada pihak yang berperan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian, misalnya laboratorium tempat penelitian. Peran donor atau yang mendukung penelitian disebutkan perannya secara ringkas. Dosen yang menjadi penulis tidak perlu dicantumkan di sini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Keretalistrik, "Cara Kerja kWh Meter Digital," keretalistrik,2019.[Online].Available:http://www.ke retalistrik.com/2019/05/dunia-listrik-cara-kerja- kwh-meter.html.
2. H. S. N. Faizal Reza, "ANALISA DEVIASI KWH METER MEMANFAATKAN APLIKASI ANDROID “APP TOLE," Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto, 2015.
3. "ARDUINO MEGA 2560 MIKROKONTROLER ATmega2560," Lab Elektronika, 28 Februari 2017. [Online].Availab le:http://www.labelektronika.com/ 2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html.
4. Saputra, "BAB 6 Tinjuan Pustaka," 2020. [Online]. Availab le:http://eprints.polsri.ac.id/10334/3/FILE% 20III.pdf.
5. Universitas Muhammadiyah Malang, "SmartMeter,"[Online].Available:https://eprints.umm.ac.id/94649/6/Bab%20II.pdf.
6. Z. Arfa, "UNIKOM," [Online]. Available:https://elib.unikom.ac.id/files/disk1/789/jbptunikom pp-gdl-zulfikarfa-39430-2-unikom_z-i.pdf.
7. Elektronika Dasar, "Matrix Keypad 4×4 Untuk Mikrokontroler," 30 Maret 2023.[Online].Available:http://elektronika-dasar.web.id/matrix keypad-4x4-untuk-mikrokontroler.
8. otospeedcarteams, "Prinsip Kerja Adaptor DC Dan Rangkaiannya," Maret 2018. [Online]. Available: https://www.otospeedcar.com/2018/03/adaptor-dc- dan-rangkaiannya.html.
9. "Tutorial Arduino Mengakses Modul GSM SIM800L," Ntebarimlu.com, 17 November 2017. [Online]. Available:https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-modul-gsm-sim800l/.