



Analisis Penurunan Susut Energi Nonteknis dan Peningkatan Akurasi Pengukuran Energi Melalui Program Peremajaan kWh Meter 1 Fasa pada Pelanggan Tegangan Rendah di PLN ULP Samawarea UP3 Sumbawa

Arif Rahman^{1*}, Jaka Windarta^{1,2}, Abdul Syakur^{1,2}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

²Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*}Corresponding author: arifbejo024@gmail.com

(Received: May 23, 2026; Accepted: June 25, 2026)

Abstract

Analysis of Reducing Non-Technical Energy Losses and Increasing Energy Measurement Accuracy Through the Single-Phase kWh Meter Rejuvenation Program for Low-Voltage Customers at PLN ULP Samawarea UP3 Sumbawa. The kWh meter rejuvenation program is an effort by PT PLN (Persero) to improve the accuracy of electrical energy measurements and reduce non-technical energy losses. This study aims to analyze the effect of single-phase kWh meter rejuvenation on reducing non-technical energy losses and increasing measurement accuracy at PLN ULP Samawa Rea UP3 Sumbawa. The study used a quantitative method with a case study approach to 374 customers resulting from kWh meter rejuvenation in January 2026. Based on the Slovin method with a 10% error rate, 79 samples were obtained consisting of 25 postpaid customers and 54 prepaid customers. Postpaid analysis was carried out by comparing energy consumption before and after rejuvenation, while prepaid customers were analyzed based on voltage, current, power factor, power and measurement error deviation. The results of the study showed an increase in net recorded energy for postpaid customers of 214.1 kWh per month or an average of 8.56 kWh per customer per month, with an estimated increase in recorded energy of 1,027.2 kWh per month or 12,326.4 kWh per year. For prepaid customers, old meters showed a variation in measurement deviation, while new meters met the accuracy standard of $\pm 1\%$. Differences in postpaid and prepaid data characteristics were addressed through an analytical approach tailored to each data characteristic. The results showed that the single-phase kWh meter rejuvenation program contributed to increased measurement accuracy, increased recorded energy and decreased non-technical energy losses.

Keywords: non-technical energy losses, measurement accuracy, kWh meter rejuvenation, recorded energy

Abstrak

Program peremajaan kWh meter merupakan upaya PT PLN (Persero) untuk meningkatkan akurasi pengukuran energi listrik dan menurunkan susut energi nonteknis. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh peremajaan kWh meter 1 fasa terhadap penurunan susut energi nonteknis dan peningkatan akurasi pengukuran di PLN ULP Samawa Rea UP3 Sumbawa. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan studi kasus terhadap 374 pelanggan hasil peremajaan kWh meter pada Januari 2026. Berdasarkan metode Slovin dengan tingkat kesalahan 10%, diperoleh 79 sampel yang terdiri atas 25 pelanggan pascabayar dan 54 pelanggan Prabayar. Analisis pascabayar dilakukan melalui perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah peremajaan, sedangkan pelanggan prabayar dianalisis berdasarkan tegangan, arus, faktor daya, daya dan deviasi *error* pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan energi tercatat bersih pada pelanggan pascabayar sebesar 214,1 kWh per bulan atau rata-rata 8,56 kWh per

pelanggan per bulan, dengan estimasi peningkatan energi tercatat sebesar 1.027,2 kWh per bulan atau 12.326,4 kWh per tahun. Pada pelanggan prabayar, meter lama menunjukkan variasi deviasi pengukuran, sedangkan meter baru memenuhi standar akurasi $\pm 1\%$. Perbedaan karakteristik data pascabayar dan prabayar diatasi melalui pendekatan analisis yang disesuaikan dengan masing-masing karakteristik data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program peremajaan kWh meter 1 fasa berkontribusi terhadap peningkatan akurasi pengukuran, peningkatan energi tercatat dan penurunan susut energi nonteknis.

Kata kunci: *susut energi nonteknis, akurasi pengukuran, peremajaan kWh meter, energi tercatat*

How to Cite This Article: Rahman, A., Windarta, J., & Syakur, A. (2026). Analisis Penurunan Susut Energi Nonteknis dan Peningkatan Akurasi Pengukuran Energi Melalui Program Peremajaan kWh Meter 1 Fasa pada Pelanggan Tegangan Rendah di PLN ULP Samawarea UP3 Sumbawa. *JPII*, 4(3), 203–211. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2026.33992>

PENDAHULUAN

Susut energi listrik (*energy losses*) merupakan salah satu indikator kinerja penting dalam sistem distribusi tenaga listrik karena memengaruhi efisiensi penyaluran energi dan kinerja perusahaan penyedia tenaga listrik. Susut energi merupakan selisih antara energi yang disalurkan dengan energi yang berhasil tercatat atau terjual kepada pelanggan. Secara umum, susut energi dibedakan menjadi susut teknis yang berasal dari karakteristik fisik jaringan dan susut nonteknis yang disebabkan oleh faktor di luar sistem jaringan, seperti kesalahan administrasi, energi yang tidak tercatat dan ketidakakuratan alat ukur energi listrik.

Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap susut energi nonteknis adalah menurunnya akurasi kWh meter akibat umur operasi yang panjang. Seiring bertambahnya usia peralatan, komponen internal meter dapat mengalami penurunan performa sehingga menyebabkan hasil pengukuran tidak lagi mencerminkan kondisi pemakaian energi yang sebenarnya. Kondisi tersebut dapat menimbulkan *under register* maupun *over register*. Pada kondisi *under register*, sebagian energi listrik yang digunakan pelanggan tidak tercatat secara optimal sehingga berpotensi meningkatkan susut energi nonteknis, sedangkan *over register* dapat menyebabkan energi yang tercatat lebih besar dari energi aktual yang digunakan pelanggan.

Sebagai upaya meningkatkan kualitas pengukuran energi listrik dan menekan susut energi nonteknis, PT PLN (Persero) secara berkelanjutan melaksanakan program peremajaan kWh meter melalui penggantian meter lama dengan meter baru yang telah memenuhi standar akurasi dan keandalan yang berlaku. Program ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas data pengukuran, meningkatkan energi tercatat, serta mendukung peningkatan kualitas pelayanan kepada pelanggan.

Berbagai penelitian sebelumnya mengenai susut energi listrik umumnya berfokus pada analisis susut teknis jaringan distribusi, Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL), maupun penerapan teknologi *smart meter*. Namun, kajian yang secara khusus mengevaluasi

kontribusi program peremajaan kWh meter terhadap penurunan susut energi nonteknis dan peningkatan akurasi pengukuran energi listrik pada pelanggan tegangan rendah masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu hanya meninjau salah satu aspek, yaitu perubahan konsumsi energi pelanggan atau akurasi pengukuran alat ukur secara terpisah.

PLN ULP Samawa Rea UP3 Sumbawa merupakan salah satu unit kerja yang melaksanakan program peremajaan kWh meter 1 fasa (usia >10 tahun). Pada bulan Januari 2026, program tersebut dilaksanakan pada 374 pelanggan yang terdiri dari 120 pelanggan pascabayar dan 254 pelanggan prabayar. Kondisi ini memberikan peluang untuk mengevaluasi dampak program peremajaan kWh meter terhadap kinerja pengukuran energi listrik menggunakan data operasional aktual perusahaan.

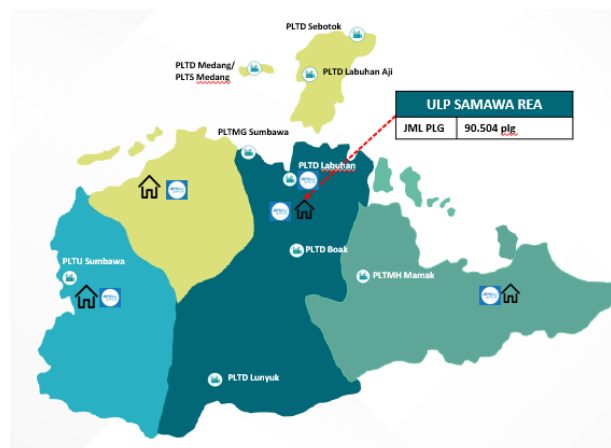
Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan kombinasi antara analisis perubahan energi tercatat pelanggan pascabayar dan evaluasi tingkat kesalahan pengukuran pelanggan prabayar. Analisis pelanggan pascabayar dilakukan melalui perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah peremajaan meter, sedangkan analisis pelanggan prabayar dilakukan menggunakan parameter tegangan, arus, faktor daya, daya sesaat dan daya aktual untuk mengevaluasi tingkat kesalahan pengukuran meter lama serta membandingkannya dengan meter baru yang telah memenuhi standar akurasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi program peremajaan kWh meter 1 fasa terhadap penurunan susut energi nonteknis dan peningkatan akurasi pengukuran energi listrik di PLN ULP Samawa Rea UP3 Sumbawa. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam pengelolaan aset alat ukur, peningkatan kualitas pengukuran energi listrik, serta penyusunan strategi pengendalian susut energi nonteknis di lingkungan PT PLN (Persero).

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah kerja ULP Samawarea, UP3 Sumbawa, wilayah pelayanan PT PLN (Persero).



Gambar 1. Peta wilayah kerja PLN ULP Samawarea

Tabel 1. Populasi pelanggan peremajaan kWh meter Januari 2026

Jenis Pelanggan	Populasi
Pascabayar	120
Prabayar	254
Total	374

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tang Ampere Digital
Digunakan untuk mengukur arus beban pelanggan pada saat pengambilan data lapangan.
 2. Multimeter Digital
Digunakan untuk mengukur tegangan pelanggan pada sisi keluaran kWh meter.
 3. kWh Meter Prabayar dan Pascabayar
Digunakan sebagai objek penelitian untuk analisis akurasi pengukuran energi listrik.
 4. *Smartphone*/Kamera
Digunakan untuk dokumentasi kondisi meter dan pencatatan parameter pengukuran.
 5. Laptop/Komputer/Aplikasi
Digunakan untuk pengolahan data, analisis statistik dan penyusunan laporan penelitian.
 6. Alat Pelindung Diri (APD)
Digunakan untuk pengamanan keselamatan petugas pada saat bekerja.
- Bahan penelitian yang digunakan meliputi:
1. Data pelanggan hasil program peremajaan kWh meter Januari 2026.
 2. Data histori konsumsi energi pelanggan pascabayar.

3. Data hasil pengukuran pelanggan prabayar.
4. Data tarif tenaga listrik berdasarkan golongan pelanggan.
5. Dokumen pelaksanaan program peremajaan kWh meter.
6. Standar dan regulasi terkait APP serta kalibrasi alat ukur.

Variabel Penelitian

Tabel 2. Variabel penelitian pascabayar

Variabel	Satuan	Keterangan
Tarif Pelanggan	-	Golongan tarif pelanggan
Daya Kontrak	VA	Daya tersambung pelanggan
Tahun Pembuatan Meter	Tahun	Tahun produksi meter lama
Energi Sebelum Peremajaan	kWh	Rata-rata konsumsi energi sebelum penggantian meter
Energi Sesudah Peremajaan	kWh	Rata-rata konsumsi energi sesudah penggantian meter
<i>Saving</i> Energi	kWh	Selisih energi sebelum dan sesudah peremajaan
<i>Saving</i> Rupiah	Rp	Estimasi peningkatan energi jual

Tabel 3. Variabel penelitian prabayar

Variabel	Satuan	Keterangan
Tegangan Arus	Volt Ampere	Tegangan pelanggan Arus beban pelanggan
Faktor Daya (Cos ϕ)	-	Faktor daya saat pengukuran
Daya Meter	Watt	Daya yang ditampilkan LCD meter
Daya Aktual	Watt	Hasil perhitungan $V \times I \times \cos \phi$
<i>Error</i> Pengukuran	%	Selisih daya meter terhadap daya aktual

Penentuan Sampel Penelitian (Metode Slovin)

Jumlah sampel penelitian ditentukan menggunakan metode Slovin dengan tingkat kesalahan (*margin of error*) sebesar 10% menggunakan Persamaan (1), dengan n = jumlah sampel, N = jumlah populasi dan e = *margin of error*.

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (1)$$

Tabel 4. Sampel penelitian

Jenis Pelanggan	Populasi	Sampel Minimum
Pascabayar	120	25
Prabayar	254	54
Total	374	79

Analisis Pelanggan Pascabayar

Analisis pelanggan pascabayar dilakukan menggunakan metode *before-after comparison* dengan membandingkan rata-rata konsumsi energi listrik tiga bulan sebelum dan tiga bulan sesudah peremajaan kWh meter. *Saving* energi dihitung menggunakan Persamaan (2), dengan E_{sesudah} adalah rata-rata energi sesudah peremajaan dan E_{sebelum} adalah rata-rata energi sebelum peremajaan.

$$\text{Saving kWh} = E_{\text{sesudah}} - E_{\text{sebelum}} \quad (2)$$

Saving rupiah dihitung menggunakan Persamaan (3), dengan *Saving kWh* adalah rata-rata pemakaian energi dan Tarif adalah tarif dasar listrik yang berlaku.

$$\text{Saving Rupiah} = \text{Saving kWh} \times \text{Tarif} \quad (3)$$

Perhitungan *saving* rupiah hanya memperhitungkan komponen energi (Rp/kWh) tanpa memasukkan PPI, PPN, biaya administrasi dan komponen nonenergi lainnya.

Analisis Pelanggan Prabayar

Analisis pelanggan prabayar dilakukan dengan membandingkan daya aktual hasil perhitungan dengan daya sesaat yang ditampilkan pada LCD meter. Perhitungan daya aktual dilakukan menggunakan Persamaan (4), dengan P menunjukkan daya aktual (W), V merepresentasikan tegangan (Volt), I menunjukkan arus (Ampere) dan $\cos \phi$ merepresentasikan faktor daya.

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (4)$$

Nilai *error* pengukuran dihitung menggunakan Persamaan (5), dengan P_{meter} merepresentasikan daya yang ditampilkan pada meter dan P_{aktual} menunjukkan daya hasil perhitungan.

$$\text{Error} = \frac{P_{\text{meter}} - P_{\text{aktual}}}{P_{\text{aktual}}} \times 100\% \quad (5)$$

Nilai *error* positif menunjukkan kecenderungan *over-register*, sedangkan nilai *error* negatif menunjukkan kecenderungan *under register*.

Analisis Penurunan Susut Energi Nonteknis

Analisis penurunan susut energi nonteknis dilakukan dengan mengintegrasikan hasil analisis pelanggan pascabayar dan pelanggan prabayar. Pada pelanggan pascabayar, penurunan susut nonteknis dianalisis melalui peningkatan energi tercatat setelah peremajaan meter. Pada pelanggan prabayar, penurunan susut nonteknis dianalisis melalui perbaikan akurasi pengukuran yang ditunjukkan oleh penurunan deviasi *error* pengukuran setelah penggunaan meter baru yang memenuhi standar akurasi.

Analisis Peningkatan Akurasi Pengukuran Energi

Peningkatan akurasi pengukuran dianalisis dengan membandingkan kondisi meter lama terhadap meter baru. Meter lama dievaluasi menggunakan hasil pengukuran lapangan dan perhitungan *error* pengukuran. Meter baru diasumsikan memenuhi standar akurasi sesuai hasil uji

tera, uji kalibrasi dan sertifikasi yang berlaku sehingga memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan meter lama yang telah beroperasi dalam jangka waktu panjang.

Analisis Risiko dan Mitigasi

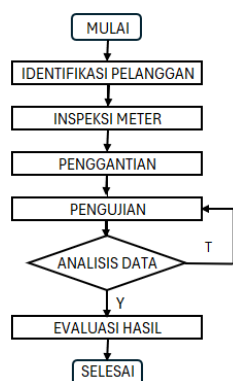
Pelaksanaan program peremajaan kWh meter memiliki beberapa risiko teknis maupun nonteknis yang perlu dikendalikan agar pekerjaan dapat dilaksanakan secara aman, andal dan sesuai standar yang berlaku.

Tabel 5. Analisis risiko dan mitigasi

Risiko	Dampak	Mitigasi
Kesalahan pemasangan kWh meter	Gangguan pengukuran energi	Pelaksanaan sesuai SOP dan <i>checklist</i> pemasangan
Kesalahan pencatatan data meter	Data penelitian tidak valid	Verifikasi data lapangan dan dokumentasi foto
Kecelakaan kerja petugas	Cedera dan gangguan operasional	<i>Safety briefing</i> , APD lengkap dan penerapan K3L
Keluhan pelanggan akibat pemadaman sementara	Penurunan kepuasan pelanggan	Sosialisasi dan komunikasi sebelum pekerjaan
Ketidaksesuaian parameter pengukuran	Hasil analisis tidak akurat	Kalibrasi alat ukur dan verifikasi hasil pengukuran

Langkah-langkah Penelitian

- Identifikasi pelanggan
Menentukan target pelanggan berdasarkan data dan laporan.
- Inspeksi meter
Pemeriksaan visual dan pengukuran parameter listrik meter lama.
- Penggantian meter
Membongkar kWh meter lama dan memasang kWh meter baru.
- Pengujian
Memastikan akurasi dan fungsi kWh meter baru.
- Analisis data
Membandingkan performa dan merekam hasil.
- Evaluasi hasil
Menyimpulkan efektivitas dan menentukan tindakan susulan.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Penelitian

Program peremajaan kWh meter 1 fasa di PLN ULP Samawa Rea UP3 Sumbawa pada bulan Januari 2026 dilaksanakan pada 374 pelanggan yang terdiri dari pelanggan pascabayar dan Prabayar.

Tabel 6. Populasi penelitian

Jenis Pelanggan	Jumlah
Pascabayar	120
Prabayar	254
Total	374

Penentuan Sampel Penelitian

Jumlah sampel ditentukan menggunakan metode Slovin dengan tingkat kesalahan (*margin of error*) sebesar 10%.

$$n_{\text{Pascabayar}} = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (6)$$

$$n = \frac{120}{1+120(0,1)^2} = 25 \quad (7)$$

$$n_{\text{Prabayar}} = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (8)$$

$$n = \frac{254}{1+254(0,1)^2} = 54 \quad (9)$$

Selanjutnya dilakukan pembagian sampel menggunakan metode *proportional stratified sampling*.

Tabel 7. Sampel penelitian

Jenis Pelanggan	Populasi	Sampel Minimum
Pascabayar	120	25
Prabayar	254	54
Total	374	79

Jumlah sampel yang digunakan telah memenuhi kebutuhan minimum hasil perhitungan Slovin sehingga dianggap mampu mewakili populasi penelitian.

Hasil Sampling Pelanggan Pascabayar

Analisis dilakukan dengan membandingkan rata-rata konsumsi energi listrik tiga bulan sebelum dan tiga bulan sesudah peremajaan kWh meter.

Tabel 8. Hasil *sampling* pelanggan pascabayar

No	Tarif	Daya (VA)	Tahun Buat	Pemakaian kWh 2025			Pemakaian kWh 2026			Rata-Rata Sebelum (kWh)	Rata-Rata Sesudah (kWh)	Saving kWh
				Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar			
1	R3	7700	2010	400	500	512	547	617	615	470,7	593,0	122,3
2	R1 Subsidi	900	2004	127	270	286	275	253	264	227,7	264,0	36,3
3	R1 Subsidi	900	2011	54	62	43	74	80	88	53,0	80,7	27,7
4	S1	4400	2005	453	416	399	266	402	678	422,7	448,7	26,0
5	R1 Subsidi	450	1992	41	35	41	55	49	49	39,0	51,0	12,0
6	R1 Non Subsidi	900	2011	116	127	141	115	113	186	128,0	138,0	10,0
7	R1 Subsidi	900	2011	15	12	25	25	24	26	17,3	25,0	7,7
8	R1	1300	2011	115	78	61	59	92	126	84,7	92,3	7,7
9	R1 Non Subsidi	900	2011	79	73	82	92	82	81	78,0	85,0	7,0
10	R1 Non Subsidi	900	2011	49	48	58	58	56	59	51,7	57,7	6,0
11	R1 Subsidi	900	2011	275	300	307	315	289	291	294,0	298,3	4,3
12	R1 Non Subsidi	900	1999	244	187	242	236	217	232	224,3	228,3	4,0
13	R1	1300	2011	256	246	247	267	236	255	249,7	252,7	3,0
14	B1	1300	2011	165	163	153	161	153	170	160,3	161,3	1,0
15	R1	1300	2011	195	191	207	203	195	194	197,7	197,3	-0,3
16	R1	1300	1999	281	255	257	262	249	276	264,3	262,3	-2,0
17	R1 Non Subsidi	900	2011	66	52	51	46	46	70	56,3	54,0	-2,3
18	R1 Non Subsidi	900	2000	83	71	58	57	44	99	70,7	66,7	-4,0
19	R1 Subsidi	900	1995	101	95	104	109	78	101	100,0	96,0	-4,0
20	R1 Non Subsidi	900	2005	133	139	130	124	124	136	134,0	128,0	-6,0
21	R1	1300	1987	146	123	120	136	104	128	129,7	122,7	-7,0
22	S1	2200	2012	176	150	148	140	150	162	158,0	150,7	-7,3
23	B1	450	2011	16	18	18	13	10	5	17,3	9,3	-8,0

24	R1 Subsidi	900	2004	106	105	110	114	77	105	107,0	98,7	-8,3
25	R1	1300	2011	115	112	112	102	98	104	113,0	101,3	-11,7



Gambar 3. Foto kWh meter sebelum dan sesudah peremajaan pelanggan pascabayar

Analisis Perubahan Energi Tercatat

Saving energi dihitung menggunakan Persamaan (2).

Tabel 9. Rekapitulasi hasil analisis pascabayar

Parameter	Nilai
Jumlah Sampel	25 pelanggan
<i>Saving</i> Positif	14 pelanggan
<i>Saving</i> Negatif	11 pelanggan
Total <i>Saving</i> Positif	275,0 kWh/bulan
Total <i>Saving</i> Negatif	-60,9 kWh/bulan
Total <i>Saving</i> Bersih	214,1 kWh/bulan
Rata-rata <i>Saving</i>	8,56 kWh/pelanggan/bulan

Rata-rata *saving* dihitung dengan:

$$\bar{S}_{kWh} = \frac{214,1}{25} = 8,56 \text{ kWh/pelanggan/bulan} \quad (10)$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa setelah dilakukan peremajaan kWh meter terjadi peningkatan energi tercatat bersih sebesar 214,1 kWh/bulan pada 25 pelanggan sampel. Peningkatan energi tercatat mengindikasikan bahwa sebagian energi listrik yang

sebelumnya tidak tercatat secara optimal oleh meter lama dapat kembali tercatat setelah dilakukan penggantian meter.

Analisis *Saving* Rupiah

Saving rupiah dihitung menggunakan Persamaan (3).

Tabel 10. Tarif dasar listrik 2026

Golongan	Daya Listrik	Tarif (Rp/kWh)
R-1 (Subsidi)	450 VA	Rp415/kWh
R-1 (Subsidi)	900 VA	Rp605/kWh
R-1 (Non-Subsidi)	900 VA	Rp1.352/kWh
R-1 (Non-Subsidi)	1.300 VA–2.200 VA	Rp1.444,70/kWh
R-2	3.500 VA–5.500 VA	Rp1.699,53/kWh
R-3	≥6.600 VA	Rp1.699,53/kWh
B-1 (Bisnis kecil)	450–5.500 VA	Rp1444,70/kWh
B-2 (Bisnis menengah)	6.600–200.000 VA	Rp1444,70/kWh

Perhitungan dilakukan hanya menggunakan komponen tarif energi (Rp/kWh) tanpa memasukkan PPJ, PPN, biaya administrasi, maupun komponen nonenergi lainnya. Dengan tarif rata-rata Rp1.444,70/kWh diperoleh Rp309.310/bulan atau Rp3.711.723/tahun untuk 25 pelanggan sampel.

Hasil *Sampling* Pelanggan Prabayar

Analisis pelanggan prabayar dilakukan terhadap 54 pelanggan hasil *sampling*. Parameter yang digunakan meliputi: tegangan (V), arus (I), faktor daya ($\cos \phi$), daya sesaat meter, daya aktual yang direpresentasikan oleh Tabel 11.

Tabel 11. Hasil *sampling* pelanggan prabayar

No	Tahun Buat Meter lama	Tegangan (V)	Arus (A)	Cos Phi (PF)	Daya Meter (W)	Daya Aktual (W)	Error (%)
1	2016	231,9	0,84	0,83	190,00	160,71	18,23
2	2016	211,2	0,51	0,89	106,00	95,06	11,51
3	2016	221,2	0,06	0,80	12,08	10,84	11,47
4	2011	209,8	0,53	0,87	103,95	95,94	8,35
5	2014	230,9	0,39	0,89	86,00	79,73	7,86
6	2016	221,6	3,36	0,77	587,00	572,58	2,52
7	2016	233,8	0,10	0,97	22,00	21,75	1,15
8	2016	233,7	2,39	0,99	560,00	553,88	1,10
9	2016	235,3	0,60	0,77	109,00	108,17	0,77
10	2016	234,5	0,77	0,69	125,00	124,10	0,72
11	2016	226,5	1,53	0,89	310,00	308,02	0,64

12	2016	229,2	1,05	0,75	181,00	180,29	0,40
13	2016	218,3	0,03	0,90	6,53	6,51	0,33
14	2016	243,5	0,80	0,87	170,00	169,46	0,32
15	2016	235,6	0,50	0,99	117,00	116,74	0,23
16	2016	246,4	0,11	0,90	25,00	24,95	0,21
17	2016	235,8	2,57	0,91	551,00	550,00	0,18
18	2016	220,6	0,36	0,97	78,00	77,89	0,14
19	2016	244,1	2,38	0,87	503,00	503,11	-0,02
20	2016	230	0,77	0,76	135,00	135,13	-0,10
21	2016	239,8	2,01	0,69	334,00	334,36	-0,11
22	2016	239,3	1,29	0,91	279,00	279,68	-0,24
23	2016	227,3	0,31	0,99	70,00	70,21	-0,30
24	2016	233,8	1,61	0,99	371,00	372,19	-0,32
25	2016	225,4	0,74	0,68	114,00	114,37	-0,32
26	2016	206,4	0,28	0,97	56,00	56,26	-0,46
27	2016	228,7	0,61	0,67	93,00	93,50	-0,53
28	2016	226,7	0,40	0,99	88,00	88,47	-0,53
29	2016	242,6	1,90	0,64	292,00	293,93	-0,66
30	2016	210	1,77	0,62	230,00	231,57	-0,68
31	2016	243,1	0,91	0,68	148,00	149,16	-0,78
32	2016	214	0,50	0,56	60,00	60,48	-0,80
33	2016	232,5	0,43	0,91	89,00	89,92	-1,02
34	2016	222,9	0,51	0,66	74,00	74,78	-1,04
35	2016	236,5	0,13	0,82	25,00	25,27	-1,08
36	2016	235,5	0,08	0,53	10,00	10,11	-1,09
37	2016	216,5	0,37	1,00	80,00	80,97	-1,20
38	2016	244,8	2,36	0,76	433,00	438,72	-1,30
39	2016	230,9	0,08	0,65	11,00	11,22	-1,98
40	2016	223,6	0,64	1,00	138,00	141,42	-2,42
41	2016	234,4	0,04	1,00	10,00	10,31	-3,04
42	2016	237,4	0,81	0,96	176,00	184,15	-4,42
43	2016	203,1	0,06	0,98	11,00	11,56	-4,81
44	2016	221,5	0,23	0,92	44,45	46,82	-5,06
45	2016	223,8	0,09	0,57	11,00	11,69	-5,90
46	2016	219,8	0,29	0,97	58,00	62,04	-6,52
47	2016	218,7	0,11	0,83	19,00	20,39	-6,81
48	2016	229,1	3,50	1,00	744,00	799,56	-6,95
49	2016	231	0,13	0,75	21,00	22,70	-7,47
50	2016	231,9	0,11	0,74	17,00	18,75	-9,33
51	2014	233,5	0,60	0,81	79,00	114,10	-30,76
52	2016	229,2	0,09	0,98	13,00	19,54	-33,48
53	2016	237,3	0,02	0,70	2,00	3,82	-47,65
54	2016	232,8	2,45	0,75	219,00	428,74	-48,92



Gambar 4. Foto kWh Meter sebelum dan sesudah peremajaan pelanggan prabayar

Analisis *Error* Pengukuran Meter Lama

Nilai *error* digunakan untuk mengetahui tingkat penyimpangan hasil pembacaan meter terhadap kondisi aktual pelanggan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa terdapat variasi *error* positif dan negatif pada meter lama, yang mengindikasikan bahwa tingkat akurasi pengukuran tidak seragam pada seluruh sampel.

Tabel 12. Interpretasi *error* pengukuran

Nilai <i>Error</i>	Interpretasi
Error > 0	<i>Over Register</i>
Error < 0	<i>Under Register</i>

Error ≈ 0 Mendekati Aktual

Klasifikasi Tingkat Error Pengukuran

Untuk mempermudah evaluasi kondisi meter lama, hasil pengukuran dikelompokkan berdasarkan tingkat deviasi. Meter yang berada pada kategori deviasi tinggi menunjukkan penyimpangan pengukuran yang relatif besar dan berpotensi memengaruhi kualitas pencatatan energi listrik

Tabel 13. Klasifikasi *error* pengukuran

Rentang <i>Error</i> Absolut	Kategori
0–1 %	Sesuai Standar
< >1–5 %	Deviasi Ringan
< >5–10 %	Deviasi Sedang
< >10 %	Deviasi Tinggi

Perbandingan Akurasi Meter Lama dan Meter Baru

Meter baru yang digunakan pada program peremajaan telah memenuhi standar hasil uji tera, kalibrasi pabrikan, sertifikasi PLN Pusertif sehingga tingkat akurasi meter baru diasumsikan memenuhi standar ($\pm 1\%$).

Tabel 14. Perbandingan akurasi meter

Parameter	Meter Lama	Meter Baru
<i>Error</i> Pengukuran	Bervariasi	$\pm 1\%$
Akurasi	Tidak seragam	Terstandarisasi
Potensi <i>Under Register</i>	Ada	Sangat kecil
Potensi <i>Over Register</i>	Ada	Sangat kecil
Kualitas Pengukuran	Data Bervariasi	Lebih konsisten

Analisis Penyebab Penurunan Akurasi Meter Lama

Beberapa faktor yang menyebabkan penurunan akurasi meter lama antara lain:

1. Umur operasi meter yang tinggi.
2. Penurunan sensitivitas sensor arus dan tegangan.
3. Degradasi komponen elektronik internal.
4. Pengaruh suhu dan kelembapan lingkungan.
5. Ketidakstabilan pembacaan pada kondisi beban rendah.

Kondisi tersebut menyebabkan hasil pengukuran energi listrik tidak lagi sepenuhnya mencerminkan kondisi aktual pelanggan.

Analisis Penurunan Susut Energi Nonteknis

Analisis penurunan susut energi nonteknis dilakukan menggunakan hasil *sampling* pelanggan pascabayar karena tersedia data histori energi sebelum dan sesudah peremajaan meter. Rata-rata *saving* energi

yang diperoleh dari hasil *sampling* adalah 8,56 kWh/pelanggan/bulan

Dengan jumlah pelanggan pascabayar hasil peremajaan sebanyak 120 pelanggan, maka estimasi penurunan susut energi nonteknis adalah 1.027,2 kWh/bulan dengan estimasi tahunan sebesar 12.326,4 kWh/tahun.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa program peremajaan kWh meter berpotensi menurunkan susut energi nonteknis sebesar 12.326,4 kWh per tahun pada pelanggan pascabayar yang diremajakan bulan Januari 2026. Jika dikonversikan ke rupiah sebesar Rp1.483.995,84/bulan atau Rp17.807.950,08/tahun. Secara teknis, peningkatan energi tercatat ini menunjukkan bahwa sebagian energi listrik yang sebelumnya tidak tercatat secara optimal oleh meter lama dapat kembali tercatat setelah dilakukan penggantian meter.

Analisis Peningkatan Akurasi Pengukuran Energi

Analisis peningkatan akurasi pengukuran energi dilakukan berdasarkan hasil *sampling* pelanggan prabayar. Pada meter lama ditemukan variasi *error* pengukuran yang menunjukkan adanya penyimpangan hasil pengukuran terhadap kondisi aktual pelanggan.

Tabel 15. Jumlah pelanggan berdasarkan klasifikasi rentang *error* absolut

Rentang <i>Error</i> Absolut	Kategori	Interpretasi	Jumlah (Pelanggan)	Persentase (%)
0–1%	Sesuai standar	Akurasi baik	24	44,44
< >1–5%	Deviasi ringan	Perlu pemantauan	14	25,93
< >5–10%	Deviasi sedang	Indikasi penurunan akurasi	9	16,67
< >10%	Deviasi tinggi	Prioritas evaluasi/peremajaan	7	12,96

Tabel 16. Jumlah pelanggan berdasarkan klasifikasi nilai *error*

Nilai <i>Error</i>	Interpretasi	Dampak	Jumlah (Pelanggan)	Persentase (%)
<i>Error</i> positif	Meter membaca lebih besar dari aktual	<i>Over register</i>	18	33,33
<i>Error</i> negatif	Meter membaca lebih kecil dari aktual	<i>Under register</i>	36	66,67
<i>Error</i> mendekati 0	Meter mendekati kondisi aktual	Normal	2	3,7

Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar meter lama cenderung membaca lebih rendah dibandingkan kondisi aktual (*under register*), sehingga berpotensi menyebabkan energi listrik tidak tercatat secara optimal. Temuan tersebut memperkuat perlunya

program peremajaan kWh meter sebagai upaya meningkatkan akurasi pengukuran energi listrik. Sedangkan meter baru diasumsikan memenuhi standar akurasi: $\pm 1\%$, karena telah melalui proses uji tera, kalibrasi pabrikan dan sertifikasi PLN Pusertif. Dengan demikian, peremajaan meter menyebabkan berkurangnya potensi *under register* (66,67%), berkurangnya potensi *over register* (33,33%), meningkatnya kualitas data pengukuran pelanggan, serta meningkatnya keandalan transaksi energi listrik. Peningkatan akurasi ini menjadi salah satu faktor yang mendukung peningkatan kualitas pencatatan energi listrik setelah program peremajaan dilaksanakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa program peremajaan kWh meter memberikan kontribusi terhadap dua tujuan utama penelitian. Pada pelanggan pascabayar ditemukan peningkatan energi tercatat bersih sebesar 214,1 kWh/bulan pada 25 pelanggan sampel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian energi yang sebelumnya tidak tercatat secara optimal dapat kembali tercatat setelah dilakukan penggantian meter.

Sementara itu, pada pelanggan prabayar ditemukan variasi *error* pengukuran pada meter lama yang menunjukkan adanya penyimpangan hasil pengukuran terhadap kondisi aktual pelanggan. Penggunaan meter baru yang telah memenuhi standar akurasi memberikan peningkatan kualitas pengukuran dibandingkan meter lama.

Secara keseluruhan, program peremajaan kWh meter 1 fasa di PLN ULP Samawa Rea UP3 Sumbawa memberikan kontribusi terhadap penurunan susut energi nonteknis dan peningkatan akurasi pengukuran energi listrik, sehingga mendukung peningkatan kualitas data pengukuran dan pengelolaan energi pada sistem distribusi tenaga listrik.

KESIMPULAN

Program peremajaan kWh meter 1 fasa berkontribusi terhadap penurunan susut energi nonteknis melalui peningkatan akurasi dan kualitas pencatatan energi listrik pelanggan. Penggunaan meter baru yang telah memenuhi standar hasil uji tera, kalibrasi pabrikan, dan sertifikasi PT PLN (Persero) melalui Pusat Sertifikasi (Pusertif) menghasilkan tingkat akurasi sesuai kelas meter, yaitu $\pm 1\%$, sehingga lebih andal dibandingkan meter lama yang berpotensi mengalami penurunan performa akibat usia operasi dan kondisi komponen internal. Hasil analisis menunjukkan peningkatan energi tercatat bersih sebesar 214,1 kWh per bulan atau rata-rata 8,564 kWh per pelanggan per bulan pada pelanggan pascabayar setelah peremajaan. Sementara itu, pada meter lama ditemukan variasi *error* pengukuran berdasarkan parameter tegangan, arus, faktor daya ($\cos \phi$), daya sesaat, dan daya aktual yang mengindikasikan adanya penurunan performa pengukuran. Dengan demikian, program peremajaan kWh meter mampu

meningkatkan kualitas dan keandalan data pengukuran, mengurangi potensi penyimpangan pencatatan energi listrik, serta memberikan manfaat ekonomi melalui peningkatan energi jual yang tercatat.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadhilah, A. H. (2023). Susut Non Teknis Pada Kwh Meter 1 Fasa Di PT PLN ULP Brebes. *J. Ilm. Wahana Pendidikan*, Juli, 9(14), 78-84.
- Idris, M., Tharo, Z., & Siagian, P. (2025). Analisis Peremajaan Kwh Meter Prabayar Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik. *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, 5(3), 55-62.
- Nuralda, D. V., Gunawan, H., & Dalimunthe, M. E. (2025). Pengaruh kWh Meter Bermasalah Terhadap Efektivitas kWh Jual. *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 18(1), 146-156.
- PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Nusa Tenggara Barat. (2023). *Prosedur Pemeliharaan SR AP*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero) UP3 Sumbawa. (2025). *Instruksi Kerja Penggantian kWh Meter*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2011). *Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 139.K/DIR/2011 tentang Manajemen Alat Pengukur dan Pembatas*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2023). *Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0168.K/DIR/2023 tentang Penetapan SPLN D5.011-2:2023 Kalibrasi Alat Ukur*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2023). *Standar Perusahaan Listrik Negara D5.011-1:2023 tentang Kalibrasi Alat Ukur Bagian 1: Ketentuan Umum*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2023). *Standar Perusahaan Listrik Negara D5.011-2:2023 tentang Kalibrasi Alat Ukur Bagian 2: Ketentuan Teknis*. PT PLN (Persero).
- PT PLN (Persero). (2026). *Tarif Adjustment 2026*. PT PLN (Persero).
- Republik Indonesia. (1970). *Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja*. Pemerintah Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (1999). *Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen*. Pemerintah Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan*. Pemerintah Republik Indonesia.