

Analisis Temuan Pemeriksaan P2TL pada APP kWh Meter 3 Fasa terhadap Keandalan Sistem Pengukuran Listrik

Salsabila Az Zahra Fitri, Bagus Dwicahyono

Pendidikan Vokasional Teknik Elektro
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
email : sslazhrf@gmail.com

Abstrak

Pengukuran dan distribusi daya listrik yang akurat sangat bergantung pada keandalan peralatan pengukuran energi listrik. Perhatian khusus perlu diberikan pada kondisi fisik Alat Pembatas dan Pengukur (APP), khususnya kWh meter 3-fasa, karena kerusakan atau ketidaksesuaian pada komponen APP dapat mengganggu keandalan sistem pengukuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi fisik APP kWh meter 3-fasa di PT PLN (Persero) UP3 Bulungan berdasarkan hasil pemeriksaan dalam program Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL). Analisis frekuensi dan persentase digunakan dalam pendekatan deskriptif kuantitatif. Data utama penelitian diperoleh melalui observasi langsung terhadap APP kWh meter 3-fasa selama pelaksanaan pemeriksaan P2TL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 25 unit APP yang diperiksa, 19 unit (76%) berada dalam kondisi baik, sedangkan 6 unit (24%) memerlukan perbaikan. Hanya satu unit (4%) yang mengalami kerusakan fisik pada kotak APP, sementara lima unit (20%) mengalami kerusakan pada segel. Hasil ini mengindikasikan bahwa meskipun sebagian besar APP masih dalam kondisi layak, terdapat permasalahan yang perlu ditangani. Guna menjaga integritas fisik APP dan menjamin keandalan sistem pemantauan energi listrik, pemeriksaan P2TL dapat diintegrasikan ke dalam upaya pemeliharaan preventif.

Kata kunci: Alat Pembatas dan Pengukur, Keandalan Sistem Pengukuran, kWh Meter 3 Fasa, P2TL

Abstract

Accurate measurement and distribution of electrical power rely heavily on the reliability of energy metering equipment. Special attention must be paid to the physical condition of Metering and Limiting Devices (APP) specifically 3-phase kWh meters as damage or irregularities in their components can compromise the reliability of the metering system. This study aims to assess the physical condition of 3-phase kWh meter units at PT PLN (Persero) UP3 Bulungan based on inspection results from the Electricity Usage Regulation Enforcement (P2TL) program. A quantitative descriptive approach utilizing frequency and percentage analysis was employed. Primary data were obtained through direct observation of the 3-phase kWh meter units during P2TL inspections. The results indicate that out of the 25 units inspected, 19 (76%) were in good condition, while 6 (24%) required repairs. Only one unit (4%) exhibited physical damage to the meter enclosure, whereas five units (20%) showed seal damage. These findings suggest that while the majority of the metering units remain in

serviceable condition, there are issues that require attention. To maintain the physical integrity of the metering units and ensure the reliability of the electrical energy monitoring system, P2TL inspections could be integrated into preventive maintenance efforts.

Keywords: *Limiting and Metering Device, Measurement System Reliability, 3-Phase kWh Meter, P2TL.*

I. LATAR BELAKANG

PT PLN (Persero) sangat penting dalam penyediaan dan distribusi energi kepada masyarakat umum karena meningkatnya permintaan listrik sebagai kebutuhan pokok. Salah satu elemen yang mendorong keberlanjutan kegiatan masyarakat dan kemajuan ekonomi adalah penyediaan pasokan listrik yang dapat diandalkan [1]. Untuk menjaga keandalan sistem pengukuran daya, Alat Pembatas dan Pengukur (APP) mendukung proses pendistribusian listrik kepada pelanggan.

Alat Pembatas dan Pengukur (APP) membatasi penggunaan daya pelanggan sesuai dengan kapasitas daya yang ditentukan dalam kontrak sambil mengukur konsumsi energi listrik. Sistem pengukuran tidak langsung harus digunakan untuk pelanggan yang daya terpasangnya melebihi 66 kVA karena kapasitas pembatas meter kWh tiga fasa [2]. Banyak faktor, termasuk faktor teknis seperti kerusakan *Current Transformer* (CT), kesalahan pengkabelan, dan kondisi lingkungan instalasi, serta faktor lain yang dapat menurunkan akurasi pengukuran dan meningkatkan kehilangan energi, dapat berkontribusi pada penurunan kinerja APP [3]. Pendapatan penyedia listrik dapat menderita akibat keadaan ini [4]. Akibatnya, pemeriksaan APP rutin diperlukan untuk menjamin bahwa keandalan sistem pengukuran listrik tetap terjaga.

PT PLN (Persero) melaksanakan kegiatan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) sebagai upaya untuk memastikan pemakaian tenaga listrik oleh pelanggan sesuai dengan ketentuan yang berlaku serta menjaga keandalan sistem pengukuran listrik. Tugas ini meliputi pengecekan seberapa banyak daya yang digunakan pelanggan, termasuk pengecekan Alat Pembatas dan Pengukur (APP) di lokasi pelanggan [5]. P2TL diimplementasikan sesuai dengan Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0028.P/DIR/2023, yang bertujuan untuk menjamin keseimbangan penggunaan listrik, menurunkan kerugian non-teknis, dan meningkatkan efisiensi pasokan energi listrik [6]. Perencanaan, pelaksanaan, dan penyelesaian merupakan tahapan implementasi P2TL [7]. Telah terbukti bahwa penerapan tahapan-tahapan ini meningkatkan penjualan listrik sekaligus menurunkan kerugian non-teknis [8].

Keandalan sistem pengukuran energi listrik dapat dinilai menggunakan hasil pemeriksaan P2TL yang menunjukkan kerusakan kotak APP, kerusakan penutup terminal, kondisi segel yang tidak tepat, dan rasio *Current Transformer* (CT) yang tidak konsisten. Temuan ini dapat memengaruhi keselamatan instalasi dan menurunkan akurasi hasil pengukuran energi listrik jika tidak segera diperbaiki [9]. Saat melakukan pemeriksaan instalasi listrik, sangatlah penting untuk mempertimbangkan aspek keselamatan instalasi seperti sistem pentanahan di samping kondisi fisik komponen pengukuran, guna menjamin perlindungan terhadap kondisi gangguan listrik.

Akurasi meter kWh, pembuatan sistem pemantauan P2TL, dan identifikasi kesalahan pembacaan kWh meter telah menjadi subjek beberapa penelitian sebelumnya. Putri dkk. meneliti pengujian akurasi meter kWh 3 fasa dalam sistem pengukuran langsung dan tidak langsung dan menemukan bahwa kondisi instalasi dan konfigurasi APP memengaruhi akurasi pengukuran, memungkinkan sistem standar untuk menghasilkan tingkat kesalahan yang masih dalam batas toleransi [10]. Namun, kondisi fisik APP, hasil pemeriksaan P2TL, dan hubungannya dengan keandalan sistem pengukuran listrik tidak diteliti karena penelitian ini lebih berfokus pada masalah akurasi pengukuran. Untuk meningkatkan efisiensi pencatatan dan pelaporan hasil pemeriksaan lapangan. Rosmawanti dan Muslihuddin membuat aplikasi pemantauan untuk kerusakan kWh meter dan aktivitas P2TL [11]. Namun, penelitian ini tidak meneliti kondisi APP dari pemeriksaan lapangan atau dampak temuan pemeriksaan terhadap keandalan sistem pengukuran listrik. Dengan tingkat kesalahan 0,76% untuk pengkabelan standar dan nilai deviasi 45,84% untuk pengkabelan non-standar, Sumanto dkk. mengembangkan alat deteksi kesalahan pembacaan kWh meter satu fasa dengan notifikasi SMS yang dapat mengidentifikasi kelainan pembacaan dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan sensor PZEM-004T [12]. Namun demikian, penelitian tersebut tidak membahas hasil pemeriksaan P2TL pada kWh meter 3 fasa karena berfokus pada sistem deteksi kesalahan pembacaan kWh meter satu fasa. Untuk membuat proses pemantauan lebih efisien dan terdokumentasi, Dillah dkk. membuat aplikasi seluler untuk mendukung pemeriksaan P2TL pada pengukuran tidak langsung 3 fasa. Namun, penelitian tersebut tidak meneliti hasil pemeriksaan APP atau bagaimana pengaruhnya terhadap keandalan sistem pengukuran energi listrik [13].

Akurasi kWh meter, pengembangan sistem pemeriksaan P2TL, dan identifikasi kesalahan pembacaan kWh meter telah banyak dikaji sebelumnya. Namun, belum ada yang secara menyeluruh mengkaji hasil pemeriksaan P2TL untuk instalasi pengukuran kWh meter 3 fasa berdasarkan data lapangan, khususnya terkait hubungan antara kondisi instalasi, status segel, rasio CT, temuan pemeriksaan, tindakan teknis yang diambil, serta keandalan sistem pengukuran energi listrik. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan 25 laporan pemeriksaan lapangan dari PT PLN (Persero) UP3 Bulungan untuk mengevaluasi temuan pemeriksaan P2TL pada sistem pengukuran kWh 3 fasa. Kondisi fisik peralatan dan segel, jenis temuan inspeksi, karakteristik instalasi pengukuran, serta aktivitas teknis yang dilakukan sebagai tindak lanjut menjadi topik utama dalam analisis ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan keandalan sistem pemantauan energi listrik dan menjadi landasan bagi pengambilan keputusan teknis.

II. METODE PENELITIAN

Untuk mengkaji masalah penelitian secara sistematis, faktual, dan objektif sekaligus menyajikan gambaran menyeluruh mengenai fenomena yang diteliti, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif [14]. Data dari pemeriksaan P2TL terhadap peralatan pengukuran kWh 3 fasa digunakan untuk menghitung frekuensi dan persentase dalam studi deskriptif kuantitatif. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui distribusi hasil pemeriksaan serta kaitannya dengan keandalan sistem pengukuran energi listrik. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah dan tinjauan pustaka, pengumpulan dan tabulasi data,

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

klasifikasi hasil pemeriksaan, analisis deskriptif kuantitatif, interpretasi hasil, serta penyusunan kesimpulan. Alur kerja penelitian disajikan pada Gambar 1, yang memperlihatkan tahapan proses penelitian secara sistematis dan terorganisasi. Penyajian alur kerja dalam bentuk diagram alir bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai keseluruhan proses penelitian, mulai dari tahap awal hingga diperolehnya temuan dan kesimpulan.



Gambar 1. Alur *Flowchart* Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer yang bersumber dari laporan pemeriksaan P2TL serta observasi langsung terhadap APP berupa kWh meter 3 fasa milik pelanggan PT PLN (Persero) UP3 Bulungan. Informasi yang dikumpulkan mencakup rasio *Current Transformer* (CT), temuan pemeriksaan, kondisi peralatan pengukuran beserta segelnya, serta langkah-langkah teknis yang diterapkan setelahnya. Meskipun faktor keselamatan instalasi seperti kondisi sistem pentanahan dipertimbangkan sebagai bagian dari pemeriksaan kelistrikan, aspek tersebut tidak dianalisis secara khusus karena data pengukuran pentanahan tidak tersedia dalam laporan pemeriksaan P2TL yang digunakan sebagai sumber data penelitian. Metode observasi lapangan dan dokumentasi digunakan untuk memperoleh data tersebut. Pengumpulan dan pemeriksaan laporan pemeriksaan P2TL dilakukan untuk mendokumentasikan kondisi

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

peralatan pengukuran dan segel, rasio CT, temuan pemeriksaan, serta tindakan teknis yang diambil. Selama pemeriksaan lapangan, observasi dilakukan dengan menganalisis secara cermat kondisi fisik peralatan pengukuran. Proses pengumpulan data didukung oleh penggunaan formulir pemeriksaan P2TL yang mengacu pada *Prosedur Operasional Standar* (SOP) PT PLN (Persero) serta lembar kerja untuk mentabulasi hasil pemeriksaan. Kedua metode tersebut diterapkan secara bersamaan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul lengkap dan selaras dengan tujuan penelitian.

Dua kategori kondisi untuk hasil pemeriksaan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) adalah "Baik" dan "Perlu Perbaikan." Jika pemeriksaan menunjukkan bahwa perangkat beroperasi secara normal dan tidak ditemukan kondisi yang mengharuskan adanya tindakan perbaikan, maka APP diklasifikasikan sebagai "Baik." Sebaliknya, masalah yang memerlukan tindak lanjut teknis termasuk kerusakan pada segel atau selubung APP diklasifikasikan ke dalam kategori "Perlu Perbaikan." Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0028.P/DIR/2023 tentang Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) mengatur prosedur pemeriksaan P2TL. Sementara itu, hasil pemeriksaan yang tercantum dalam berita acara pemeriksaan resmi menjadi dasar bagi klasifikasi kondisi APP dalam penelitian ini.

Sebuah studi deskriptif kuantitatif dilakukan berdasarkan hasil klasifikasi kondisi APP. Untuk menunjukkan distribusi hasil pemeriksaan pada setiap kategori, frekuensi dan persentase dihitung dari data yang telah ditabulasi. Guna memahami lebih lanjut kondisi perangkat yang diuji, hasil pemeriksaan spesifik turut ditelaah di samping kondisi umum peralatan tersebut. Temuan-temuan ini mencakup ketidaksesuaian rasio CT, kerusakan pada selubung peralatan, serta kerusakan segel. Hubungan antara hasil-hasil tersebut dan keandalan sistem pengukuran energi listrik kemudian dianalisis secara deskriptif, dengan mempertimbangkan kondisi fisik peralatan serta langkah-langkah perbaikan teknis yang telah diterapkan. Hasil analisis tersebut memberikan gambaran mengenai kondisi instalasi kWh meter 3 fasa di wilayah penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pemeriksaan P2TL pada 25 APP kWh meter 3 fasa pelanggan PT PLN (Persero) UP3 Bulungan yang menjadi objek penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pemeriksaan P2TL pada APP kWh Meter 3 Fasa

No	ID Pelanggan	Tarif/Daya	Lokasi Pemeriksaan APP	Jenis Alat Pembatas	Merek kWh Meter	Rasio CT	Hasil Pemeriksaan APP	Kondisi Segel	Temuan Pemeriksaan P2TL	Tindakan Teknis
1	5438 0000 ****	R3/53 kVA	Jl. Kemang Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
2	9431 0550 ****	B2/53 kVA	Jl. Asia Afrika Senayan	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Perlu Perbaikan	Rusak	Segel Rusak	Pergantian Segel
3	5431 0108 ****	R3/53 kVA	Jl. Pajaten Barat III No. **	MCCB	Hesing HXT300	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
4	5431 0019 ****	B2/53 kVA	Jl. Pajaten Barat No. **	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
5	5431 0617 ****	B2/66 kVA	Jl. Gandaria Tengah *	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Perlu Perbaikan	Rusak	Segel Rusak	Pergantian Segel
6	5438 0008 ****	B2/66 kVA	Jl. Grand Panglima Polim No. **	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
7	5431 0011 ****	R3/105 kVA	Jl. Bangka XI A No. *	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
8	5431 0005 ****	B2/53 kVA	Jl. Melawai Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
9	5431 0438 ****	B2/53 kVA	Jl. Melawai Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Perlu Perbaikan	Utuh	Kotak APP Rusak	Penggantian Kotak APP
10	5431 0001 ****	B2/82,5 kVA	Jl. Sampit I No. **	MCCB	EDMI MK10E	150/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
11	5431 0589 ****	B2/131 kVA	Jl. Sampit V No. **	MCCB	Hesing HXT300	200/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
12	5431 0517 ****	B2/197 kVA	Jl. Melawai Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	100/5 A	Perlu Perbaikan	Rusak	Segel Rusak	Pergantian Segel
13	5431 0446 ****	B2/66 kVA	Jl. Jambas III No. **	MCCB	Hesing HXT300	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
14	5431 0003 ****	B2/105 kVA	Jl. Sampit V No. **	MCCB	Wascon Meter218	200/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
15	5431 0007 ****	S1/131 kVA	Jl. Kemang Raya No. **	NH FUSE	EDMI MK10E	200/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
16	5431 0317 ****	B2/131 kVA	Jl. Kemang Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	200/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
17	5431 0017 ****	B2/131 kVA	Jl. Kemang Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	200/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
18	5431 0010 ****	B2/105 kVA	Jl. Kemang Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	200/5 A	Perlu Perbaikan	Rusak	Segel Rusak	Pergantian Segel
19	5431 0521 ****	B2/105 kVA	Jl. Kemang Raya No. **	MCCB	EDMI MK10E	200/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
20	5438 0018 ****	B2/66 kVA	Jl. Kemang Raya No. **	NH FUSE	EDMI MK10E	100/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
21	5438 0014 ****	B2/66 kVA	Jl. Cipete Raya I No. *	MCCB	Hesing HXT300	100/5 A	Perlu Perbaikan	Rusak	Segel Rusak	Pergantian Segel
22	5438 0008 ****	S1/131 kVA	Jl. Cipete III No. **	MCCB	EDMI MK10E	200/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
23	5431 0012 ****	S1/147 kVA	Jl. Cipete III No. **	NH FUSE	EDMI MK10E	250/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
24	5431 0108 ****	S1/66 kVA	Jl. Cipete III No. **	NH FUSE	EDMI MK10E	250/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada
25	5431 0012 ****	S1/82,5 kVA	Jl. Cipete III Komp PDK No. **	NH FUSE	EDMI MK10E	150/5 A	Baik	Utuh	Tidak Ditemukan Kelainan	Tidak Ada

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

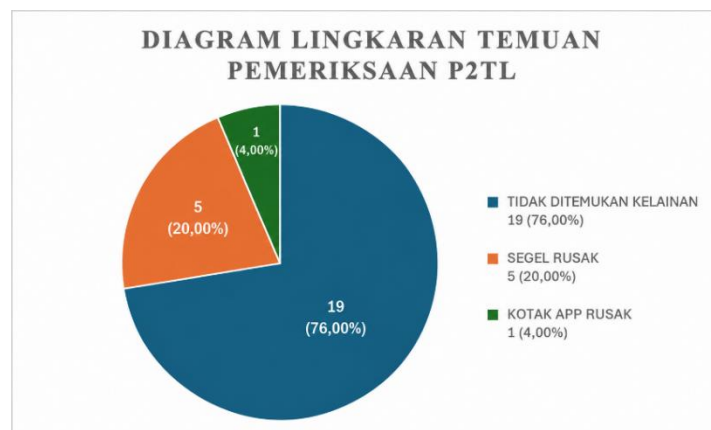
Berdasarkan data pada Tabel 1 di atas, karakteristik Alat Pembatas dan Pengukur (APP) yang diperiksa bervariasi pada sejumlah komponennya. Dengan kapasitas listrik berkisar antara 53 kVA hingga 197 kVA, pelanggan yang diperiksa termasuk dalam golongan tarif R3, B2, dan S1 ditinjau dari kategori tarif serta daya tersambung. Dari 25 unit APP tersebut, 20 unit (80%) menggunakan *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) sebagai komponen pembatas arus, sedangkan 5 unit (20%) menggunakan sekering NH Fuse. Terkait merek kWh Meter 3 Fasa, sebagian besar APP menggunakan EDM1 MK10E (20 unit atau 80%), diikuti oleh Hexing/HXT300 (4 unit atau 16%) dan Wasion iMeter318 (1 unit atau 4%). Untuk menyesuaikan dengan kapasitas daya masing-masing pelanggan, rasio *Current Transformer* (CT) yang digunakan juga bervariasi, mulai dari 100/5 A hingga 250/5 A.

Berdasarkan hasil pemeriksaan, sebagian besar unit pengukuran APP dengan segel yang utuh diklasifikasikan sebagai "Baik", sedangkan sebagian kecil diklasifikasikan sebagai "Perlu Perbaikan" akibat kerusakan pada segel. Meskipun sebagian besar unit tidak menunjukkan kelainan, pemeriksaan P2TL mengungkap adanya masalah seperti korosi pada selubung dan segel unit pengukuran. Langkah teknis berupa penggantian selubung dan segel dilakukan sebagai tindak lanjut untuk unit yang rusak, namun tidak diperlukan tindakan teknis tambahan bagi unit dengan status tidak ditemukan kelainan.

Ringkasan berbagai temuan dari pemeriksaan P2TL yang diperoleh selama penyelidikan disajikan dalam Tabel 2. Dengan menampilkan distribusi setiap jenis temuan yang diperoleh saat pemeriksaan, penyajian data ini bertujuan untuk mengidentifikasi temuan yang paling sering maupun paling jarang ditemukan. Sebagaimana terlihat pada Gambar 2, data tersebut juga disajikan dalam bentuk diagram lingkaran untuk mempermudah pemahaman serta perbandingan jumlah antar-kategori temuan.

Tabel 2. Rekapitulasi Jenis Temuan Pemeriksaan P2TL

No	Jenis Temuan	Jumlah	Persentase
1	Tidak ditemukan kelainan	19	76,00%
2	Segel rusak	5	20,00%
3	Kotak APP rusak	1	4,00%
Total		25	100,00%



Gambar 2. Diagram Lingkaran Temuan Pemeriksaan P2TL

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2 di atas, sebagian besar dari 25 unit kWh meter tiga fasa yang menjalani Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) berada dalam kondisi baik. Sebanyak enam unit (24%) memerlukan perbaikan akibat kerusakan yang ditemukan selama pemeriksaan, sementara 19 unit (76%) tidak menunjukkan adanya kelainan. Satu unit (4%) mengalami kerusakan pada selungkup APP, sedangkan lima unit (20%) memiliki segel yang rusak. Temuan ini menunjukkan bahwa, baik dari segi kondisi fisik maupun integritas komponen pengukuran, sebagian besar unit kWh meter tiga fasa di wilayah studi tersebut tetap memenuhi standar operasional. Dengan demikian, unit-unit tersebut tetap mampu mendukung sistem pengukuran energi listrik secara keseluruhan.

Kondisi teknis perangkat yang diperiksa tercermin pada karakteristik unit pengukuran APP yang disajikan dalam Tabel 1. Dengan beban terpasang berkisar antara 53 kVA hingga 197 kVA, seluruh unit yang diperiksa melayani pelanggan dalam kategori tarif R3, B2, dan S1. Persyaratan teknis mengharuskan penggunaan sistem pengukuran tidak langsung yang memanfaatkan *Current Transformer* (CT) dengan rasio antara 100/5 A hingga 250/5 A, yang disesuaikan dengan kapasitas daya masing-masing pelanggan. Dari total 25 unit tersebut, 20 unit (80%) menggunakan *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) sebagai perangkat proteksi rangkaian, sedangkan 5 unit sisanya (20%) menggunakan sekering NH. Terkait merek kWh Meter, model EDM1 MK10E digunakan pada sebagian besar unit (20 unit atau 80%), diikuti oleh Hexing/HXT300 (4 unit atau 16%) dan Wasion iMeter318 (1 unit atau 4%). Karakteristik-karakteristik ini memberikan gambaran mengenai kondisi operasional unit pengukuran serta digunakan untuk menganalisis hasil prosedur P2TL.

Penggunaan *Moulded Case Circuit Breaker* (MCCB) dan kWh meter elektronik secara luas menunjukkan bahwa sebagian besar instalasi APP di wilayah penelitian telah menggunakan teknologi kendali elektronik. Selain itu, variasi rasio *Current Transformer* (CT), golongan tarif, dan daya tersambung yang tercantum dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa keandalan sistem pengukuran tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi fisik APP, tetapi juga oleh ketepatan pemilihan rasio CT yang sesuai dengan karakteristik beban pelanggan.

Berdasarkan data pemeriksaan, masalah yang paling umum terjadi pada Perangkat Pengukuran dan Pembatas (APP) adalah kerusakan segel, yang ditemukan pada 5 dari 25 unit (20%), sedangkan kerusakan pada kotak APP hanya terjadi pada 1 dari 25 unit (4%). Pada unit yang telah beroperasi cukup lama dan terletak di lokasi yang mudah diakses, pemeriksaan lapangan menunjukkan adanya penurunan kondisi segel, mulai dari hilangnya integritas segel hingga kerusakan fisik pada badan segel atau kawat segel. Sementara itu, penutup yang retak atau pecah menjadi indikasi adanya kerusakan pada rumah APP. Kerusakan semacam itu diperkirakan terjadi akibat paparan lingkungan serta faktor mekanis selama proses pemasangan atau pemeliharaan. Kerusakan pada segel dan rumah APP dapat mengganggu integritas sistem pengukuran serta kemampuan rumah APP dalam melindungi komponen internal, seperti terminal kWh meter dan sistem perkabelan. Hasil pemeriksaan ini menuntut adanya tindak lanjut teknis guna memastikan peralatan pengukuran tetap dalam kondisi kerja yang prima dan terus mendukung keandalan sistem pengukuran energi listrik.

Temuan studi ini sejalan dengan penelitian Lukman dkk., yang menunjukkan bahwa penyimpangan signifikan dalam pengukuran energi listrik dapat terjadi akibat kesalahan atau ketidakberesan pada komponen sistem pengukuran, di mana kesalahan pada meteran kWh dapat mencapai puluhan persen pada kasus kesalahan pengkabelan komponen [15]. Hasil pemeriksaan P2TL menunjukkan adanya masalah fisik pada APP yang berpotensi memengaruhi keandalan sistem pengukuran jika tidak segera diperbaiki, meskipun studi ini tidak secara langsung mengukur besaran kesalahan tersebut. Studi ini mengindikasikan bahwa, jika dibiarkan, degradasi fisik pada komponen APP seperti masalah pada segel dan kotak APP yang ditemukan dalam penelitian kami dapat berdampak serupa terhadap akurasi pengukuran. Hasil ini juga mendukung temuan Oktaviyanti dan Cahyono, yang menyoroti pentingnya kondisi komponen serta stabilitas sistem kelistrikan pelanggan dalam menentukan akurasi pengukuran dan keandalan APP [16]. Dengan demikian, temuan studi ini tidak menyimpang secara substansial dari penelitian terdahulu, sebaliknya, temuan ini memperkuat gagasan bahwa menjaga keandalan sistem pengukuran energi listrik sangat bergantung pada kondisi fisik komponen APP, khususnya segel dan kotak APP. Kesimpulan studi menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan P2TL merupakan sarana yang bermanfaat untuk menilai kondisi operasional peralatan pengukuran sekaligus menjadi dasar bagi penerapan pembatasan penggunaan daya. Untuk menjamin keandalan sistem pengukuran energi listrik secara berkelanjutan, PT PLN (Persero) dapat memprioritaskan pemeliharaan preventif dengan memanfaatkan informasi mengenai masalah-masalah umum, seperti kerusakan pada segel dan kotak APP.

Hasil penelitian ini tidak dapat diekstrapolasi untuk menggambarkan kondisi umum peralatan pengukuran di wilayah layanan PLN lainnya, karena data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber secara eksklusif dari pemeriksaan APP yang melayani pelanggan tegangan rendah berkapasitas besar di wilayah kerja PT PLN (Persero) UP3 Bulungan. Selain itu, meskipun studi ini berfokus pada penilaian kondisi fisik peralatan berdasarkan temuan pemeriksaan P2TL, studi ini tidak secara langsung meninjau karakteristik kelistrikan seperti tegangan, arus, kesalahan pengukuran, atau kondisi sistem pentanahan. Untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai keandalan instalasi kWh meter 3 fasa, diperlukan penelitian lebih lanjut yang melibatkan kumpulan data lebih besar, periode pengamatan lebih lama, serta pengukuran karakteristik kelistrikan.

Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa operasi P2TL memiliki peran strategis, baik dalam mengendalikan konsumsi listrik maupun sebagai sarana pemeliharaan preventif untuk menjaga keandalan sistem pengukuran energi listrik. Melalui pemeriksaan rutin, PT PLN (Persero) dapat mendeteksi sejak dini adanya masalah fisik APP yang berpotensi mengganggu keandalan sistem pengukuran. Hal ini memungkinkan dilakukannya tindakan teknis segera seperti penggantian selubung peralatan atau segel sebelum terjadi gangguan yang signifikan. Pemeriksaan P2TL yang rutin dan berkelanjutan tetap krusial untuk memastikan seluruh komponen pengukuran beroperasi sesuai ketentuan, terutama terkait kondisi segel, yang merupakan masalah paling umum ditemukan (terjadi pada 5 dari 25 unit, atau 20%). Studi ini membantu PT PLN (Persero) dalam memprioritaskan pemeliharaan preventif dan menentukan langkah tindak lanjut berdasarkan temuan P2TL demi menjaga keandalan sistem pengukuran

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

energi listrik, sekaligus memberikan wawasan mengenai kondisi peralatan pengukuran pelanggan yang diperiksa.

IV. KESIMPULAN

Hasil pemeriksaan P2TL terhadap 25 unit kWh meter tiga fasa menunjukkan bahwa 19 unit (76%) dalam kondisi baik dan 6 unit (24%) memerlukan perbaikan. Sebagian besar gangguan 5 unit (20%) terkait dengan segel, sedangkan 1 unit (4%) mengalami kerusakan pada kotak APP. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar unit pengukuran masih beroperasi dengan baik namun, tindak lanjut teknis diperlukan untuk menjaga kondisi dan keandalan sistem pengukuran energi listrik mengingat adanya masalah pada segel dan kotak APP. Studi ini tidak mengevaluasi parameter kelistrikan secara langsung dan terbatas pada data pemeriksaan pelanggan tegangan rendah berdaya besar di wilayah operasional tertentu. Studi di masa mendatang sebaiknya mencakup pengujian akurasi kWh meter serta memperluas cakupan lokasi dan jumlah sampel.

V. REFERENSI

- [1] M. Idris, Z. Tharo, and P. Siagian, "Analisis Peremajaan KWH Meter Prabayar Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik," *J. Nas. Teknol. Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 55–62, 2025.
- [2] A. N. Pratiwi, "Analisis Pengendalian Kualitas Alat Pengukur, Pembatas Tidak Langsung (App TI) Di Pt. Powerindo Prima Perkasa," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3S1, Oct. 2024.
- [3] S. Saharani and M. E. Dalimunthe, "Analisis Nilai Deviasi Alat Pengukur Dan Pembatas Pada Sistem Pengukuran Tidak Langsung PT PLN (Persero) UP3 Belitung," *J. Nas. Teknol. Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 1026–1040, 2025.
- [4] L. H. Rahman, Supriyanto, and Y. P. Hikmat, "Rancang Bangun Modul Pengukuran Tidak Langsung Pada KWh Meter Analog Dan Digital Terhadap Kesalahan Pengawatan," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, 2024, vol. 15, no. 1, pp. 563–571.
- [5] A. Khairunnisah, A. D. Tarigan, and R. Rahmانيar, "Analisis Pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) Sebagai Upaya Penekanan Susut Non Teknis Di PT PLN (Persero) ULP Koba," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 17, no. 2, pp. 426–430, Dec. 2024.
- [6] PT PLN (Persero), "Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0028.P/DIR/2023 tentang Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL)," Jakarta, 2023.
- [7] I. M. D. P. Satriadi, "Aplikasi Manajemen P2TL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik) Berbasis Android," *ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 14, no. 1, pp. 11–22, Jun. 2022.
- [8] W. J. Jumardi and S. Sukardi, "Pengoptimalan Pelaksanaan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) Untuk Menekan Susut Non Teknis Di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Balai Selasa," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 311–318, 2022.
- [9] 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, Apr. 2021.
- [10] Y. K. Putri, A. Abadi, Muhardika, R. B. Negara, and A. I. P. Riancefi, "Accuracy Testing

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

- Of Three-Phase kWh Meters In Direct And Indirect Measurement APP Wiring,” *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 5, no. 01, pp. 106–113, Jan. 2026.
- [11] N. Rosmawanti and M. Muslihuiddin, “Model Aplikasi Monitoring Kerusakan KWH Meter Dan Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik PLN,” *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 13, no. 3, Jan. 2025.
- [12] A. Sumanto, Y. Chusna Arif, and S. Dwitya Nugraha, “Alat Pendeteksi Kesalahan Pembacaan kWh Meter 1 Fasa dengan Notifikasi SMS disertai Lokasi,” *ENERGI & KELISTRIKAN*, vol. 15, no. 2, pp. 73–83, Jan. 2024.
- [13] A. Dillah, G. F. Nama, D. Budiyanto, and M. A. Muhammad, “Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Operasi P2TL Pengukuran Tidak Langsung 2 Fasa Di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Metro,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024.
- [14] M. R. Damanik, R. Rusli, R. L. Manik, and M. Khadafi, “Metode Penelitian Kuantitatif: Konsep, Jenis, Tahapan Dan Kelebihan,” *JIIC J. Intelek Insa. Cendikia*, vol. 2, no. 7, pp. 13479–13496, 2025.
- [15] F. S. Lukman, H. Mubarak, and Cholish, “Analisis Error kWh Meter Tiga Fase Terhadap Kesalahan Pengawatan Pada Pengukuran Tidak Langsung,” in *Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan*, 2022, pp. 839–848.
- [16] R. Oktaviyanti and B. D. Cahyono, “Analisa Pengukuran Error CT (Current Transformer) Pada APP Pelanggan Menggunakan Electricity Meter Testing Calmet TE30,” *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 8, no. 1, Mar. 2026.