

PENINGKATAN AKURASI PENGGUNAAN DAYA AKTIF KEPADA PELANGGAN POTENSIAL PLN ULP BATU MELALUI PENGUKURAN TIDAK LANGSUNG

Rizal Dwi Saputra^{1*}, Nadhifah Simtia Aqilah², Sujito³, Muhammad Aden Wahyu Pratama⁴, Sobri Miftahus Sururi⁵, Ocha Shafira Hananto⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Negeri Malang; Jalan Semarang No 5, Malang; +62 341-551312

Riwayat artikel:

Received: 22 November 2022

Accepted: 29 Desember 2023

Published: 1 Januari 2024

Keywords:

kWh, Daya Aktif, Pengukuran Tidak Langsung, Pelanggan Potensial.

Correspondent Email:

sujito.ft@um.ac.id

Abstrak. Energi listrik merupakan kebutuhan esensial dalam kehidupan modern, dan kelancaran berbagai aktivitas keseharian sangat tergantung pada distribusi daya listrik yang efisien dan akurat. Unit Layanan Pelanggan (ULP) Batu, sebagai bagian integral dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), memiliki tanggung jawab krusial dalam memastikan distribusi daya listrik yang lancar di wilayahnya. Peningkatan akurasi penggunaan daya aktif kepada pelanggan potensial menjadi fokus utama dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan layanan listrik. Penelitian ini mengeksplorasi metode pengukuran tidak langsung sebagai solusi untuk meningkatkan akurasi penggunaan daya aktif. Metode ini memanfaatkan alat pengukur untuk memberikan estimasi akurat tentang konsumsi daya aktif tanpa perlu melakukan pengukuran langsung pada setiap pelanggan. Diharapkan, metode ini dapat memberikan efisiensi dalam pengelolaan dan pengukuran daya listrik, mengoptimalkan proses distribusi, dan mengurangi potensi kesalahan pengukuran. Penelitian ini juga mengidentifikasi tantangan yang mungkin timbul selama penyaluran energi listrik, seperti kerusakan peralatan pembatas dan pengukur serta potensi tindak pencurian energi listrik. Dengan penerapan metode pengukuran tidak langsung, diharapkan dapat meminimalkan potensi kesalahan tersebut. Melalui peningkatan akurasi daya aktif, penelitian ini memberikan kontribusi konkrit dalam meningkatkan kualitas layanan listrik oleh PLN ULP Batu kepada pelanggan potensial. Analisis mendalam terhadap implementasi pengukuran tidak langsung diharapkan memberikan pemahaman lebih baik tentang cara meningkatkan akurasi penggunaan daya aktif dan merangsang inovasi dalam pengelolaan distribusi energi listrik.

Abstract. *Electrical energy is an essential need in modern life, and the smooth running of various daily activities is highly dependent on the efficient and accurate distribution of electrical power. The Batu Customer Service Unit (ULP), as an integral part of the State Electricity Company (PLN), has a crucial responsibility in ensuring the smooth distribution of electric power in its area. Increasing the accuracy of active power usage for potential customers is the main focus in increasing the efficiency of electricity service management. This research explores indirect measurement methods as a solution to increase the accuracy of active power usage. This method utilizes measuring devices to provide accurate estimates of active power consumption without the need to take direct measurements on each customer. It is hoped that this method can provide efficiency in managing and measuring electrical power, optimizing the distribution process, and reducing the potential for measurement errors. This research also identifies challenges that may arise during the distribution of electrical energy, such as damage to limiting and measuring equipment and the potential for theft of electrical energy. By*

implementing indirect measurement methods, it is hoped that the potential for error can be minimized. By increasing the accuracy of active power, this research provides a concrete contribution in improving the quality of electricity services by PLN ULP Batu to potential customers. An in-depth analysis of the implementation of indirect measurements is expected to provide a better understanding of how to increase the accuracy of active power use and stimulate innovation in the management of electrical energy distribution.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan esensial dalam kehidupan modern, dan keberlanjutan berbagai aktivitas keseharian sangat bergantung pada distribusi daya listrik yang efisien dan akurat. Unit Layanan Pelanggan (ULP) Batu, sebagai bagian integral dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), memiliki tanggung jawab penting dalam memastikan kelancaran distribusi daya listrik di wilayahnya [1]. Dalam rangka meningkatkan efisiensi pengelolaan layanan listrik, salah satu aspek kritis yang perlu diperhatikan adalah peningkatan akurasi penggunaan daya aktif kepada pelanggan potensial.

Akurasi yang tinggi dalam pengukuran daya aktif menjadi elemen kunci dalam menjaga keseimbangan antara pasokan dan permintaan listrik. Selain itu, tingkat akurasi yang tinggi juga membantu memastikan keadilan dalam proses penagihan kepada pelanggan. Penyaluran energi listrik dari PLN ULP Batu menuju pelanggan potensial melibatkan serangkaian proses yang meliputi gardu trafo, Alat Pembatas dan Pengukur (APP) tegangan rendah pelanggan, hingga akhirnya mencapai konsumen [2].

Dalam penelitian ini, pengukuran tidak langsung menjadi salah satu solusi yang menarik untuk meningkatkan akurasi penggunaan daya aktif. Metode ini melibatkan penggunaan alat pengukur yang dapat memberikan estimasi akurat tentang konsumsi daya aktif tanpa perlu melakukan pengukuran langsung pada setiap pelanggan. Dengan demikian, metode ini dapat memberikan efisiensi dalam pengelolaan dan pengukuran daya listrik. Pengukuran tidak langsung memanfaatkan alat pengukur yang mampu memberikan estimasi akurat tentang konsumsi daya aktif tanpa memerlukan pengukuran langsung pada setiap pelanggan. Metode ini diharapkan dapat memberikan solusi efektif dalam meningkatkan akurasi pengukuran daya

aktif, mengurangi potensi kesalahan pengukuran, dan mengoptimalkan proses distribusi daya listrik.

Peningkatan akurasi pengukuran daya aktif sangat krusial untuk mengatasi tantangan-tantangan yang mungkin timbul selama penyaluran energi listrik [3]. Adanya kerusakan pada peralatan pembatas dan pengukur, serta potensi tindak pencurian energi listrik oleh oknum yang bukan pelanggan, dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam pengukuran daya aktif. Oleh karena itu, penerapan metode pengukuran tidak langsung diharapkan dapat menjadi solusi yang efisien untuk meminimalkan potensi kesalahan tersebut.

Dengan peningkatan akurasi daya aktif, penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi konkret dalam meningkatkan kualitas layanan listrik yang diberikan oleh PLN ULP Batu kepada pelanggan potensial. Melalui analisis mendalam terhadap implementasi pengukuran tidak langsung, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang cara meningkatkan akurasi penggunaan daya aktif dan merangsang inovasi dalam pengelolaan distribusi energi listrik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Alat Pembatas dan Pengukur (APP)

Alat pembatas adalah komponen untuk membatasi daya listrik yang digunakan pelanggan sesuai dengan Surat Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik antara PLN dengan pelanggan.

Sedangkan alat pengukur adalah komponen yang berupa peralatan elektromekanik maupun elektronik untuk mengukur energi listrik yang dipakai oleh pelanggan.

Kedua jenis alat tersebut disatukan menjadi satu kesatuan menjadi alat pembatas dan pengukur yang disebut APP yang dipergunakan untuk membatasi daya listrik dan mengukur

energi listrik, baik sistem Prabayar maupun Pascabayar [4].



Gambar 1. Alat Pembatas

Perhitungan alat pembatas dapat menggunakan rumus berikut.

$$I = \frac{P}{V \times \sqrt{3}} \quad (1)$$

Keterangan :

I = Arus (Ampere)

P = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

$\sqrt{3}$ = Digunakan pada perhitungan daya 3 fasa

2.2. Current Transformer

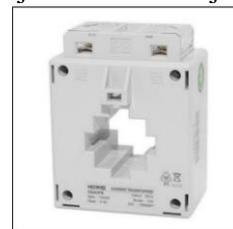
Current Transformer (CT) atau trafo arus merupakan suatu alat listrik yang mempunyai fungsi untuk mengubah besaran arus listrik tertentu menjadi lebih besar atau lebih kecil. Pada pengukuran tidak langsung Current Transformer (CT) berfungsi untuk mentransformasikan arus yang besar (sisi primer) menjadi arus yang lebih kecil (sisi sekunder). Kumparan primer dari Current Transformer (CT) dihubungkan seri dengan jaringan sumber sedangkan sisi sekundernya dihubungkan dengan kWh meter yang kapasitas arusnya 1 sampai dengan 5 A.

KWh meter mempunyai batas kemampuan untuk mengukur beban yang besar, maka dari itu diperlukannya Current Transformer (CT) di dalam pengukuran tidak langsung. Current Transformer (CT) memiliki standar arus pengenal untuk sisi sekundernya, yakni 200/5A artinya 200 A merupakan arus sisi primer (I_p) dan 5 A merupakan arus sisi sekunder (I_s). Pengawatan dari Current Transformer (CT) menuju kWh meter menggunakan kabel NYAF 4mm² dengan warna kabel pengawatan sesuai standar (merah, kuning, hitam dan biru untuk masing - masing fasa R, S, T, dan Netral [5].

2.2.1. Prinsip kerja Current Transformer

Current Transformer (CT) atau trafo mempunyai tiga bagian utama yaitu kumparan primer, kumparan sekunder, dan inti besi. Belitan sisi primer adalah belitan yang dihubungkan dengan sumber listrik. Belitan sisi primer transformator arus mempunyai jumlah

lilitan yang lebih sedikit. Belitan sisi sekunder merupakan bagian dari trafo arus yang dihubungkan dengan alat ukur atau dalam hal ini kWh meter. Kumparan sekunder ini mempunyai jumlah lilitan yang lebih banyak dibandingkan kumparan primer. Hal ini mempunyai efek mengubah arus listrik yang besar menjadi arus yang lebih kecil yang dapat diterima kWh meter. Inti besi merupakan bagian dari trafo arus yang mempunyai fungsi menyalurkan fluks magnet dari belitan primer ke belitan sekunder. Inti besi ini biasanya terbuat dari baja silikat atau baja silikon [6].



Gambar 2. Current Transformer (CT)

Prinsip kerja dari trafo arus ini ialah apabila kumparan sisi primer mengalir arus I_1 dan pada kumparan sisi primer timbul gaya gerak magnet sebesar $N_1 I_1$. Gaya gerak magnet ini menghasilkan fluks pada inti besi yang memicu terbangkitnya gaya gerak listrik (GGL) pada kumparan sisi sekunder. Jika terminal kumparan sisi sekunder tertutup, maka pada kumparan sisi sekunder akan mengalir arus I_2 yang menimbulkan gaya gerak magnet $N_2 I_2$ pada kumparan sisi sekunder [7].

2.3. KWH Meter 3 Fasa

KWh meter adalah alat yang digunakan untuk mencatat jumlah listrik yang dikonsumsi oleh pengguna baik perumahan, Perusahaan, maupun industri dalam kurun waktu tertentu. Menurut penelitian [8], didalam penyaluran energi listrik kepada masyarakat diperlukan suatu alat ukur energi pada masing-masing pelanggannya yang digunakan untuk mengetahui besarnya energi aktif yang digunakan.

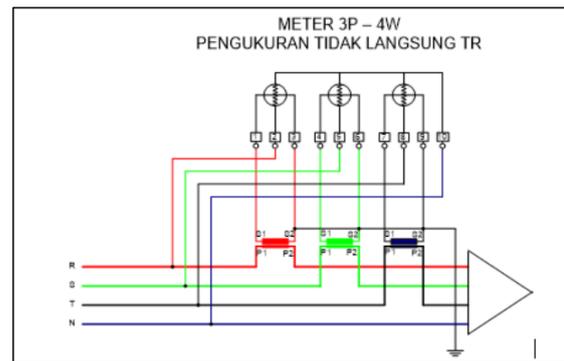
2.3.1. Prinsip kerja KWH meter 3 fasa

Terdapat dua jenis utama kWh meter, yaitu meter analog dan digital, dengan prinsip kerja yang berbeda. Meter analog bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik, di mana kumparan primer menghasilkan medan magnet untuk menginduksi arus di kumparan sekunder, yang selanjutnya menggerakkan piringan putar dan jarum penunjuk. Di sisi lain, kWh meter digital memanfaatkan teknologi digital dengan

mengonversi sinyal analog dari kumparan primer menjadi sinyal digital. Sinyal ini kemudian diolah oleh mikroprosesor untuk menghitung konsumsi energi listrik, dan hasil perhitungan ditampilkan di layar LCD kWh meter [9]. Perbedaan utama adalah dalam metodenya dan cara penyajian data, dengan meter analog menggunakan mekanisme mekanis dan jarum penunjuk, sementara meter digital menggunakan teknologi sensor dan tampilan digital. Pilihan antara keduanya bergantung pada preferensi dan kebutuhan spesifik. Meter digital sering lebih akurat dan dapat menyimpan data historis, sementara meter analog cenderung lebih tahan lama dan memerlukan perawatan yang lebih sedikit.

2.3.2. Pengukuran KWH meter 3 fasa Tidak Langsung

Pengukuran tidak langsung dipergunakan pada pelanggan dengan kontrak daya lebih dari 13.900 VA. Hal ini mengacu pada Surat Edaran Direksi no. 018.E/012/DIR/2002. Pengukuran tidak langsung menggunakan Current Transformator dan Voltage Transformator untuk menurunkan nilai arus dan tegangan listrik yang akan diukur. Gambar 3 merupakan pengukuran tidak langsung tegangan rendah (TR) hanya menggunakan Current Transformator (CT) dengan kWh meter memiliki spesifikasi tegangan 230/400 Volt. Hasil pembacaan daya aktif pada kWh meter kemudian dikalikan dengan hasil perbandingan ratio CT primer dan CT sekunder sehingga didapatkan nilai daya aktif yang terpakai dalam waktu tersebut. Akurasi pembacaan daya aktif yang terpakai oleh pelanggan ini dipengaruhi oleh kondisi dari Current Transformator (CT) yang mana akan terjadi margin error yang besar antara pembacaan kWh meter dengan daya yang terpakai oleh pelanggan pada waktu tersebut. Nilai margin error tersebut akan mempengaruhi rugi jual-beli dari penyedia energi listrik PT PLN (Persero) [10].



Gambar 3. Wiring Diagram Pengukuran Tidak Langsung kWh 3 Fasa 4 Kawat

Nilai toleransi margin error ini dapat dilihat dari spesifikasi pada kWh meter yang mana semakin kecil nilainya maka keakuratan pembacaan daya aktif oleh kWh meter akan semakin akurat dan nilai dari margin error dari pembacaan kWh meter dibandingkan dengan nilai dari pembacaan alat ukur akan semakin kecil [11]. Apabila nilai margin error melebihi nilai toleransi dari spesifikasi kWh meter maka harus dilakukan penggantian dari komponen Current Transformator (CT) ataupun Voltage Transformator (PT). Pengukuran tidak langsung ini, kWh meter tidak disambungkan langsung terhadap beban. Maka dari itu memungkinkan terjadinya selisih antara daya aktif yang terpakai pada waktu tersebut dengan daya aktif yang sebenarnya terpakai pada waktu tersebut. Hal tersebut bisa terjadi jika ada kesalahan dalam pengawatan/sambungan [12]. Besarnya nilai margin error dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{error} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100\% = \pm 5\% \quad (2)$$

Dimana P_1 adalah nilai daya yang terukur pada kWh meter dan P_2 adalah nilai daya yang digunakan oleh pelanggan/ terukur pada beban. Nilai margin error dengan nilai toleransi $\pm 5\%$ maka dapat dikatakan hasil pengukuran kWh meter terhadap beban normal. Untuk nilai margin error diatas dari nilai toleransi $\pm 5\%$ maka ada pihak yang dirugikan baik dari sisi pelanggan maupun dari sisi penyedia energi listrik.

2.3.3. Pembacaan KWH meter pada pengukuran tidak langsung

- Pencatat primer, penunjukannya langsung sama dengan pada kWh meter sambungan langsung, karena perbandingan transformator sudah diperhitungkan dalam perbandingan gigi penggerak.

- b. Pencatat semi primer, hasil pembacaan harus dikalikan dengan perbandingan transformator arus untuk mendapatkan harga sebenarnya.
- c. Pencatat sekunder, hasil pembacaan harus dikalikan dengan perbandingan transformator arus dan transformator tegangan.

3. METODE PENELITIAN

Dalam proses peningkatan keandalan dan efisiensi penyaluran energi listrik kepada pelanggan potensial PLN ULP Batu ini, terdapat beberapa metode yang digunakan oleh penulis. Adapun metode yang dimaksud, diantaranya:

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengambilan data pemeriksaan dan data APP dilakukan di PT PLN (Persero) UID Jawa Timur UP3 Malang ULP Batu berlokasi di Jalan Trunojoyo, Songgokerto, Kec. Batu, Kota Batu pada tanggal 3 Juli sampai dengan 25 Agustus 2023.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Data sampel diperoleh dari berbagai sumber untuk mendukung penelitian ini, sehingga data yang diperoleh dapat diselaraskan satu sama lain. Terdapat dua metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data sampel, diantaranya:

3.2.1. Interview

Metode yang pertama digunakan dalam tahap pengumpulan data adalah metode interview. Pengumpulan data sampel dilakukan dengan teknik wawancara dan data yang telah tersedia di PT PLN (Persero) UID Jawa Timur UP3 Malang ULP Batu.

3.2.2. Studi Literatur

Metode yang kedua digunakan dalam tahap pengumpulan data adalah metode studi literatur. Pengumpulan data dilakukan membaca literature baik dari penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan maupun dari internet yang berhubungan dengan objek yang diteliti guna dijadikan referensi dan acuan dalam proses penulisan artikel ini.

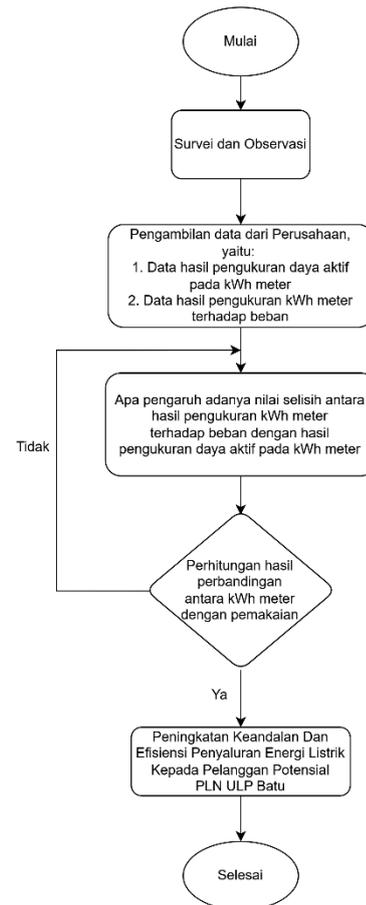
3.3. Analisis Pengumpulan Data

Analisa data yang dilakukan menggunakan analisa secara kualitatif yang digunakan untuk menganalisa data, baik yang diperoleh dari perusahaan maupun data literature (teori) dan

disajikan dalam bentuk deskriptif. Menggunakan metode ini akan menghasilkan deskripsi yang tersusun secara logis mengenai data yang telah dikumpulkan.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Setelah mendapatkan data yang digunakan pada penelitian ini, dilakukan tahap penyelesaian. Tahap-tahap penyelesaian tersebut secara dijelaskan pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan mengenai bagaimana hasil perbandingan antara hasil pengukuran kWh meter terhadap beban dengan hasil pengukuran daya aktif pada kWh meter.

4.1. Hasil Pembacaan Daya Aktif Pada KWh Meter 3 Fasa

Hasil pembacaan daya aktif pada kWh meter 3 fasa ini didapatkan dengan melihat pembacaan daya aktif yang ada pada kWh meter 3 fasa. Pada pengukuran tidak langsung, angka yang tertera pada LCD kWh meter belum nilai yang sebenarnya. Hasil pembacaan daya aktif pada layar LCD kWh meter 3 fasa ini dikalikan

dengan rasio dari trafo arus yang digunakan pada APP kWh meter 3 fasa. Tabel 1 hasil pembacaan stan meter kwh meter.

Tabel 1. Hasil Pembacaan Stan Meter KWh Meter

NO.	DAYA (KVA)	KELAS KWH METER	STAN METER KWH (KVA)
1.	82,5	1	17,817
2.	82,5	1	22,8
3.	105	1	20,632
4.	197	1	27,28
5.	197	1	33,98

4.2. Hasil Pengukuran Dengan Watt Meter Daya Aktif Pada KWh Meter 3 Fasa

Hasil pengukuran daya aktif ini didapatkan dengan mengukur pemakaian daya aktif menggunakan alat ukur *watt meter* yang mengukur pemakaian daya aktif pada setiap fasa. Tabel 2 hasil pengukuran menggunakan watt meter.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Dengan Watt Meter

NO.	DAYA (KVA)	KELAS KWH METER	PENGUKURAN DENGAN WATT METER (kVA)
1.	82,5	1	17,75
2.	82,5	1	22,37
3.	105	1	20,64
4.	197	1	27,21
5.	197	1	33,85

4.3. Perbandingan Hasil Pembacaan Stan Meter KWh dengan Pengukuran Dengan Watt Meter

Hasil pembacaan dan hasil pengukuran daya aktif pada kWh meter 3 fasa ini akan dibandingkan untuk memperoleh berapa besar nilai margin error diantara keduanya. Tabel 3 memperlihatkan perbandingan antara stan meter kWh dan pengukuran dengan *watt meter*.

Tabel 3. Perbandingan Antara Stan Meter KWh Meter dan Pengukuran Dengan Watt Meter

NO.	DAYA (KVA)	KELAS KWH METER	STAN METER KWH (KVA)	PENGUKURAN DENGAN WATT METER (KVA)
1.	82,5	1	17,817	17,75
2.	82,5	1	22,8	22,37
3.	105	1	20,632	20,64
4.	197	1	27,28	27,21
5.	197	1	33,98	33,85

Nilai error tidak boleh melebihi toleransi dari kWh meter. Perhitungan nilai error dari kWh meter dapat menggunakan persamaan 2, didapatkan hasil perhitungan yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai Persentase Error

NO.	DAYA (KVA)	KELAS KWH METER	STAN METER KWH (KVA)	PENGUKURAN DENGAN WATT METER (KVA)	NILAI PERSENTASE ERROR
1.	82,5	1	17,817	17,75	0,37
2.	82,5	1	22,8	22,37	1,9
3.	105	1	20,632	20,64	0,038
4.	197	1	27,28	27,21	0,28
5.	197	1	33,98	33,85	0,38

Dari hasil perhitungan persentase error yang dilakukan, diperoleh hasil dari sampel penelitian, kWh dengan pengukuran tidak langsung dengan kelas kWh meter yang sama yaitu kelas 1 mempunyai persentase error paling kecil yaitu sebesar 0,038% dan persentase error paling besar yaitu sebesar 1,9%.

5. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan bahwa Peningkatan Akurasi Penggunaan Daya Aktif Pada Pelanggan Potensial PLN ULP Batu dengan sampel daya dan tarif yang berbeda dengan kelas kWh meter yang sama didapatkan:

- Hasil pembacaan daya aktif yang terpakai oleh kWh meter tidak berbeda jauh dengan yang terukur menggunakan alat ukur watt meter yang mengindikasikan kondisi kWh meter dalam kondisi baik.
- Nilai error dari perbandingan daya aktif hasil pembacaan kWh meter dengan hasil pengukuran menggunakan watt meter menunjukkan bahwa nilai error dari perbandingan tersebut tidak melebihi nilai toleransi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan ucapan terimakasih kepada dosen pengampu mata kuliah Manajemen Audit Energi yang telah membantu menyelesaikan penulisan jurnal ini. Dan juga terimakasih kepada pihak PLN ULP Batu yang telah bersedia menjadi subjek penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. S. Nugroho, Sujito, L. Gumilar, Moh. R. Faiz, Moh. Z. Falah, and A. I. Syah, "Analysis of Protection System Based On-Line Current Differential Using Nominal Phi Method on 150 Kv Transmission Line Ngimbang-Babat 1," in *2022 International Conference on Electrical Engineering, Computer and Information Technology (ICEECIT)*, Jember, Indonesia: IEEE, Nov. 2022, pp. 159–166. doi: 10.1109/ICEECIT55908.2022.10030224.
- [2] D. Asmono and T. Aribowo, "Pengukuran Energi Listrik Tidak Langsung Menggunakan Dua Jenis Trafo Arus," *ELEKTRAN*, vol. 2, no. 1, pp. 25–29, 2012.
- [3] Sujito, A. R. D. Mardika, and Zory Satrio Nugroho, "RANCANG BANGUN OTOMATISASI SISTEM PENERANGAN PADA GEDUNG," Apr. 2022, doi: 10.5281/ZENODO.6499806.
- [4] C. Irawan, Y. P. Hikmat, and H. Purnama, "Rancang Bangun Modul Pengukuran Energi Listrik Tidak Langsung Menggunakan Kwh Dan Kvarh Meter," *Ind. Res. Workshop Natl. Semin.*, vol. 14, no. 1, pp. 116–122, 2023, doi: doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5371.
- [5] PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur, *Keputusan General Manager PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur*. 2013.
- [6] D. Asmono and Supriyanto, "PENGUKURAN ENERGI LISTRIK TIDAK LANGSUNG MENGGUNAKAN KWH METER DAN KVARH METER," 2014.
- [7] M. Mungkin, H. Satria, Z. Bahri, and A. Ridwan, "Testing the Reliability of the Current Transformer System in Tackling the Illegal Use of Electrical Energy," *J. Ecotipe Electron. Control Telecommun. Inf. Power Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 99–107, 2020, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v7i2.1891.
- [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-Elektron.-Telekomun.-Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 158–168, 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] F. Syahbakti Lukman, H. Mubarak, and Cholish, "Analisis Error Kwh Meter Tiga Fase Terhadap Kesalahan Pengawatan Pada Pengukuran Tidak Langsung," *Konf. Nas. Sos. Dan Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 839–848, 2022.
- [11] L. M. Hayusman, A. D. Lestari, S. Noor, and N. Saputera, "Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-XX," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. SENTRINOV Ke-VII*, vol. 7, no. 1, pp. 319–327, 2021.
- [12] A. N. Waldi, "Akurasi Pengukuran kWh Meter Analog Terhadap Losses Energi Listrik," *J. Ilm. SUTET*, vol. 11, no. 2, pp. 105–113, 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1577.