

## **Alat Pendeteksi Kesalahan Pembacaan kWh Meter 1 Fasa dengan Notifikasi SMS disertai Lokasi**

**Azzahra Sumanto<sup>1\*</sup>; Yahya Chusna Arif<sup>1</sup>; Syechu Dwitya Nugraha<sup>1</sup>**

1. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, Jawa Timur 60111, Indonesia

\*Email: [azzahra.sumanto@gmail.com](mailto:azzahra.sumanto@gmail.com)

Received: 30 Juli 2023 | Accepted: 7 Januari 2024 | Published: 8 Januari 2024

### **Abstract**

*In the implementation of electricity energi transactions, it is important to accurately record the amount of electricity consumed by customers. One possible error that can occur in kWh meters is non-technical power loss, where the recorded energi is lower than the actual energi used by customers. This issue has detrimental impacts on companies in the electricity business, leading to the implementation of Electricity Usage Regulation (P2TL) activities on customer kWh meters. The objective of this research is to design a single-phase kWh meter reading error detection tool to identify anomaly in kWh meters. The tolerance limit for measurement error used is  $\pm 1\%$  in accordance with Class 1.0 kWh meters. The research methodology includes literature studies, prototype system design, partial testing, and overall system integration testing. The test data results from this research show a deviation of 0.76% for kWh meters with standard wiring, while kWh meters with non-standard wiring exhibit a deviation of 45.84%. In the system for reading errors in single-phase kWh meters, the measured power values are displayed on an LCD screen, and the system also sends SMS notifications.*

**Keywords:** Measurement Error, kWh Meter, Anomaly, SMS, P2TL

### **Abstrak**

*Dalam implementasi transaksi energi listrik, penting untuk mencatat dengan tepat jumlah energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan. Salah satu kesalahan yang mungkin terjadi pada kWh meter adalah susut tenaga listrik non-teknis, di mana jumlah energi yang tercatat lebih rendah daripada energi yang sebenarnya digunakan oleh pelanggan. Masalah tersebut memiliki dampak merugikan bagi perusahaan dalam menjalankan bisnis kelistrikan, sehingga dilakukan kegiatan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) pada kWh meter pelanggan. Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang alat pendeteksi kesalahan pembacaan kWh meter 1 fasa untuk mengetahui ketidaknormalan (anomali) pada kWh meter. Batasan kesalahan pengukuran yang digunakan sebesar  $\pm 1\%$  sesuai dengan kelas kWh meter kelas 1,0. Metode penelitian yang digunakan diantaranya studi literatur, perancangan sistem prototipe, pengujian parsial dan pengujian integrasi keseluruhan sistem. Hasil data pengujian pada penelitian ini yaitu pada rangkaian pengawatan sesuai standar dihasilkan deviasi pembacaan kWh meter sebesar 0,76%. Sedangkan hasil data pengujian pada rangkaian pengawatan kWh meter yang tidak sesuai standar, dihasilkan deviasi sebesar 45,84%. Pada sistem pembacaan kesalahan kWh meter 1 fasa, nilai energiyang terukur ditampilkan pada layar LCD, selanjutnya sistem akan mengirimkan notifikasi SMS.*

**Kata kunci:** Kesalahan Pembacaan, kWh Meter, Anomali, SMS, P2TL

## 1. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang pemanfaatan energi listrik telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan manusia. PT. PLN (Persero) merupakan penyedia energi listrik terkemuka di Indonesia, di mana hampir seluruh penduduk di negara ini menggunakan listrik yang dipasok oleh perusahaan tersebut. Seiring meningkatnya penggunaan energi listrik, diperlukan alat yang dapat menghitung dengan akurat jumlah energi listrik yang digunakan oleh pelanggan. Hal ini bertujuan untuk memastikan transaksi jual beli energi listrik berjalan lancar tanpa ada pihak yang merugi. Kwh meter merupakan perangkat yang berfungsi untuk mencatat jumlah energi listrik mengukur besarnya satuan *kilo watt hour* (watt jam) yang telah digunakan oleh pelanggan dalam waktu tertentu [1].

Didalam penerapan transaksi energi listrik, penting untuk mencatat dengan akurat jumlah energi listrik yang digunakan oleh konsumen. Kesalahan pengukuran pada kWh meter dapat menyebabkan perbedaan antara energi listrik yang tercatat dan energi listrik yang benar-benar digunakan. Susut tenaga listrik non teknis merupakan salah satu kesalahan yang dapat terjadi pada kWh Meter, yang mana terjadi ketika jumlah energi yang tercatat lebih rendah daripada energi yang sebenarnya digunakan oleh pelanggan [2][3]. Masalah tersebut merupakan tantangan yang sering dihadapi oleh PLN dan tentunya berdampak merugikan bagi perusahaan dalam menjalankan bisnis kelistrikan. Dalam upaya pengendalian susut tenaga listrik, PLN memiliki beberapa upaya yakni, pemeliharaan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) berupa kWh meter serta Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) pada pelanggan. Salah satu kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengukuran error/deviasi atau kalibrasi ulang (peneraan) pada kWh meter, dengan tujuan untuk mengevaluasi apakah kondisi kWh meter tersebut masih memenuhi standar atau tidak [4][5].

Menurut Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 67 tahun 2018 tentang Alat-alat Ukur, Takar, Timbang dan Perlengkapannya (UTTP), kWh Meter 1 fasa termasuk kedalam jenis alat ukur energi listrik yang wajib ditera dan ditera ulang dengan jangka waktu tera ulang pada meter kWh dilaksanakan setiap 10 tahun [6]. Namun kenyataannya terdapat banyak kWh meter 1 fasa pelanggan yang tidak pernah dilakukan tera ulang setelah pemasangan. kWh meter 1 fasa hanya dikalibrasi pertama kali pada saat sebelum diserahkan kepada pelanggan. Padahal sering terjadi kasus di mana hasil pengukuran kWh meter tersebut tidak sesuai dengan pemakaian energi sebenarnya [7]. Di satu sisi, seringkali petugas melakukan pemeriksaan akurasi pada kWh meter hanya berdasarkan visual saja, serta menghitung nilai error kWh meter dengan perhitungan secara manual. Dengan keterbatasan alat dan waktu, petugas akan kesulitan untuk memeriksa kWh meter pelanggan apakah sesuai dengan standar yang berlaku.

Beberapa studi telah dilakukan oleh salah satu peneliti, bahwa kedua jenis kWh meter prabayar maupun pascabayar, mengalami deviasi yang menunjukkan ketidaksesuaian dengan standar akurasi yang ditetapkan. Rata-rata, kWh meter pascabayar memiliki tingkat akurasi sebesar 3,25%, sedangkan kWh meter prabayar memiliki deviasi rata-rata sebesar 1,18% [8]. Studi penelitian yang kedua yaitu membahas mengenai metode peneraan kWh meter yang dilakukan dengan metode energy dan waktu, yang dilakukan dengan menghitung jumlah n kedipan kwh meter bersamaan dengan total waktu yang diperlukan. Pada penelitian ini tidak dilakukan pembuatan alat, hanya perhitungan sistematis yang dilakukan secara manual terkait kWh meter, sehingga tidak dapat diketahui apakah kWh meter masih layak digunakan atau tidak [9]. Studi penelitian ketiga yaitu merancang sistem pengukuran energikWh meter melalui pembacaan dari indikator led impulse. Hasil yang didapat dari pengujian pada sebuah kWh meter dengan kelas 0,5 didapatkan deviasi kurang dari 0,5 persen. Akan tetapi, pada sistem ini tidak dilengkapi fitur pemberitahuan jarak jauh atau lokasi kWh meter [10].

Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang alat pendeteksi kesalahan pembacaan kWh meter 1 fasa untuk mengetahui ketidaknormalan (anomali) kWh meter apakah masih sesuai dengan batas standar kesalahan yang diizinkan, dan dapat memvalidasi status kWh meter yang diuji apakah masuk kedalam kategori normal maupun abnormal, proses seleksi ini akan dijadikan acuan para petugas P2TL untuk menentukan apakah kWh meter perlu dilakukan ganti meter atau tidak, sehingga melalui pembacaan alat ini dapat menjamin tingkat akurasi pembacaan meter kWh yang diuji. Alat ini akan mengirim notifikasi berupa SMS, status identifikasi kWh meter kepada pegawai PLN, dan mengirimkan lokasi tempat kWh meter diuji. Dengan harapan dapat membantu PLN dalam mengurangi susut non teknis.

## 2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan yaitu dimulai dari proses studi literatur terkait dengan penetapan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) serta penyimpangan kWh Meter, perancangan sistem prototipe berupa perangkat keras (*hardware*) serta perangkat lunak (*software*), perencanaan pengujian sistem, hingga dilakukan pengujian parsial dan integrasi pada keseluruhan sistem.

### 2.1. Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL)

Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik atau disingkat P2TL merupakan salah satu kegiatan kerja rutin yang wajib diadakan pada setiap unit PLN. P2TL diciptakan untuk bisa menertibkan penyaluran tenaga listrik. Dasar hukum P2TL mengacu pada Peraturan Direksi No. 088-Z tahun 2016 yang mengatur tentang Standard Operating Procedure (SOP) mulai dari tugas dan wewenang petugas P2TL, kegiatan sebelum dan sesudah ketika menyisir ke daerah target operasi, hingga penindakan target operasi apabila benar dan terbukti melakukan pelanggaran. Menurut peraturan tersebut, terdapat 4 macam pelanggaran yaitu [11],

**Tabel 1.** Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik

<b>Golongan Pelanggaran</b>	<b>Keterangan</b>
Golongan 1 (P1)	Pelanggaran yang mempengaruhi pembatas daya, seperti MCB yang terpasang tidak sesuai dengan energikontrak.
Golongan 2 (P2)	Pelanggaran yang mempengaruhi pengukuran energi seperti alat pengukur atau perlengkapannya tidak berfungsi sesuai prosedur, bisa dengan merusak komponen hardware dan mengubah setting komponen.
Golongan 3 (P3)	Pelanggaran yang mempengaruhi pembatas energidan pengukuran energi seperti sambung langsung instalasi dari SR.
Golongan 4 (P4)	Pelanggaran yang dilakukan bukan atas nama pelanggan PLN seperti memakai tenaga listrik PLN namun tidak terdaftar sebagai pelanggan resmi PLN.

Pada penelitian berfokus pada Golongan 2 (P2) apabila benar dan terbukti mempengaruhi pengukuran energi tanpa mempengaruhi batas daya. Bisa dengan cara merusak isi komponen kWh meter, mereka-reka isi komponen atau bahkan mencoba mengubah seting alat kWh meter, dimana seharusnya pelanggan tidak boleh mengutak-atik kWh meter

## 2.2. Batas Kesalahan Pengukuran

Deviasi kwh meter merupakan batas kesalahan kwh, dimana nilai error yang diizinkan harus sesuai dengan batas kesalahan yang diizinkan (BKD) menurut kelas akurasi kwh meter. Sedangkan, kelas akurasi berarti kelas atau batas ketidakpastian dari alat ukur kwh dimana nilainya ditentukan menurut kondisi tertentu. Menurut standar IEC 13B-23 ketelitian pada alat ukur dibagi menjadi 8 kelas yaitu: 0,05 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,5 dan 5. Dengan nilai presentase kesalahan alat ukur masing-masing yaitu  $\pm 0,05\%$  ;  $\pm 0,1\%$  ;  $\pm 0,2\%$  ;  $\pm 0,5\%$  ;  $\pm 1,0\%$  ;  $\pm 1,5\%$  ;  $\pm 2,5\%$  dan  $\pm 5\%$  [12]. Batas acuan error sebesar 1% juga diatur dalam Surat Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga Nomor 161 Tahun 2019 tentang Syarat Teknis Meter KWh, dimana Batas Kesalahan yang Diizinkan (BKD) untuk meter kWh kelas 1 adalah sebesar 1%. Pada penelitian ini digunakan kWh meter kelas 1,0 dengan batas toleransi kesalahan sebesar  $\pm 1\%$  [6] Sistem yang dirancang pada penelitian ini akan dibandingkan dengan alat ukur perbandingan yaitu kWh meter merk Saint tahun 2007.

## 2.3. Anomali atau Penyimpangan kWh Meter

Presentase penyimpangan anomali adalah presentase selisih antara energi yang terukur oleh kWh meter pelanggan dengan energi yang terukur oleh sensor PZEM-004T-004T. Presentase penyimpangan dapat terjadi pada dua kondisi, yaitu negatif dan positif. Kondisi negatif menunjukkan bahwa energi yang terukur lebih sedikit dibandingkan energi yang sebenarnya dipakai pelanggan sehingga hal tersebut akan menyebabkan susut pada PLN, sedangkan dalam kondisi positif menunjukkan bahwa energi yang terukur dan akan ditagihkan ke pelanggan lebih besar dibandingkan energi yang dipakai oleh beban pelanggan sehingga hal tersebut dapat merugikan pelanggan [5]. Dalam penghitungan presentase penyimpangan digunakan rumus sebagai berikut.

$$A = \frac{W1-W2}{W2} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

$W1$  : energi yang terukur pada kWh meter (Wh)

$W2$  : energi yang ditunjukkan kWh meter standar melalui sensor (Wh)

$A$  : presentase error anomali (%)

Dimana untuk mendapatkan  $W1$  didapatkan melalui persamaan :

$$W1 = \frac{n \times 1000}{C} \quad (2)$$

Keterangan :

$n$  : banyaknya kedipan dari parameter impuls kWh meter

$C$  : konstanta kWh meter (Imp/kWh)

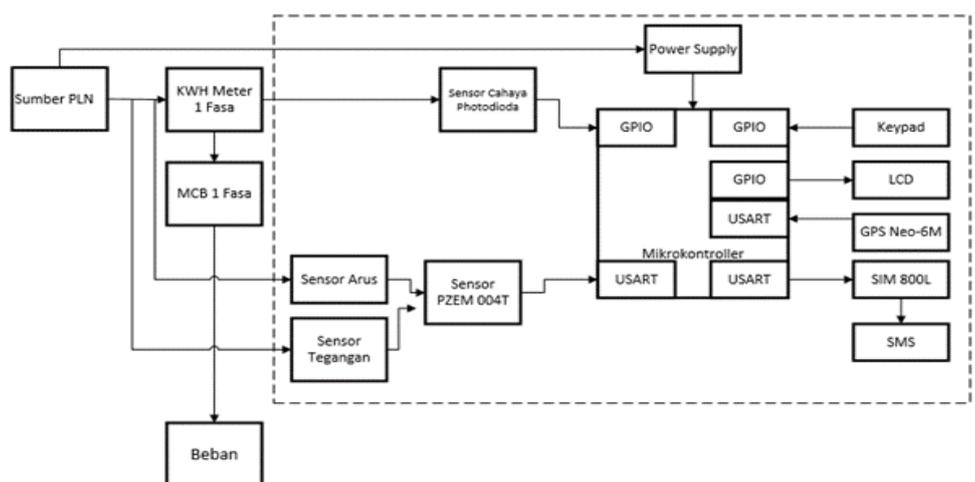
$A$  : presentase anomali (%)

Pada kWh meter tercantum jumlah konstanta/ $C$  yang jika diartikan bahwa pemakaian energi listrik sesuai dengan keluaran hasil uji, keluaran hasil uji yang dimaksud ini yaitu melalui led indikator impuls, dimana banyaknya  $n$  berdasarkan  $n$  kedipan indikator impuls pada kWh meter digital. Jika membutuhkan 1 kWh, maka butuh  $n$  kali kedipan atau putaran sesuai dengan konstanta kWh meter tersebut [13]. Pengukuran anomali ini bermaksud untuk mengetahui perbandingan

pengukuran energi antara kWh meter dan beban sebenarnya yang dipakai oleh pelanggan. Oleh karena itu, penting sekali untuk mengetahui meter energi yang digunakan wajib memenuhi kriteria sesuai standar yang berlaku agar hasil pengukuran dapat menjamin kebenaran untuk menciptakan kepastian hukum

## 2.4. Perancangan Sistem

Perancangan dan pembuatan sistem terdiri dari 2 (dua) bagian, yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) untuk setiap bagian rangkaian sesuai blok diagram sistem. Pada sistem ini digunakan komponen dan sensor seperti mikrokontroler, PZEM-004T, Sensor cahaya photodiode, modul SIM 800L, keypad, GPS Neo dan LCD. Sensor cahaya photodiode digunakan untuk membaca jumlah kedipan cahaya (impulse) dari LED Kwh Meter [14]. Sensor ini akan menghitung banyaknya “n” kedipan sesuai pengukuran kwh meter dan konstanta. Sensor PZEM-004T digunakan untuk mendapatkan nilai energy yang dipakai oleh pelanggan [15]. Data tegangan didapat dari sensor tegangan, sedangkan data arus didapat dari sensor arus. Hasil pembacaan energi dari PZEM-004T kemudian dibandingkan dengan pengukuran pada kWh meter. Gambar 1 merupakan blok diagram sistem alat pendeteksi kesalahan pembacaan kWh meter 1 fasa dengan notifikasi SMS.

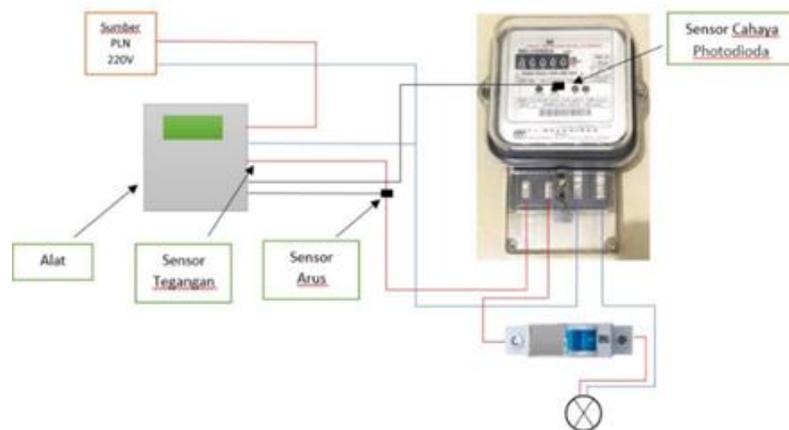


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Setelah didapat nilai parameter data yang akan dibandingkan, maka dilakukan perhitungan error masing-masing oleh mikrokontroler. Apabila kesalahan meter kWh (error) bernilai lebih dari 1% maka status kWh "Abnormal" dan mikrokontroler sehingga perlu dilakukan inspeksi lanjutan terkait kWh meter yang diuji. Namun jika apabila nilai presentasi error kurang dari 1% maka status kWh meter pelanggan termasuk dalam kategori "Normal". Output dari sistem ini berupa notifikasi SMS yang akan masuk kepada petugas PLN beserta status dan anomali. Pada SMS juga akan dikirimkan lokasi tempat kWh meter sedang diuji dengan mengirimkan link berupa titik longitude (garis bujur) dan latitude (garis lintang).

## 2.5. Perencanaan Modul Pengujian

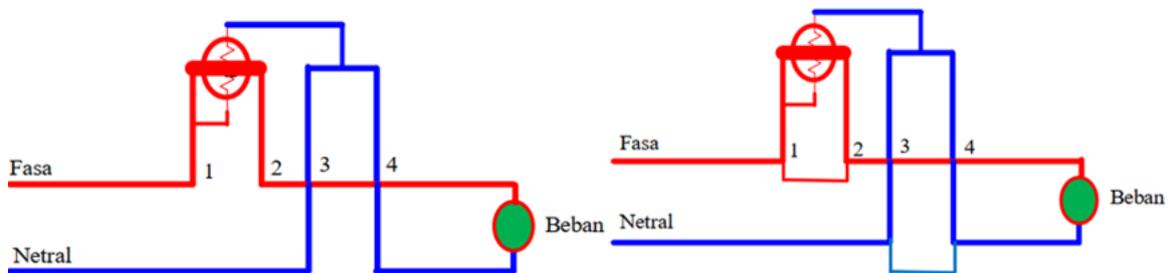
Perancangan alat didesain untuk bisa menghitung error kWh meter menggunakan metode komparasi energi. Gambar 2 merupakan tampilan perencanaan peletakan dan pemasangan alat yang akan diletakan di samping APP atau kWh meter.



**Gambar 2.** Perencanaan Penempatan Sistem Pembacaan Kesalahan kWh Meter

Pada gambar diatas merupakan gambaran perancangan alat yang akan dipasang pada sampel kwh yang akan diuji. Pada alat ini digunakan sensor yaitu sensor cahaya photodiode untuk bisa menghitung jumlah kedipan yang terukur pada kwh meter dan PZEM-004T digunakan untuk mengukur energi sebenarnya yang terpakai. Sensor photodiode akan dipasang pada bagian impulse kwh meter dan sensor PZEM-004T dimana untuk input arus (CT) dan input tegangan akan dipasang di kabel fasa SR pelanggan. Sensor photodiode akan dipasang pada bagian kelipan LED penunjukkan impuls, sensor arus dan tegangan pada PZEM-004T dipasang pada kabel fasa SR pelanggan. Pada alat ini dapat diinputkan nilai C/konstanta sehingga alat ini dapat diaplikasikan pada kwh meter yang mempunyai nilai konstanta yang berbeda-beda.

Pada perencanaan modul pengujian ini dibuat dua kondisi yaitu alat pengukur dan pembatas kWh meter dalam kondisi pengawatan normal dan kondisi pengawatan yang tidak sesuai standar dengan menjumper kabel antara terminal satu dengan terminal yang lain (Fasa-Netral terbalik). Modul ini dibuat untuk menguji alat dan pengambilan data. Gambar 3 merupakan rangkaian pengawatan kWh meter seperti yang ditunjukkan pada gambar rangkaian.

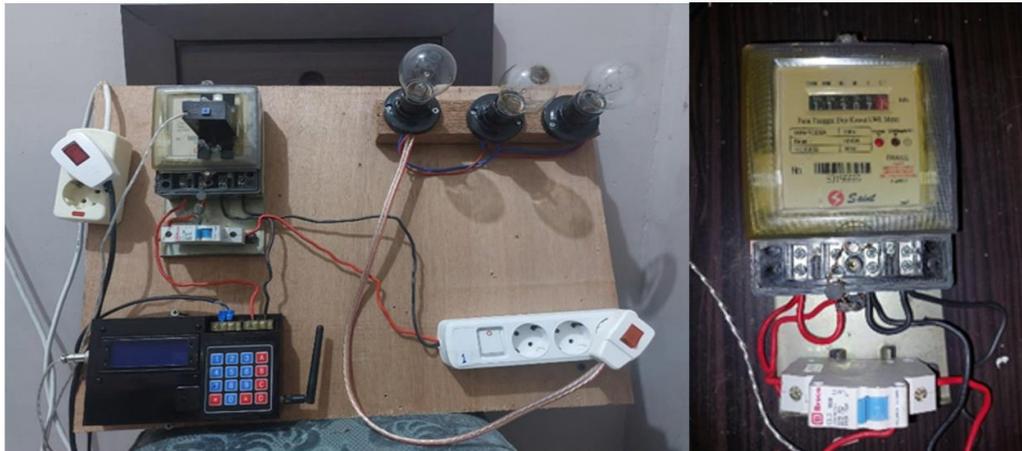


**Gambar 3.** Diagram Rangkaian Pengawatan kWh Meter

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan setelah semua rangkaian disusun secara keseluruhan berdasarkan dari perencanaan. Pengujian dan analisis bertujuan untuk mendapatkan evaluasi terhadap sistem, agar diperoleh kinerja yang lebih baik. Pengujian dilakukan dua kali yaitu pengujian secara parsial dan pengujian integrasi keseluruhan sistem. Pengujian Parsial merupakan pengujian yang dilakukan secara terpisah antara masing-masing sub alat serta membandingkan pembacaan nilai pada sistem dengan alat ukur. Adapun Pengujian integrasi merupakan pengujian yang dilakukan dengan

menghubungkan seluruh komponen menjadi suatu alat. Pada gambar 4 merupakan tampilan prototipe sistem alat yang telah dibuat.



**Gambar 4.** Pengujian Intergasi Sistem Pendeteksi Kesalahan Pembacaan kWh Meter 1 Fasa

### 3.1. Pengujian Parsial

Beberapa pengujian parsial yang telah dilakukan yaitu pengujian pada sensor cahaya photodiode, dan sensor PZEM-004T untuk mengukur energi listrik. Pengujian parsial pertama yaitu pada sensor cahaya photodiode, yang mana diletakan di depan LED impuls kWh meter dengan jarak pengujian awal yang berbeda-beda.

**Tabel 2.** Pengujian Modul Sensor Cahaya Photodiode

Jarak (cm)	Pulsa	Terukur	Losses	Status
1	5	5	0	Normal
1,5	5	5	0	Normal
2	5	5	0	Normal
2,5	5	5	0	Normal
3	5	3	2	Error
3,5	5	0	5	Error
4	5	0	5	Error

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa jarak uji coba peletakan sensor dimulai dari jarak 1 cm sampai dengan 4 cm. Jarak ideal peletakan modul sensor yaitu sekitar 1-2,5 cm dari indikator impuls kWh meter. Sedangkan pada jarak lebih dari 2,5 cm, modul sensor tidak dapat akurat mendeteksi jumlah cahaya dari impuls kWh meter. Pengujian parsial kedua yaitu mengukur tingkat akurasi pembacaan PZEM-004T dengan tujuan untuk menampilkan energi yang terpakai pada sisi pelanggan. Pengujian yang terukur oleh PZEM-004T ini kemudian dibandingkan oleh alat ukur power analyzer fluke 43-B.

**Tabel 3.** Pengujian Sensor Energi PZEM-004T

No.	Beban	t (sekon)	Energi Fluke (Wh)	Energi PZEM (Wh)	Error %
1	Lampu 60W	92,2	1,5367	1,5623	1,67%
2	Lampu 100W	55,6	1,5444	1,5599	1,00%
3	Lampu 60W+60W	46,4	1,5467	1,5596	0,83%
4	Lampu 60W + 100W	34,9	1,5511	1,5608	0,63%
5	Lampu 100W + 60W+60W	25,4	1,5522	1,5593	0,45%
Rata-rata					0,91%

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa perbandingan hasil pengukuran energi menggunakan Sensor PZEM-004T dengan Fluke 43B memiliki nilai toleransi pengukuran sebesar 0,91 %. Hasil pengujian tersebut telah sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu  $\pm 1\%$ . Pengujian parsial ketiga yaitu menguji modul GPS Ublox Neo-6M agar dapat mendeteksi latitude dan longitude sesuai lokasi kwh meter pelanggan.

**Tabel 4.** Pengujian Modul GPS dalam Menentukan Lokasi

Lokasi	Terukur		Sebenarnya ( <i>Gmaps</i> )		Error (%)	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitud e	Longitud e
Gedung D3 PENS	-7,276149	112,79451	-7,277263	112,799273	1,53	0,42
Medokan Semampir Tengah No.27	-7,306461	112,7976	-7,308755	112,790712	3,14	0,61
Rata-rata % error					2,34	0,51

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa perbandingan hasil nilai latitude dan longitude dari modul GPS dengan nilai acuan dari *google maps* memiliki nilai toleransi pengukuran sebesar 2,34 % untuk nilai latitude dan 0,51 % untuk nilai longitude. Hasil pengujian tersebut telah sesuai dengan standar toleransi kesalahan alat ukur yang ditentukan yaitu  $\pm 5\%$ .

### 3.2. Pengujian Integrasi

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan semua komponen yang telah disusun sedemikian rupa. Pengujian integrasi pada penelitian ini dibuat papan uji untuk mensimulasikan alat yang telah dibuat, dimana digunakan 3 buah beban lampu , 2 lampu 60 watt dan 1 lampu 100 watt. Kwh meter yang digunakan yaitu dengan merk Saint tahun pembuatan 2007 dengan konstanta 3200 dan diuji sebanyak n kedepan berjumlah 5 kali. Pengujian integrasi dilakukan untuk mengetahui anomali atau penyimpangan dari energi yang terukur melalui keluaran sensor PZEM-004T ( $W_2$ ) dibandingkan dengan energi yang terukur di kwh meter pelanggan ( $W_1$ ). Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali yaitu pengujian anomali pada sampel kWh meter dengan rangkaian pengawatan sesuai standar dan pengujian anomali pada sampel kWh meter dengan rangkaian pengawatan tidak sesuai standar. Tabel 5 merupakan data pengujian integrasi pada sampel diagram rangkaian pengawatan kWh Meter sesuai standar.

**Tabel 5.** Pengujian Integrasi pada Rangkaian Pengawatan kWh Meter Sesuai Standar

Jumlah Beban	n	C (Imps/kWh)	Energi PZEM-004T "W2" (Wh)	Energi kWh Meter "W1" (Wh)	Anomali (%)
Lampu 60W	5	3200	1,5765	1,5625	0,89
Lampu 100W	5	3200	1,5739	1,5625	0,72
Lampu 60W + 60W	5	3200	1,5746	1,5625	0,77
Lampu 100W + 60W	5	3200	1,5730	1,5625	0,67
Lampu 100W + 60W + 60W	5	3200	1,5736	1,5625	0,70
Rata-rata % error					0,76

Dari tabel di atas diketahui bahwa banyaknya kedipan dari impuls kWh meter ( $n$ ) tercatat 5 kali dengan konstanta kWh meter ( $C$ ) sebesar 3200 Imps/kWh, sehingga nilai energi kWh meter ( $W1$ ) sebesar 1,562 Wh. Selanjutnya nilai energi kWh meter dibandingkan dengan pengukuran energi menggunakan sensor PZEM-004T ( $W2$ ). Adapun nilai toleransi kesalahan (% error) pembacaan kWh meter menggunakan sistem yang telah dirancang yaitu sekitar 0,76%. Hasil pengujian tersebut telah sesuai standar yaitu kWh meter dengan kelas 1,0 memiliki presentase error yang diizinkan yaitu  $\pm 1\%$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa kegiatan pengukuran anomaly kWh meter 1 Fasa sesuai dengan standar. Selanjutnya dilakukan pengujian integrasi pada sampel diagram pengawatan kWh Meter yang tidak sesuai dengan standar dengan menggabungkan kabel fasa dari terminal satu dengan terminal yang lain, begitu pula pada kabel netral. Data pengujian integrasi ditunjukkan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Pengujian Integrasi pada Rangkaian Pengawatan kWh Meter Tidak Sesuai Standar

Jumlah Beban	n	C (Imps/kWh)	Energi Terukur PZEM-004T "W2" (Wh)	Energi kWh Meter "W1" (Wh)	Error (%)
Lampu 60W	5	3200	2,468	1,562	36,71
Lampu 100W	5	3200	2,456	1,562	36,40
Lampu 60W + 60W	5	3200	2,446	1,562	36,14
Lampu 100W + 60W	5	3200	3,84	1,562	59,32
Lampu 100W + 60W + 60W	5	3200	3,97	1,562	60,65
Rata-rata % error					45,84

Dari tabel di atas diketahui bahwa banyaknya kedipan dari impuls kWh meter ( $n$ ) tercatat 5 kali dengan konstanta kWh meter ( $C$ ) sebesar 3200 Imps/kWh, sehingga nilai energi kWh meter ( $W1$ ) sebesar 1,5625 Wh. Selanjutnya nilai energi kWh meter dibandingkan dengan pengukuran energi menggunakan sensor PZEM-004T ( $W2$ ). Adapun nilai toleransi kesalahan (% error) pembacaan kWh meter menggunakan sistem yang telah dirancang yaitu sekitar 45,84 %. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa kWh meter mengalami kesalahan pembacaan dan tidak sesuai dengan standar yang diizinkan yaitu  $\pm 1\%$ .

Besaran nilai energi yang terukur pada sistem pembacaan kesalahan kWh meter 1 fasa ditampilkan pada LCD. Selanjutnya sistem akan mengirim notifikasi SMS berupa parameter-parameter seperti identifikasi status kondisi kWh meter, nomor ID pelanggan, latitude dan longitude

serta tautan lokasi kWh meter yang terhubung dengan *google maps*. Gambar 5 dibawah merupakan contoh tampilan pengukuran energi kWh meter dan contoh pengiriman notifikasi melalui SMS.



**Gambar 5.** Contoh Tampilan Parameter Kondisi kWh Meter pada LCD serta Notifikasi SMS

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari perencanaan dan pembuatan sistem yang telah dilakukan kemudian dilakukannya pengujian integrasi pada sistem secara keseluruhan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa, sistem pendeteksi kesalahan pembacaan kWh meter 1 fasa pada penelitian ini dapat mengetahui anomali kWh meter kelas 1,0 apakah masih sesuai dengan batas standar toleransi kesalahan yang diizinkan yaitu sebesar  $\pm 1\%$ . Hasil pengujian pada beberapa modul perangkat keras serta sensor pada sistem yaitu, jarak ideal peletakan modul sensor cahaya photodiode sekitar 1-2,5 cm dari indikator impuls kWh meter, sensor energi PZEM-004T memiliki nilai toleransi kesalahan pengukuran sebesar 0,91 % dan modul GPS dapat mendeteksi lokasi kWh meter dengan kesalahan pembacaan sebesar 2,34 % untuk nilai latitude dan 0,51 % untuk nilai longitude. Pengujian integrasi keseluruhan sistem dilakukan sebanyak dua kali yaitu pengujian pertama pada kWh meter dengan rangkaian pengawatan sesuai standar, yang mana dihasilkan nilai deviasi pembacaan kWh meter sebesar 0,76%. Sedangkan pengujian kedua yaitu pada kWh meter dengan rangkaian pengawatan yang tidak sesuai standar, yang mana dihasilkan nilai deviasi sebesar 45,84 %. Pada sistem pembacaan kesalahan kWh meter 1 fasa, nilai energi yang terukur ditampilkan pada layar LCD. Setelah itu, sistem akan mengirimkan notifikasi SMS yang berisi beberapa parameter, seperti status kondisi kWh meter, nomor ID pelanggan, dan lokasi.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT.PLN (Persero), Politeknik Elektronika Negeri Surabaya dan sivitas akademika yang telah yang telah memberi dukungan dalam membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Wahjono, M. M. Rifadil, O. A. Qudsi, and M. N. Sururi, "Meter Energi 1 Fasa Dengan Proteksi Over Voltage Dan Under Voltage berbasis Internet of Things (IoT)," *INOVTEK - Seri Elektro*, vol. 2, no. 2, p. 121, 2020, doi: 10.35314/ise.v2i2.1384.
- [2] N. G. Pahiyanti, S. Sukmajati, and M. R. Nur, "Penurunan Susut Jaringan Dengan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik," *SUTET*, vol. 9, no. 1, pp. 36–45, Jun. 2019, doi: 10.33322/sutet.v9i1.502.
- [3] R. F. Ariyanti, "Identifikasi Penyebab Susut Energi Listrik PT PLN (Persero) Area Semarang Menggunakan Metode Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 1,

- no. 1, pp. 1–8, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23259>
- [4] M. Artiyasa, S. N. Hanifah, and A. Felani, “Analysis deviation of direct measurement KWh meter in PLN P2TL Rayon Sukaraja Kab. Sukabumi,” in 2017 International Conference on Computing, Engineering, and Design (ICCED), Nov. 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/CED.2017.8308107.
- [5] T. Hasan, D. K. Elwarin, and S. Sesa, “Pengaruh Kondisi Wiring Terhadap Persentase Kesalahan (Error) Pada KWH Meter,” J. ELKO (Elektrikal dan Komputer), vol. 1, no. 1, Jun. 2021, doi: 10.54463/je.v1i1.3.
- [6] D. J. P. K. dan T. Niaga, Keputusan Direktur Jendral Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga Nomor 161 Tahun 2019 Tentang Syarat Teknik Meter kWh. Jakarta: Kementerian Perdagangan, 2019.
- [7] D. O. Anggriawan, A. R. Fauzi, and E. Wahjono, “RANCANG BANGUN KWH METER DIGITAL 1 PHASE PROGRAMMABLE BERBASIS IOT,” in Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-8, 2022, vol. 8, no. 1, pp. 122–129. [Online]. Available: <https://proceeding.isas.or.id/index.php/sentrinov/article/view/1161>
- [8] D. Gunawan, D. Erwanto, and Y. Shalahuddin, “Studi Komparasi Kwh Meter Pascabayar Dengan Kwh Meter Prabayar Tentang Akurasi Pengukuran Terhadap Tarif Listrik Yang Bervariasi,” Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer, vol. 7, no. 1, p. 158, Jun. 2018, doi: 10.36055/setrum.v7i1.3408.
- [9] S. Darma, Yusmartono, and Akhiruddin, “Studi sistem peneraan kwh meter,” J. Electr. Technol., vol. 4, no. 3, pp. 158–165, 2019.
- [10] I. Ferdiansyah, E. Sunarno, P. A. Mahadi Putra, and B. Q. Avrila, “Alat Pengukur Deviasi pada KWH Meter 3 Fasa berbasis PZEM 0047 dan Flame Sensor,” JTT (Jurnal Teknol. Terpadu), vol. 9, no. 1, pp. 99–107, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1128.
- [11] PT. PLN (Persero), Peraturan Direksi PT PLN (PERSERO) Nomor 088-Z.P/DIR/2016 Tahun 2016 tentang Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik, Tagihan Susulan dan Pemutusan Sambungan Tenaga Listrik. Jakarta, 2016.
- [12] R. Hidayat, I. Made, A. Nrrartha, I. Bagus, and F. Citarsa, “RANCANG BANGUN SMART kWh METER 3 FASE DENGAN KOMUNIKASI SMS GATEWAY Design Of 3 Phase Smart kWh Meter Using SMS Gateway Communication,” vol. 7, no. 2, pp. 140–148, 2020.
- [13] A. N. Waldi, “Akurasi Pengukuran kWh Meter Analog Terhadap Losses Energi Listrik,” Sutet, vol. 11, no. 2, pp. 105–113, 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1577.
- [14] T. Pasaribu and M. A. Bakri, “Aplikasi Sensor Potodioda Pada Sistem Monitoring Kwh Meter Berbasis Komunikasi Sms,” JREC (Journal Electr. Electron., vol. 6, no. 1, pp. 53–64, Jul. 2018, doi: 10.33558/jrec.v6i1.1380.
- [15] K. 'Ulya, Y. C. Arif, and L. P. S. Raharja, “Monitoring and Control Design of Automatic Transfer Switch-Automatic Main Failure with Human Machine Interface (HMI),” J. Ilm. Tek. Elektro Komput. dan Inform., vol. 8, no. 3, p. 475, 2022, doi: 10.26555/jiteki.v8i3.23750.