

Makalah Penelitian

ANALISIS PEREMAJAAN KWH METER PRABAYAR TERHADAP KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK

Mhd Idris¹, Zuraidah Tharo², Parlin Siagian³

^{1,2,3} Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
Email: idris30ardiansyah@gmail.com, zuraidahtharo@dosen.pancabudi.ac.id,
parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

Measuring and Limiting Devices (APP) or kWh meters have a very significant role in securing PT.PLN (Persero) income. kWh Meter acts as a transaction point between PT.PLN (Persero) as a producer and customers as consumers, therefore the accuracy of the kWh Meter in measuring energy consumption used by customers plays an important role as company income, because from all PT.PLN (Persero) business processes from generation, transmission, to distribution, only energy measured in the customer's kWh Meter will be the electricity bill that must be paid by the customer as a consumer to PT.PLN (Persero) as a producer. To obtain real measurement results with good quality, consistent preparation and evaluation are needed in its implementation, if not implemented properly it will result in losses for the company in the form of losses caused by the kWh Meter being jammed or damaged and still installed at the customer's transaction point. Therefore, APP must be managed properly and correctly by competent and highly dedicated officers. APP maintenance is carried out with the aim of avoiding measurement discrepancies by APP which ultimately cause excess or shortage of bills.

Keywords: Losses, Maintenance, APP, bills

ABSTRAK

Alat Pengukur dan Pembatas (APP) atau kWh meter mempunyai peranan yang sangat signifikan dalam mengamankan pendapatan PT.PLN (Persero). kWh Meter berperan sebagai titik transaksi antara PT.PLN (Persero) sebagai produsen dengan pelanggan sebagai konsumen, oleh karena itu keakuratan kWh Meter dalam mengukur pemakaian energi yang digunakan pelanggan berperan penting sebagai pendapatan perusahaan, karena dari semua proses bisnis PT.PLN (Persero) dari mulai pembangkit, transmisi, hingga distribusi, hanya energi yang terukur di kWh Meter pelanggan yang akan menjadi rekening listrik harus dibayarkan pelanggan sebagai konsumen terhadap PT.PLN (Persero) selaku produsen. Untuk mendapatkan hasil pengukuran riil dengan kualitas yang baik diperlukan persiapan dan evaluasi yang konsisten dalam pelaksanaannya, jika tidak dilaksanakan dengan baik akan berakibat merugikan perusahaan berupa susut yang disebabkan oleh kWh Meter macet atau rusak masih terpasang pada titik transaksi pelanggan. Oleh karena itu, APP harus dikelola dengan baik dan benar oleh petugas yang kompeten dan berdedikasi tinggi. Pemeliharaan APP



dilakukan dengan tujuan untuk menghindari ketidaksesuaian pengukuran oleh APP yang akhirnya menyebabkan kelebihan maupun kekurangan tagihan.

Kata Kunci: Losses, Pemeliharaan, APP, tagihan

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman kini kebutuhan energi listrik sudah menjadi kebutuhan primer. Penggunaan listrik masyarakat sampai detik ini masih bergantung pada pasokan listrik PT. PLN (Persero) yang merupakan satu-satunya Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang penyediaan sampai pendistribusian sumber energi listrik. Perkembangan teknologi, dunia industri, dan kebutuhan pasokan energi listrik masyarakat seiring waktu semakin meningkat, oleh sebab itu di butuhnya pasokan energi listrik yang mencukupi dan pendistribusian yang baik. Listrik merupakan faktor penting dalam berjalannya suatu kegiatan ekonomi pada masyarakat, sehingga ketersediaan energi listrik yang baik akan berdampak pada baiknya pertumbuhan ekonomi suatu masyarakat (Eko Widodo, 2019) Sebagai Perusahaan yang menerima subsidi dari Pemerintah, PT. PLN (Persero), Losses atau lebih dikenal dengan istilah Susut adalah hal yang diperhatikan karena subsidi listrik yang dibayarkan harus sudah melalui verifikasi. Losses atau susut merupakan parameter yang harus selalu diperhatikan oleh PT. PLN (Persero), karena parameter tersebut yang menunjukkan seberapa baik efisiensi dari suatu sistem. Semakin besar nilai susut, berarti semakin kecil efisiensi sistem tersebut. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Keuangan No. 431/KMK.06/2002 pasal (7), pengertian susut (losses) adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi listrik mulai dari Gardu Induk sampai dengan konsumen. Apabila tidak terdapat gardu induk, susut (losses) dimulai dari gardu distribusi sampai dengan konsumen. Pada sistem distribusi ada dua penyebab terjadinya susut yakni susut teknis dan susut non teknis. Susut teknis disebabkan oleh kondisi internal sistem sedangkan susut non teknis lebih disebabkan oleh pengaruh eksternal. Beberapa penyebab susut non teknis antara lain: pencurian listrik, kesalahan baca meter, kesalahan alat pengukuran dan lain lain yang kesemuanya merupakan bagian eksternal dari sistem. Oleh karena itu, salah satu upaya PT. PLN (Persero) dalam menekan besarnya angka susut bulanan adalah dengan melakukan pemeliharaan kWh meter milik pelanggan berdasarkan hasil evaluasi pemakaian pelanggan dan laporan meter rusak atau macet. kWh meter akan mengalami penurunan keakuratan dalam pencatatan pemakaian energi seiring bertambahnya usia kWh meter maupun karena faktor lingkungan lain sehingga perlu dilakukan pemeliharaan. Hal ini menekan angka energi yang tersalurkan tetapi tidak terjual.

TINJAUAN PUSTAKA

KWh Meter Prabayar

KWh meter prabayar adalah alat ukur pemakaian energi listrik yang digunakan oleh pelanggan PLN dengan sistem pembayaran di muka (prepaid). Sistem ini menggunakan teknologi token atau pulsa listrik yang harus diisi terlebih dahulu oleh pelanggan sebelum listrik dapat digunakan. KWh meter prabayar memberikan kemudahan bagi pelanggan dalam mengelola konsumsi energi secara mandiri serta mendukung efisiensi penggunaan energi.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Menurut [Sumber PLN atau teknis], KWh meter Prabayar terdiri dari beberapa komponen utama, seperti current sensor, voltage sensor, processor, display, dan keypad. Akurasi dan keandalan KWh meter sangat dipengaruhi oleh usia perangkat, faktor lingkungan, serta kestabilan tegangan dan arus listrik yang masuk.



Gambar 1. KWh Meter Prabayar

Peremajaan (Replacement/Retrofitting) Peralatan Listrik

Peremajaan adalah proses penggantian atau pembaruan peralatan yang telah mengalami penurunan fungsi atau mendekati akhir usia pakainya. Dalam konteks sistem tenaga listrik, peremajaan KWh meter bertujuan untuk menjaga akurasi pengukuran energi, menghindari kesalahan pencatatan, serta mendukung integrasi sistem kontrol dan monitoring secara digital (smart metering).

Peremajaan KWh meter juga dapat mengurangi risiko kerusakan teknis, kebocoran daya, dan meningkatkan keamanan sistem instalasi pelanggan.

Keandalan Sistem Tenaga Listrik

Keandalan sistem tenaga listrik mengacu pada kemampuan sistem untuk menyediakan energi listrik secara kontinu, stabil, dan sesuai dengan kualitas yang ditetapkan. Keandalan ini mencakup beberapa indikator utama, antara lain:

- a. Availability (ketersediaan)
- b. Continuity (kesinambungan pasokan)
- c. Quality (kualitas tegangan dan frekuensi)

Keandalan dipengaruhi oleh banyak faktor, mulai dari pembangkitan, transmisi, distribusi, hingga sistem pengukuran di sisi pelanggan. Ketidaktepatan pengukuran akibat KWh meter yang tidak akurat dapat memengaruhi data konsumsi, billing system, dan pengambilan keputusan dalam manajemen beban dan perencanaan distribusi daya.

Hubungan antara Peremajaan KWh Meter dan Keandalan Sistem



Peremajaan KWh meter yang tepat waktu dapat meningkatkan akurasi pembacaan energi, mengurangi kesalahan teknis, dan memperkuat sistem pengawasan distribusi daya. Hal ini secara tidak langsung meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik karena informasi yang diperoleh dari pelanggan menjadi lebih valid, memungkinkan deteksi dini terhadap anomali pemakaian, serta mendukung sistem smart grid dalam pemantauan beban secara real-time.

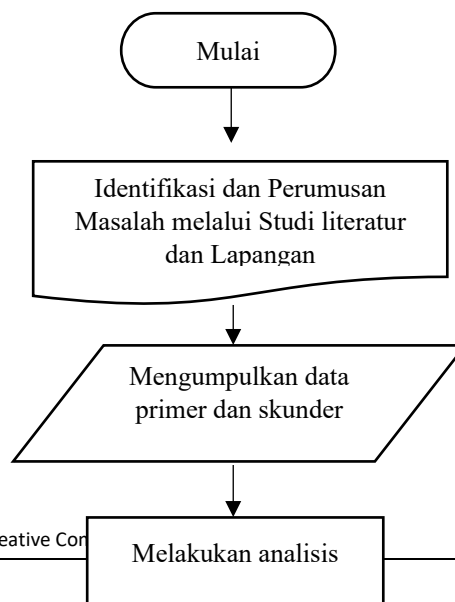
METODE

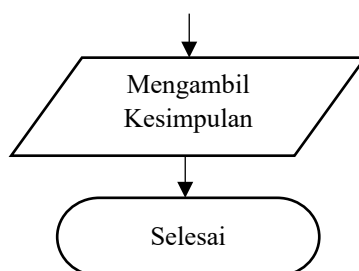
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis dampak peremajaan KWh meter prabayar terhadap keandalan sistem tenaga listrik berdasarkan data lapangan dan parameter teknis.

Metode yang digunakan mencakup pengumpulan data primer yaitu dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan, dan sekunder yaitu data yang diperoleh dari literatur, informasi geografis, serta dokumen resmi lainnya. Adapun tahapan pada penelitian ini meliputi:

1. Survey awal dengan melakukan identifikasi kondisi KWh meter lama dan baru di lapangan, dan wawancara dengan teknisi atau petugas PLN terkait proses peremajaan dan gangguan yang sering terjadi.
2. Pengumpulan Data histori gangguan listrik, data pemakaian energi, dan data penggantian KWh meter dari pihak PLN dan dari literatur, jurnal, dan standar teknis terkait KWh meter dan keandalan sistem listrik.
3. Analisis Data, menggunakan data statistik seperti jumlah gangguan sebelum dan sesudah peremajaan KWh meter, frekuensi kegagalan, dan tingkat keluhan pelanggan. Perhitungan parameter keandalan sistem seperti SAIDI (System Average Interruption Duration Index) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index).
4. Membandingkan performa sistem sebelum dan sesudah peremajaan KWh meter dari sisi frekuensi gangguan, akurasi pencatatan energi, dan respon teknis.
5. Mengambil kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

Adapun tahapan penelitian dapat dilihat dari flowchart berikut:





Gambar 2. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Awal KWh Meter Prabayar Sebelum Peremajaan

Berdasarkan hasil observasi dan data histori, ditemukan bahwa banyak KWh meter prabayar yang telah beroperasi lebih dari 10 tahun mengalami penurunan kinerja. Beberapa permasalahan yang sering ditemukan antara lain:

1. Gangguan pembacaan daya (display error)
2. Sering terjadi “trip” meskipun beban rendah
3. Kesalahan dalam pengisian token listrik
4. Penurunan akurasi pengukuran energi

Dari 100 pelanggan yang dijadikan sampel, 36% mengeluhkan gangguan teknis, dan 22% menyatakan token sering gagal masuk sebelum pergantian KWh meter dilakukan.

2. Proses Peremajaan KWh Meter

Peremajaan dilakukan oleh petugas PLN secara bertahap. KWh meter lama diganti dengan tipe digital prabayar yang lebih baru dan memiliki akurasi lebih tinggi serta fitur proteksi beban dan komunikasi data. Rata-rata waktu pemasangan per unit sekitar 20–30 menit, dan proses ini tidak mengganggu pasokan listrik secara signifikan.

3. Dampak Peremajaan terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik

Setelah peremajaan dilakukan, ditemukan beberapa perubahan positif yang signifikan:

1. Penurunan jumlah gangguan kelistrikan pada pelanggan yang telah diganti KWh meternya.
2. Peningkatan akurasi pencatatan penggunaan energi (terlihat dari selisih catatan sebelum dan sesudah peremajaan).
3. Pengurangan keluhan pelanggan terhadap sistem prabayar.

Berikut ini adalah ringkasan data yang diperoleh:

Tabel 1. Data Peremajaan KWh Meter

Parameter	Sebelum Peremajaan	Sesudah Peremajaan
Rata-rata kesalahan input token	18%	2%



Rata-rata keluhan per bulan	45 keluhan	12 keluhan
Frekuensi trip akibat gangguan	15 kasus/bulan	4 kasus/bulan
Nilai SAIFI (gangguan/pelanggan)	1,25	0,55
Nilai SAIDI (menit/pelanggan)	103 menit	36 menit

4. Pembahasan

Hasil ini menunjukkan bahwa peremajaan KWh meter prabayar memberikan dampak positif terhadap keandalan sistem tenaga listrik. Keandalan meningkat karena:

1. Penurunan jumlah gangguan listrik yang disebabkan oleh kesalahan alat ukur.
2. Meningkatnya efisiensi pemantauan konsumsi energi oleh PLN.
3. Berkurangnya intervensi teknis di lapangan karena perangkat lebih modern dan stabil.

Secara teori, keandalan sistem sangat dipengaruhi oleh komponen sistem distribusi yang andal, termasuk alat ukur. Hasil ini sejalan dengan konsep dasar bahwa peralatan yang tepat dan modern akan meningkatkan kualitas pelayanan kelistrikan dan mengurangi durasi serta frekuensi gangguan (menurunkan SAIDI dan SAIFI).

5. Perhitungan Indeks Keandalan Sistem

SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI mengukur rata-rata jumlah gangguan per pelanggan dalam satu periode.

$$SAIFI = \frac{\sum \text{Jumlah Gangguan}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \dots\dots\dots(1)$$

Perhitungan (Sebelum Peremajaan):

Total gangguan selama 1 bulan: 125 kali

Jumlah pelanggan: 100

$$SAIFI \text{ sebelum} = \frac{125}{100} = 1,25 \text{ gangguan/pelanggan}$$

Perhitungan (Sesudah Peremajaan):

Total gangguan selama 1 bulan: 55 kali

Jumlah pelanggan: 100

$$SAIFI \text{ sesudah} = \frac{55}{100} = 0,55 \text{ gangguan/pelanggan}$$

Terjadi penurunan SAIFI sebesar 0,7, menunjukkan gangguan berkurang secara signifikan setelah peremajaan dilakukan.

SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

SAIDI mengukur rata-rata durasi gangguan per pelanggan dalam satu periode.

$$SAIDI = \frac{\sum \text{Durasi Gangguan (menit)}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \dots\dots\dots(2)$$

Perhitungan (Sebelum Peremajaan):

Total durasi gangguan dalam sebulan: 10.300 menit

Jumlah pelanggan: 100

$$SAIDI \text{ sebelum} = \frac{10300}{100} = 103 \text{ menit/pelanggan}$$

Perhitungan (Sesudah Peremajaan):

Total durasi gangguan dalam sebulan: 3.600 menit

Jumlah pelanggan: 100



SAIDI sesudah = $\frac{3600}{100} = 36$ menit/pelanggan

Terjadi penurunan SAIDI sebesar 67 menit, yang berarti gangguan lebih cepat diatasi atau lebih jarang terjadi.

Penurunan nilai SAIFI dan SAIDI menunjukkan bahwa peremajaan KWh meter Prabayar memberikan dampak nyata terhadap peningkatan keandalan sistem tenaga listrik. Pengurangan jumlah dan durasi gangguan tidak hanya meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan, tetapi juga membantu PLN dalam mengelola jaringan distribusi secara lebih efisien.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Peremajaan KWh meter Prabayar terbukti memberikan dampak positif terhadap sistem tenaga listrik, khususnya pada aspek akurasi pengukuran energi, kestabilan alat ukur, dan kenyamanan pelanggan dalam menggunakan listrik Prabayar.
2. Keandalan sistem tenaga listrik mengalami peningkatan setelah peremajaan dilakukan, yang ditunjukkan dengan penurunan nilai SAIFI dari 1,25 menjadi 0,55 gangguan/pelanggan. Penurunan nilai SAIDI dari 103 menit menjadi 36 menit/pelanggan. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi dan durasi gangguan menurun secara signifikan setelah penggantian KWh meter lama dengan perangkat baru.
3. Gangguan teknis seperti error pada display, kegagalan input token, dan pemutusan daya secara tiba-tiba menurun drastis setelah KWh meter yang sudah usang diganti dengan versi baru yang lebih modern dan andal.
4. Peremajaan KWh meter juga berperan dalam mendukung pengembangan sistem distribusi tenaga listrik berbasis digital dan smart grid, karena perangkat yang lebih baru umumnya telah mendukung integrasi data dan pemantauan jarak jauh.

Dengan demikian, peremajaan KWh meter Prabayar merupakan langkah strategis yang dapat meningkatkan kualitas pelayanan kelistrikan sekaligus mendukung keandalan sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

REFERENSI

- [1] Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. (2020). Statistik Ketenagalistrikan Nasional 2019. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).
- [2] PT PLN (Persero). (2021). Pedoman Teknis Instalasi KWh Meter Prabayar. Jakarta: PLN Pusat.
- [3] Sutrisno, A. (2018). Sistem Distribusi Tenaga Listrik dan Keandalannya. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Nasution, M. R., & Siregar, T. (2020). Analisis Perbandingan Kinerja KWh Meter Prabayar dan Pascabayar Terhadap Akurasi Pembacaan Energi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 7(2), 55–61.
- [5] IEEE Power & Energy Society. (2012). IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices (IEEE Std 1366-2012).



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- [6] Riza, M. & Nurhayati, D. (2021). Pengaruh Usia KWh Meter Terhadap Keakuratan Pengukuran Energi Listrik. *Jurnal Elektro dan Energi Terbarukan*, 10(1), 33–39.
- [7] Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [8] Tharo, Z., Kusuma, B. S., Anisah, S., Dhalimunte, M. E., & Cholish. (2021). Analisis Perbandingan Kinerja KWh Meter Prabayar dan Pascabayar. *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*.
- [9] Tharo, Z., Tarigan, A. D., Pulungan, R., Aryza, S., & Siahaan, A. P. U. (2018). An Effect of Unbalanced Load Usage of Electrical Equipment. *International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field*, 4(10), 141–144.
- [10] Tharo, Z. (2020). Analisa Perbedaan KWh Meter Pascabayar dan Prabayar Ditinjau dari Sifat Teknisnya. *Proposal Penelitian*.
- [11] Saragih, H. P., Tharo, Z., & Wibowo, P. (2021). Analisis Perbandingan KWH Meter Analog dengan KWH Meter Digital 3 Fasa Ditinjau dari Segi Error KWH Meter. *Skripsi*, Universitas Pembangunan Panca Budi. Tersedia di: https://eprints.pancabudi.ac.id/435/1/HOT%20PARULIAN%20SARAGIH_opt.pdf
- [12] Wibowo, P., & Simatupang, A. R. (2023). Analisa Penerapan Smart Connect dalam Monitoring Status Arus Listrik pada BTS dengan Teknologi IoT. *Jurnal Al-Ulum*, 9(2), 45–52. Tersedia di: <https://www.ejurnal.univamedan.ac.id/index.php/alulum/article/view/542>
- [13] Wibowo, P., & Tarigan, A. D. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro dengan Memanfaatkan Aliran Irigasi di Desa Padang Cermin Kabupaten Langkat. *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi*, 2(2), 73–80.
- [14] Karina, J. M., Anisah, S., & Hamdani. (2022). Studi Komparasi KWh Meter Pascabayar dengan KWh Meter Prabayar tentang Akurasi Pengukuran terhadap Tarif Listrik yang Bervariasi. *Jurnal Darma Agung*, 30(1), 488–506. Tersedia di: <https://ejurnal.darmaagung.ac.id/index.php/jurnaluda/article/view/2230>
- [15] Anisah, S., Fitri, R., Tharo, Z., & Wijaya, R. F. (2022). Comparison of Lighting Efficiency (LED-CFL) Based on Environmentally Friendly Technology. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 4(1), 568–577.
- [16] Anisah, S., Tharo, Z., & Prayogi, F. (2022). Sistem Monitoring Daya dan Arus Listrik pada Pembangkit. *Jurnal Online Universitas Medan Area (JESCE)*, 9(2), 190–196. Tersedia di: <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce/article/download/12617/5806/54556>

