

Perhitungan Susut Energi Pada Pemeliharaan APP Prabayar dan Pascabayar di PT PLN (Persero) ULP Anambas

Muhammad Fajar Ikanov, Muhamad Haddin

Universitas Islam Sultan Agung

ikanovfajar@gmail.com

Abstract. Penelitian ini membahas tentang perhitungan susut energi pada pemeliharaan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) prabayar maupun pascabayar melalui pengujian error sesuai kelas APP. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui susut energi yang terhitung saat APP tersebut rusak atau macet. Model penelitian ditentukan dari pengujian error APP yang rusak yang mempengaruhi pengukuran energi selama tahun 2023. Parameter yang ditentukan: arus, tegangan dan impuls/putaran. Metode yang digunakan adalah melakukan pengujian error APP dengan parameter dan variabel yang telah ditentukan dan dilakukan perhitungan energi yang hilang atau susut energi pada APP. Dampak bagi masyarakat jika APP tidak akurat pengukurannya adalah ketidaksesuaian tagihan pemakaian energi sedangkan dampak bagi perusahaan penyedia listrik adalah meruginya penjualan energi kepada masyarakat. Solusinya diperlukan pemeliharaan secara berkala dan pemeriksaan terhadap APP agar pengukuran tidak melebihi batas error kelas meter karena hanya energi yang terukur di APP pelanggan yang akan menjadi rekening listrik harus dibayarkan pelanggan sebagai konsumen. Sebagai obyek penelitian ditentukan di PLN ULP Anambas pada periode tahun 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah energi yang hilang sejumlah 29.465 kWh sepanjang tahun 2023. Total kerugian energi tersebut apabila dikonversi kedalam bentuk rupiah adalah sebesar Rp. 42.559.246,-. Susut akibat gangguan APP ini menyumbang 0,36% dari susut kumulatif.

Kata Kunci : Susut Energi, APP, Prabayar, Pascabayar

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi, dunia industri, dan kebutuhan pasokan listrik masyarakat semakin meningkat, maka diperlukan pasokan energi listrik dan pendistribusian yang andal dan baik (Eko Wibowo, 2019). PT PLN (Persero) merupakan Perusahaan Listrik Negara yang dituntut untuk menjaga kontinuitas pendistribusian pasokan energi listrik kepada pelanggan, salah satunya adalah susut energi yang berpengaruh pada sistem energi listrik (Surusa et al., 2024). Idealnya, rugi-rugi dalam sistem kelistrikan adalah sekitar 3–6% (Odje et al., 2021). Salah satu langkah PT. PLN (Persero) untuk mengurangi angka susut bulanan yaitu dengan melakukan pemeliharaan APP milik pelanggan. Alat Pengukur dan Pembatas (APP) memiliki peranan yang penting dalam menyelamatkan pemasukan PT.PLN (Persero). APP mempunyai peran sebagai titik transaksi antara PT.PLN (Persero) sebagai produsen dengan pelanggan sebagai

konsumen, oleh karena itu keakuratan pengukuran energi melalui APP yang digunakan pelanggan berperan penting (Sadikin, Saiful Karim, 2023). Untuk mengetahui besarnya susut energi listrik, diperlukan adanya perhitungan-perhitungan. PT. PLN (Persero) menggunakan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) yang sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan tetapi masih ada permasalahan yang terjadi seperti APP macet, buram dan tua (Nuralda, 2024). Permasalahan selanjutnya yang terjadi adalah APP ini memiliki batasan usia dan kelas tersendiri sehingga mempengaruhi keakuratan pengukuran energi. Dampak bagi masyarakat jika APP tidak akurat pengukurannya adalah ketidaksesuaian tagihan pemakaian energi sedangkan dampak bagi perusahaan penyedia listrik adalah meruginya penjualan energi kepada masyarakat. Solusinya diperlukan pemeliharaan secara berkala dan pemeriksaan terhadap APP agar pengukuran tidak melebihi batas error kelas meter karena hanya energi yang terukur di APP pelanggan yang akan menjadi rekening listrik harus dibayarkan pelanggan sebagai konsumen terhadap PT. PLN (Persero) selaku produsen. Jenis APP dibagi menjadi 2 yaitu APP pascabayar yang menggunakan piringan dan APP Prabayar yang bisa menampilkan jumlah unit (kWh) yang tersisa pada meteran dan banyak memiliki fitur lain untuk menginformasikannya (Jack & Smith, 2020).

Metode yang digunakan adalah melakukan pengujian error APP dengan parameter dan variabel yang telah ditentukan dan dilakukan perhitungan energi yang hilang atau susut energi pada APP. Sebagai obyek penelitian ditentukan di PLN ULP Anambas pada periode tahun 2023.

2. Metode Penelitian

Pemasukan dalam pengelolaan energi listrik didasarkan pada pengukuran energi melalui Alat Pengukur dan Pembatas (APP) yang terdapat di persil pelanggan. Peneliti melakukan pengujian menggunakan metode peneraan waktu pada APP dan menyesuaikan kondisi dan situasi tempat penelitian (Suhantono et al., 2018). Penjelasan mengenai cara menguji APP didasarkan pada persamaan (1) sampai (3).

$$Error \text{ kWh} = \left(\frac{p1}{p2} - 1 \right) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{dengan: } p1 = \frac{N \times 3600 \times 1000}{C \times t} \quad (2)$$

$$p2 = P = V.I. \cos\phi \quad (3)$$

dengan: N = Jumlah putaran atau impuls pada APP yang diukur

C = Konstanta APP (putaran/kWh)

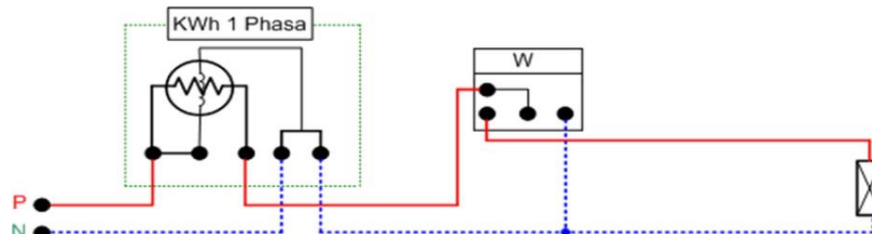
t = Waktu putaran piringan atau impuls APP (detik)

Deskripsi pengukuran *error* APP adalah sebagai berikut (Tharo et al., 2021).

- Beban diukur atau dilihat berdasarkan putaran dan impuls APP.
- Berapa lama putaran atau kedip impuls yang diukur dengan menggunakan *stopwatch* dari putaran APP yang berputar.
- Ukur tegangan dan arus dengan menggunakan AVO meter.
- Catat kelas dan konstanta pada name plate APP.
- Hitung hasil pengujian dengan menggunakan persamaan (1) sampai (3).

A. Model Penelitian

Rangkaian pengujian yang digunakan dalam penelitian ini sesuai Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Pengujian kWh 1 Fasa

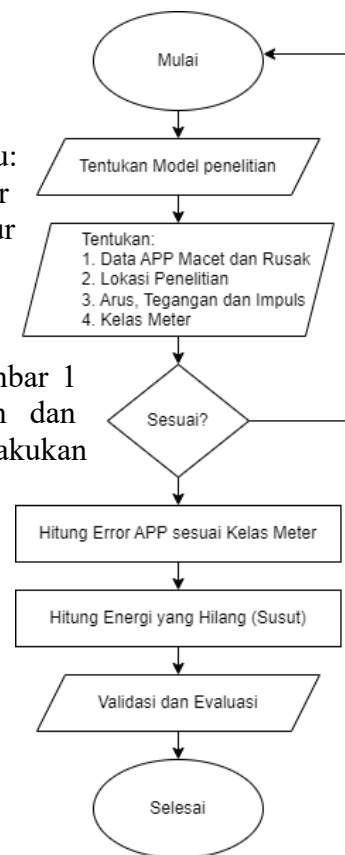
Gambar 1 menunjukkan sebuah rangkaian pengujian error APP 1 fasa dengan APP yang digunakan dalam pengujian ini adalah APP analog. Tang Ampere digital digunakan untuk mengukur: tegangan, arus, dan faktor daya, sedangkan stopwatch digunakan untuk mengukur waktu putaran piringan atau kedip impuls pada APP (Yolansyah, 2018). Pengujian dilakukan dengan menggunakan sumber listrik PLN bertegangan 220 volt, 50 Hz. Variabel yang digunakan adalah variasi putaran piringan dengan nilai 5, 6, 7 dan 9 putaran. Pengukuran yang dilakukan menggunakan komponen-komponen sebagai berikut:

- a. APP
- b. Tang Ampere
- c. Stopwatch
- d. Obeng beberapa ukuran
- e. Terminal Blok

Kelebihan penggunaan tang amper digital antara lain yaitu: *portable*, memiliki kecermatan tinggi mencapai factor kesalahan 0,1 – 0,5 % dan kedudukan atau posisi alat ukur tersebut tidak mempengaruhi penunjukan.

B. Flowchart Penelitian

Penelitian diawali dengan menentukan model sesuai Gambar 1 dengan mengukur: arus, tegangan, impuls atau putaran dan konstanta APP. Berdasarkan data pengukuran tersebut dilakukan perhitungan error APP menggunakan persamaan (1) sampai (3). Hasil error APP yang melebihi kelas meter segera dilakukan penggantian APP dan dilakukan perhitungan jumlah energi yang hilang atau susut energi. Langkah penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



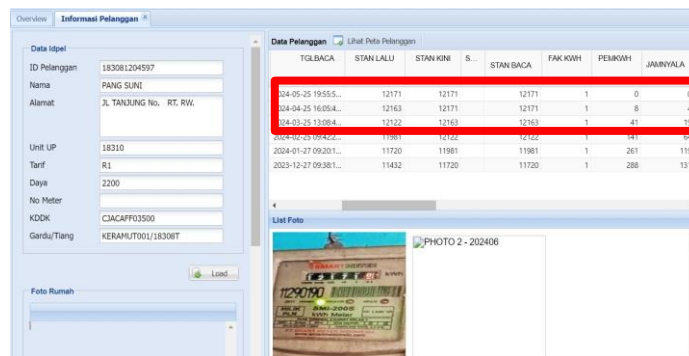
Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

A. Pendataan APP Macet dan Rusak

Sebagai perbandingan dari penelitian sebelumnya yang menguji error Alat Pengukur dan Pembatas (APP) dalam bentuk model pencurian listrik (Yolansyah, 2018), untuk Tugas Akhir ini menggunakan APP yang macet dan rusak untuk pengujian error. Untuk menentukan data APP Macet dan rusak, terlebih dahulu mencari data pelanggan yang memiliki anomali pemakaian pada APP tersebut secara *by system* melalui aplikasi atau website PLN yang berkaitan dengan monitoring pemakaian energi pelanggan salah satunya lewat aplikasi AP2T (Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpusat), ACMT (Aplikasi Catat Meter Terpusat) serta EIS (*Executive Information System*). AP2T merupakan aplikasi terpusat berbasis web yang mengimplementasikan seluruh proses bisnis Tata Usaha Pelanggan (TUL) PLN (Firdaus et al., 2021). Pemeriksaan APP bisa juga melalui Automatic Meter Reading atau AMR untuk APP 3 Fasa (Adekayanti et al., 2021). Prosedur pemeriksaan anomali pemakaian APP adalah sebagai berikut:

1) Pencarian Data kWh Macet dari Annev Billing (ACMT dan grafik EIS).



Gambar 3. Tampilan dari Web ACMT (Aplikasi Catat Meter Terpusat)

Pemeriksaan anomali pemakaian energi APP dilakukan melalui Web ACMT sesuai Gambar 3, dan didapatkan pelanggan atas nama Pang Suni yang beralamat di Jalan Tanjung angka register APP pascabayarnya menunjukkan pemakaian yang menurun dan tepatnya di Bulan Mei 2023 ditemukan bahwa stan atau angka register APP tidak berjalan (diketahui dari pemakaian kWh-nya 0 kWh).

2) Pencarian Data kWh Macet dari data Info Stan EIS

Hasil pemakaian energi listrik berdasarkan data EIS ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemakaian kWh dari Data EIS

IDPEL	BLTH REK	TRF	DAYA	PEMKWH
183081201799	Jun-24	R2	4400	176
183081201799	May-24	R2	4400	176
183081201799	Apr-24	R2	4400	176
183081201799	Mar-24	R2	4400	189
183081201799	Feb-24	R2	4400	304
183081201799	Jan-24	R2	4400	250

Pemakaian pelanggan dari Tabel 1 menunjukkan bahwa pelanggan APP pascabayar yang terindikasi macet stan atau angka register APP hanya membayar tagihan emin atau tagihan 40 Jam Nyala sebesar 176 kWh dari bulan April sampai Juni 2024 atau 3 bulan berturut-turut yang didapat dari persamaan (4):

$$\text{Emin: } \frac{\text{Daya (VA)}}{1000} \times 40 \text{ Jam Nyala} \tag{4}$$

Melalui persamaan (4) dengan data Tabel 1 menunjukkan bahwa pelanggan dengan ID pelanggan 183081201799 memiliki daya sebesar 4400 VA

$$\text{sehingga: } \frac{4400 \text{ VA}}{1000} \times 40 \text{ Jam Nyala} = 176 \text{ kWh}$$



Gambar 4. Tampilan Histori Stand dari Web EIS

Gambar 4 memperlihatkan data grafik histori stan dari EIS yang terindikasi menurunnya pemakaian pelanggan tersebut dan pelanggan hanya membayar biaya emin (biaya abodemen APP Pascabayar).

B. Pengujian Error APP

Hasil pengujian error kWh Meter 1 fasa dengan sampling 4 (empat) ID Pelanggan di PLN ULP Anambas ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Pengujian Error kWh Meter

No	ID Pelanggan	n	t	c	P1	Tegangan (V)	Arus (I)	P2	Error (%)
1	183081212335	6	10	1000	2.16	221	5.4	954.72	-99.77
2	183103223782	7	10	800	3.15	218	7.2	1255.68	-99.74
3	183081204874	5	10	1600	1.125	211	6.1	1029.68	-99.89
4	183081209158	9	10	1000	3.24	219	4.5	788.4	-99.58

Keterangan dari Tabel 2 sebagai berikut:

n : Impulse (putaran)

t : Waktu (Detik)

c : Konstanta (Impuls / kWh) atau putaran

P1 : Daya (KW) menggunakan Stop Watch bisa dilihat dengan cek KW di APP atau menggunakan persamaan (2)

Untuk P2 menggunakan persamaan (3) sedangkan untuk perhitungan error kWh meter menggunakan persamaan (1).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat pengujian pada empat ID Pelanggan yang terindikasi stan APP tidak berjalan ($error\ APP = -99\%$ melebihi kelas meter) hal ini menunjukkan bahwa pengukuran error kWh Meter dengan parameter arus, tegangan, konstanta dan impuls atau putaran didapatkan error mencapai -99% atau melebihi kelas meter yaitu 0,5 sampai 1% sehingga pengukuran energi pada APP tersebut tidak berfungsi dengan baik dan harus segera dilakukan pemeliharaan APP agar perhitungan pemakaian energi pelanggan akurat kembali.

C. Perhitungan Susut Energi

Berdasarkan Gambar 5 yang memuat SK DIR 163-1-K-2012, perhitungan tagihan kWh Meter Macet dari data pemakaian rata-rata selama tiga bulan terakhir sejak ditemukan macet (PLN (PERSERO), 2012).

(3). Pemakaian rata-rata sebagaimana dimaksud pada ayat (1) angka 2 huruf b dihitung berdasarkan :

1. Data pemakaian Pelanggan 3 (tiga) bulan terakhir sejak ditemukan/dilaporkan yang dihitung secara rata-rata.
2. Pemakaian rata-rata Unit Pelaksana, pada golongan tarif dan daya yang sama. Bila pada Unit tersebut tidak ada Pelanggan dengan golongan tarif yang sama dengan daya tersambungannya, maka dapat digunakan pemakaian rata-rata Unit terdekat atau Unit Pelaksana Induk.

Gambar 5. Tangkapan Layar dari SK DIR 163-1-K-2012

Bulan Rekening	Stand		Stand		Pemakaian (FK=1)		
	LWBP Awal	LWBP Akhir	WBP Awal	WBP Akhir	kWh Terbayar	kWh Seharusnya	kWh Selisih
Jan-24	29207	29207			88	435	347
Dec-23	29152	29207			88	435	347
Nov-23	28896	29152			256	435	179
Jan-24	28610	28896			286	286	0
Dec-23	28166	28610			444	444	0
Nov-23	27589	28166			577	577	0
Oct-23	27290	27589			299	299	0
Sep-23	26718	27290			572	572	0
Aug-23	26137	26718			581	581	0
					3103	4064	873

Gambar 6. Tampilan Perhitungan Susut Energi

Gambar 6 menjelaskan perhitungan energi (kWh) yang hilang dan perhitungannya didapat dari rata-rata pemakaian 3 bulan normal yaitu 873 kWh (pemakaian rata-rata bulan November 2023 sampai Januari 2024) sesuai dengan Peraturan Direksi yang berlaku (Andre & Mantiri, 2017). Sehingga jumlah total energi yang hilang selama Alat Pengukur dan Pembatas (APP) tersebut sejumlah 873 kWh atau sekitar Rp. 1.260.612 (dengan rupiah per kWh senilai Rp. 1.444). Tagihan yang sudah dihitung tersebut langsung diberikan ke pelanggan untuk segera melakukan pelunasan atau angsuran. Tagihan tersebut akan masuk di Kelainan tipe II (K-II) di pendapatan PT. PLN (Persero).

D. Pembahasan

Dari analisa pengujian dan perhitungan error yang diperoleh dapat diketahui jika Alat Pengukur dan Pembatas (APP) yang macet *counter stan* dan rusak bisa dideteksi dari pemantauan pemakaian energi dari ACMT untuk APP pascabayar, AP2T untuk APP prabayar dan EIS untuk melihat grafik pemakaian pelanggan sehingga cara-cara tersebut bisa mempermudah penentuan target operasi penggantian APP karena dengan penggantian APP yang cepat dan tepat sesuai SOP yang ada akan mengurangi nilai susut energi (Raihan et al., 2024; Setiadi, 2018). Setelah dilakukan penggantian APP kemudian dihitung energi yang hilang selama APP tersebut rusak atau macet sehingga bisa ditagihkan ke pelanggan dan menjadi pendapatan atau pemasukan PT PLN (Persero). Selama tahun 2023 terdapat 28 APP yang rusak dan ditagihkan tagihan susulannya ke pelanggan dengan total rupiah mencapai Rp. 42.559.246 pada periode tersebut.

4. Kesimpulan

Kesimpulan hasil penelitian terkait perhitungan susut energi pada pemeliharaan APP sebagai berikut: (1) Indikasi APP macet bukan hanya stan tersebut tidak jalan (0 kWh) tetapi menurunnya stan dapat diindikasikan meteran tersebut tidak sesuai dengan kelas meter atau error sudah tinggi saat pengujian error APP; (2) Penggunaan *Web* PLN dapat menunjang pemeriksaan APP pelanggan karena di *website* tersebut kita bisa membaca jumlah pemakaian, daya pelanggan dan foto stan yang setiap bulannya di foto oleh *biller man*; (3) Jumlah total energi yang hilang pada tahun 2023 yang setelah pemeliharaan APP mencapai 29.465 kWh atau sebesar 0,36% dari susut kumulatif ULP Anambas. Kekurangan dalam penelitian ini adalah tidak adanya pengujian error APP 3 fasa dengan menggunakan alat pengujian Emsyst karena terbatasnya alat tersebut.

Daftar Pustaka

- Adekayanti, Y., Adiasa, I., & Mashabai, I. (2021). Analisis Gangguan Pada Kwh Meter Pelanggan Di Pt. Pln (Persero) Up3 Sumbawa Menggunakan Fishbone Dan Pdca (Plan, Do, Check, Action). *Jurnal Industri & Teknologi Samawa*, 2(1), 22–31. <https://doi.org/10.36761/jitsa.v2i1.1020>
- Andre, M., & Mantiri, H. (2017). *Optimalisasi Penggantian Kwh Meter Bermasalah Dalam Upaya Penurunan Susut Non Teknik*. 14(1), 23–29.
- Eko Wibowo. (2019). Analisis Pengaruh Manuver Jaringan 20 kV GI Sragen terhadap Susut Daya. *SKRIPSI Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Firdaus, M. I., Aknuranda, I., & Setiawan, N. Y. (2021). Evaluasi dan Perbaikan Proses Bisnis Pembacaan Meter Pascabayar di PT PLN (Persero) UP3 Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(12), 5505–5513.
- Jack, K., & Smith, G. (2020). Charging ahead: Prepaid metering, electricity use, and utility revenue. *American Economic Journal: Applied Economics*, 12(2), 134–168. <https://doi.org/10.1257/app.20180155>
- Nuralda, D. V. (2024). Analisa Penggantian Kwh Meter Bermasalah Terhadap Efektifitas Kwh Jual. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1), 148–154. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3951>

- Odje, M., Uhumwangho, R., & Okedu, K. E. (2021). Aggregated Technical Commercial and Collection Loss Mitigation Through a Smart Metering Application Strategy. *Frontiers in Energy Research*, 9(November), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.703265>
- PLN (PERSERO), P. (2012). *Penyesuaian Rekening Pemakaian Tenaga Listrik*. PT PLN (PERSERO).
- Raihan, A., Pattrya, B., Astiara, D., & Dwi, H. (2024). Optimalisasi Penggantian kWh Meter Bermasalah Dalam Upaya Penurunan Susut Non Teknis di PT PLN (Persero) ULP Pacet. *Jurnal Ilmiah Sutet*, 14(1), 23–29.
- Sadikin, Saifiul Karim, dan A. N. L. (2023). Analisis Pengaruh Peremajaan Kwh Meter 1 Phasa Pascabayar terhadap Penjualan Tenaga Listrik di PT. PLN (Persero) ULP Lampung Mangkurat. *International Journal of Research in Science, Commerce, Arts, Management and Technology*, 410–421. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-13062>
- Setiadi, B. (2018). Aplikasi Monitoring Penggantian Kwh Meter Rusak Pada PT PLN (Persero). *Jurnal Jieom*, 1(2), 42–45.
- Suhantono, D., Made, I., Yasa, S., Yasa, K. A., Teknik, J., Politeknik, E., & Bali, N. (2018). Evaluasi Error kWh Meter Analog Pengukuran Langsung dengan Metode Peneraan Waktu pada Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. *Jurnal Matrix*, 8(1), 16–21.
- Surusa, F., Aini, Q., Pratiwi, A. I., & Mohamad, Y. (2024). Analisis Susut Non Teknis Akibat Gangguan pada kWh Meter PT. PLN UP3 Gorontalo. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 32–38. <https://doi.org/10.37905/jjee.v6i1.22380>
- Tharo, Z., Santri Kusuma, B., Anisah, S., Erpandi Dhalimunte, M., & Cholish. (2021). Analisis Perbandingan Kinerja Kwh Meter Prabayar Dan Pascabayar. *Konferensi Nasional Sosial Dan Engineering Politeknik Negeri Medan*, 2(1), 358–365.
- Yolansyah, M. S. (2018). Kajian Ekonomis Kerugian Listrik PLN Akibat Pencuriandengan Metode Merubah MCB dan Menambahkan Jarum pada Piringan kWh Meter. *Skripsi Universitas Brawijaya*.