

ANALISIS PENGARUH KONDISI *TAMPERING* AKIBAT KESALAHAN PENGAWATAN DALAM INSTALASI LISTRIK MILIK PELANGGAN TERHADAP PENGUKURAN DAYA PADA KWH METER PRABAYAR DIGITAL PELANGGAN PT PLN

Fandy Mustafa^{*)}, Karnoto, Bambang Winardi

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

^{*)}*E-mail: fandymustafa@gmail.com*

Abstrak

KWh meter prabayar digital merupakan solusi dari PT. PLN untuk monitoring dan meminimalisir keterlambatan pembayaran listrik. Sistem kerja kWh meter prabayar adalah pengukuran daya dengan menggunakan sensor arus pada kawat fasa dan netral. Pengambilan nilai arus kWh meter berdasarkan nilai terbesar dari perbandingan antara nilai arus yang melalui sensor arus pada kawat fasa dan netral. Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis pengaruh kondisi kelainan (*tampering*) akibat kesalahan pengawatan dalam instalasi listrik terhadap pengukuran daya pada kWh meter prabayar digital. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan perbandingan pengukuran daya dalam kondisi normal dan kondisi *tampering* pada 3 buah sampel kWh meter dengan pengukuran 3 variasi kondisi beban. Hasil penelitian menunjukkan pada pelanggan No Meter 32123124797 pada variasi beban 0 watt terjadi kerugian sebesar 57,62 watt, pada variasi beban 17 watt terjadi kerugian sebesar 23,7 watt, dan pada variasi beban 51 watt tidak terjadi kerugian. Pada kWh meter pelanggan no meter 86003032546 pada beban 0 watt terjadi kerugian sebesar 13,08 watt, pada variasi beban 14 watt dan beban 42 watt tidak terjadi. Pada kWh meter pelanggan no meter 14260248886 pada variasi beban 0 watt terjadi kerugian sebesar 1,35 watt, pada variasi beban 9 watt dan beban 36 watt tidak terjadi kerugian.

Kata kunci: kWh meter prabayar digital, tampering, instalasi listrik

Abstract

Digital prepaid kWh meter is a solution from PT. PLN for monitoring and minimizing the delay in electricity payment. Prepaid kWh meter working system is power measurement using current sensors on phase wire and neutral. The current rating of kWh meter is based on the largest value of the ratio between the current rating through the current sensor on the phase wire and neutral. In this reserch aims to analyze the effects of *tampering* conditions due to wiring errors in electrical installations to power measurements on digital prepaid kWh meters. The research was conducted by comparing the measurement of power in normal condition and *tampering* condition on 3 kWh meter samples with 3 variation of load condition. The result of the research shows the customer No Meter 32123124797 on the variation of 0 watt loss is 57,62 watt, the variation of 17 watt loss is 23,7 watt, and 51 watt variation does not happen loss. At kWh meter customer no meter 86003032546 at 0 watt load loss of 13.08 watt, on the variation of 14 watt and 42 watt does not happen. At kWh meter customer no meter 14260248886 on the variation of 0 watt loss loss 1.35 watts, the variation of the load 9 watts and 36 watt load does not occur losses.

Keywords : Digital prepaid kWh meter, tampering, electrical installation

1. Pendahuluan

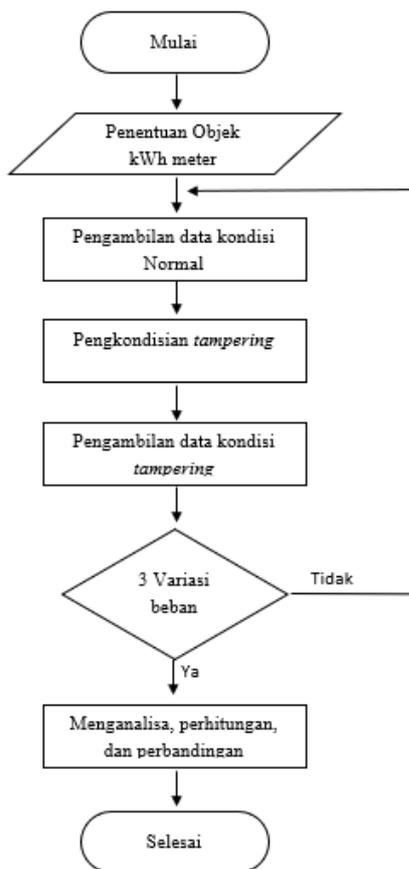
Peningkatan tingkat kebutuhan energi saat ini mendorong berkembangnya alat ukur energi yang aman, ekonomis dan efektif. Energi listrik sebagai salah satu sumber daya energi pokok yang mudah dikonversi menjadi bentuk energi lain, sejak dahulu telah didistribusikan ke masyarakat dilengkapi dengan alat ukur APP (Alat Pembatas dan Pengukur) yang berupa

kWh meter[1]. Meter kWh yang selanjutnya disebut dengan Meter adalah alat ukur listrik integrasi yang digunakan untuk mengukur besarnya energi aktif dalam satuan kilowatt-jam [2]. APP (Alat Pembatas dan Pengukur) Prabayar satu fasa sebagai suatu alat ukur konsumsi daya listrik dapat dikatakan efisien apabila jumlah token kWh yang sudah di input berkurang sebanding dengan besar penggunaan daya per satuan waktu. Namun dalam berjalannya waktu terjadi

beberapa kondisi penyalahgunaan (*tampering*) dalam kWh meter baik dari pihak PLN maupun instalasi pelanggan [3][4]. Kondisi ini bisa menyebabkan adanya kerugian dalam pemakaian energi.[5] Salah satu jenis kondisi kelainan adalah kesalahan dari instalasi pihak pelanggan yang menggabungkan kawat netral dengan kawat *grounding*. Pada saat terjadinya kelainan ini terjadi injeksi arus netral yang merupakan arus akibat beban tidak seimbang yang masuk ke pengawatan netral kWh meter[6]. Oleh karena itu diperlukan penelitian terhadap kinerja kWh meter dalam kondisi *tampering* ini. Sehingga didapatkan pengaruh akibat kondisi *tampering* terhadap kerugian pemakaian energi pada kWh meter.

2. Metode

2.1. Langkah Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh kondisi *tampering* terhadap kinerja kWh meter, mulai dari pengukuran besaran-besaran pada kWh meter yaitu tegangan, arus, daya dan faktor daya. Pengukuran tanah dengan menggunakan *earth tester* [7], pengukuran arus netral dengan *clamp meter*, pengumpulan data, perhitungan, dan diakhiri dengan analisis perbandingan pemakaian daya dalam kondisi normal dan kondisi

tampering. Secara umum langkah penelitian yang dilakukan sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

2.2. Data Penelitian

2.2.1. Pelanggan No Meter 32123124797

Tabel 1. Hasil pengukuran kWh meter Prabayar satu fasa No. Meter 32123124797 kondisi normal

Beban (W)	I _N (A)	Tegangan (V)	R (Ohm)	I _{kWh} (A)	Cos Phi
0	0,71	217	5,84	0	1
17	0,68	214	5,84	0,12	0,68
51	0,71	215	5,84	0,35	0,68

Tabel 2. Hasil pengukuran kWh meter Prabayar satu fasa No. Meter 32123124797 kondisi *tampering*

Beban (W)	I _N (A)	Tegangan (V)	R (ohm)	I _{kWh} (A)	Cos Phi	I _s (A)
0	0,71	216	5,84	0,29	0,92	0,28
17	0,68	214	5,84	0,21	0,91	0,31
51	0,71	216	5,84	0,35	0,68	0,39

2.2.2. Pelanggan No Meter 86003032546

Tabel 3. Hasil pengukuran kWh meter Prabayar satu fasa No. Meter 86003032546 kondisi normal

Beban (W)	I _N (A)	Tegangan (V)	R (Ohm)	I _{kWh} (A)	Cos Phi
0	0,26	218	10,24	0	1
14	0,26	218,8	10,24	0,076	1
42	0,24	219,4	10,24	0,194	0,98

Tabel 4. Hasil pengukuran kWh meter Prabayar satu fasa No. Meter 86003032546 kondisi *tampering*

Beban (W)	I _N (A)	Tegangan (V)	R (ohm)	I _{kWh} (A)	Cos Phi	I _s (A)
0	0,26	218	10,24	0,06	1	0,06
14	0,26	218,3	10,24	0,074	1	0,08
42	0,24	219,8	10,24	0,199	0,98	0,06

2.2.3. Pelanggan No Meter 14260248886

Tabel 5. Hasil pengukuran kWh meter Prabayar satu fasa No. Meter 14260248886 kondisi normal

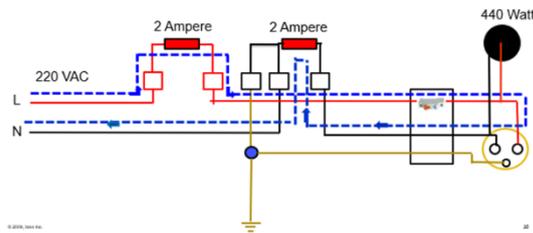
Beban (W)	I _N (A)	Tegangan (V)	R (Ohm)	I _{kWh} (A)	Cos Phi
0	0,09	219,7	9,84	0	1
9	0,09	219,9	9,84	0,043	0,970
36	0,14	220,1	9,84	0,181	0,918

Tabel 6. Hasil pengukuran kWh meter prabayar satu fasa
No. Meter 14260248886 kondisi *tampering*

Beban (W)	I _n (A)	Tegangan (V)	R (ohm)	I _{kWh} (A)	Cos Phi	I _s (A)
0	0,09	219,7	9,84	0,014	0,44	0,02
9	0,09	217,3	9,84	0,043	0,97	0,03
36	0,11	219,5	9,84	0,171	0,95	0,03

3. Hasil dan Analisa

3.1. Perhitungan Nilai Arus kWh dalam kondisi Normal



Gambar 2. Siklus arus dalam kondisi normal

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan rumus

$$P = V \times I \times \text{Cos } \phi \quad (1)$$

$$I = \frac{P}{V \times \text{Cos } \phi} \quad (2)$$

3.1.1. Pelanggan No meter 32123124797

Beban 0 Watt

$$I_B = \frac{P}{V \times \text{Cos } \phi} \quad (3)$$

$$I_B = \frac{0}{217 \times 1}$$

$$I_B = 0A$$

Pada kondisi normal

$$I_{CT-1} = I_{CT-2} = I_B$$

Maka didapatkan $I_{CT-1} = 0 A$ maka $I_{CT-2} = 0A$.

Dengan cara yang sama didapatkan hasil pada tabel 7

Tabel 7. Hasil perhitungan I_{kWh}

Beban (W)	I Netral (A)	Tegangan (V)	I _B (A)	I kWh (A)	Cos Phi
0	0,75	218	0	0	1
17	0,86	218	0,117	0,12	0,68
51	0,07	218	0,348	0,348	0,68

Pada tabel 7 terlihat bahwa nilai arus yang terbaca pada kWh meter pada beban 0 watt arus beban sebesar 0 A, dan arus kWh sebesar 0 A pada beban 17 watt arus beban sebesar 0,122A dan arus kWh sebesar 0,12 A terjadi perbedaan yang sangat kecil yaitu 0,005 A hal ini karena ketelitian alat ukur dalam kWh dalam menentukan pembulatan. Pada beban 51 watt arus beban sebesar 0,348 A dan arus kWh sebesar 0,35 A terjadi perbedaan yang

sangat kecil hal ini karena ketelitian alat ukur dalam kWh dalam menentukan pembulatan. Dari 3 variasi yang di lakukan terlihat bahwa arus beban dengan arus kWh memiliki nilai yang sama. Hal ini dikarenakan sistem kerja kWh meter digital prabayar menggunakan 2 sensor pada bagian fasa (CT1) dan netral (CT2), dimana pada kondisi normal tidak adanya arus netral yang masuk kedalam kWh meter, arus netral hanya melewati kawat pentanahan sehingga tidak terjadi perbedaan antara pengukuran CT1 dan CT 2.

3.1.2. Pelanggan No meter 86003032546

$$I_B = \frac{P}{V \times \text{Cos } \phi} \quad (4)$$

$$I_B = \frac{0}{217 \times 1}$$

$$I_B = 0A$$

Pada kondisi normal

$$I_{CT-1} = I_{CT-2} = I_B$$

Maka didapatkan $I_{CT-1} = 0 A$ maka $I_{CT-2} = 0A$.

Dengan cara yang sama didapatkan hasil pada tabel 8

Tabel 8. Hasil perhitungan I_{kWh}

Beban (W)	I Netral (A)	Tegangan (V)	I _B (A)	I kWh (A)	Cos Phi
0	0,26	218	0	0	1
14	0,26	218,8	0,064	0,076	1
42	0,24	219,4	0,195	0,194	0,98

Pada tabel 8 terlihat bahwa nilai arus yang terbaca pada kWh meter pada beban 0 watt arus beban sebesar 0 A, dan arus kWh sebesar 0 A pada beban 14 watt arus beban sebesar 0,064 A dan arus kWh sebesar 0,076 A terjadi perbedaan yang sangat kecil hal ini karena ketelitian alat ukur dalam kWh dalam menentukan pembulatan. Pada beban 42 watt arus beban sebesar 0,195 A dan arus kWh sebesar 0,194 A terjadi perbedaan yang sangat kecil hal ini karena ketelitian alat ukur dalam kWh dalam menentukan pembulatan. Dari 3 variasi yang di lakukan terlihat bahwa arus beban dengan arus kWh memiliki nilai yang sama. Hal ini dikarenakan sistem kerja kWh meter digital prabayar menggunakan 2 sensor pada bagian fasa (CT1) dan netral (CT2), dimana pada kondisi normal tidak adanya arus netral yang masuk kedalam kWh meter, arus netral hanya melewati kawat pentanahan sehingga tidak terjadi perbedaan antara pengukuran CT1 dan CT 2.

3.1.3. Pelanggan No meter 14260248886

$$I_B = \frac{P}{V \times \text{Cos } \phi} \quad (5)$$

$$I_B = \frac{0}{217 \times 1}$$

$$I_B = 0A$$

Pada kondisi normal

$$I_{CT-1} = I_{CT-2} = I_B$$

Maka didapatkan $I_{CT-1} = 0 A$ maka $I_{CT-2} = 0A$.

Dengan cara yang sama didapatkan hasil pada tabel 9

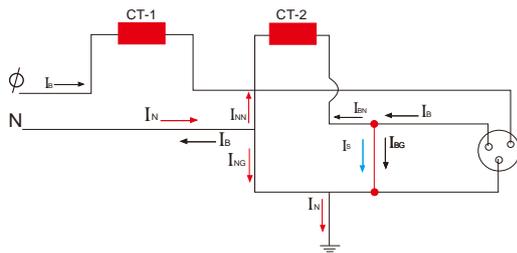
Tabel 9. Hasil perhitungan I_{kWh}

Beban (W)	I Netral (A)	Tegangan (V)	I _B (A)	I kWh (A)	Cos Phi
0	0,09	219,7	9,84	0	1
9	0,09	219,9	9,84	0,043	0,970
36	0,14	220,1	9,84	0,181	0,918

Pada tabel 9 terlihat bahwa nilai arus yang terbaca pada kWh meter pada beban 0 watt arus beban sebesar 0 A, dan arus kWh sebesar 0 A. Pada beban 9 watt arus beban sebesar 0,042A dan arus kWh sebesar 0,043 A terjadi perbedaan yang sangat kecil yaitu 0,001 A, hal ini karena ketelitian alat ukur dalam kWh dalam menentukan pembulatan. Pada beban 36 watt arus beban sebesar 0,178 A dan arus kWh sebesar 0,181 A terjadi perbedaan yang sangat kecil yaitu 0,003 A hal ini karena ketelitian alat ukur dalam kWh dalam menentukan pembulatan. Dari 3 variasi yang di lakukan terlihat bahwa arus beban dengan arus kWh memiliki nilai yang sama. Hal ini dikarenakan sistem kerja kWh meter digital prabayar menggunakan 2 sensor pada bagian fasa (CT1) dan netral (CT2), dimana pada kondisi normal tidak adanya arus netral yang masuk kedalam kWh meter, arus netral hanya melewati kawat pentanahan sehingga tidak terjadi perbedaan antara pengukuran CT1 dan CT 2.

3.2. Perhitungan Nilai Arus kWh dalam kondisi tampering

Pada saat keadaan tampering akibat kesalahan pengawatan instalasi listrik menyebabkan adanya arus netral akibat ketidakseimbangan beban [8][9] mengalir dalam instalasi listrik dan terbaca oleh kWh meter.



Gambar 3. siklus arah arus pada kondisi tampering

3.2.1. Pelanggan No meter 32123124797

Pada kondisi tempering maka akan terjadi perbedaan pembacaan nilai arus pada sensor arus CT-1 dan CT-2. Kemudian dalam kondisi tanpa beban menjadi nilai patokan untuk menentukan pembagian arus yang melewati kawat netral dan kawat grounding dikarenakan tidak bisa mengukur perbandingan resistansinya disebabkan dalam peraturan dari PLN tidak boleh membongkar kWh meter jika dibuka segelnya akan di kenakan denda dari PLN.

$$\% I_{NN} = \frac{INN}{IN} \times 100\% \quad (6)$$

$$\% I_{NN} = \frac{0,28}{0,71} \times 100\%$$

$$\% I_{NN} = 39,4\%$$

Maka untuk I_{NG} perbandingannya adalah 59,6 %

- Arus pada sensor CT-1

$$I_B = \frac{P}{V \times \cos \phi} \quad (7)$$

$$I_B = \frac{0}{217 \times 1}$$

$$I_B = 0 \text{ A}$$

$$I_{CT-1} = I_B = 0 \text{ A}$$

- Arus pada sensor CT-2

Mencari nilai I_{NN}

$$I_{NN} = 39,4\% \times I_N$$

$$= 39,4\% \times 0,26$$

$$I_{NN} = 0,28 \text{ A}$$

Kemudian menghitung nilai arus I_{BG}

$$I_S = I_{NN} + I_{BG} \quad (8)$$

$$0,28 = 0,28 + I_{BG}$$

$$I_{BG} = 0 \text{ A}$$

Kemudian menghitung nilai arus I_{BN}

$$I_B = I_{BN} + I_{BG} \quad (9)$$

$$0 = 0 + I_{BN}$$

$$I_{BN} = 0 \text{ A}$$

Maka didapatkan nilai arus yang melalui sensor arus CT-2

$$I_{CT-2} = I_{NN} - I_{BN} \quad (10)$$

$$I_{CT-2} = 0,28 - 0$$

$$I_{CT-2} = 0,28 \text{ A}$$

Dengan cara yang sama didapatkan hasil pada tabel 10

Tabel 10. Data Pengukuran kWh Meter No Meter 45454654231 kondisi tampering

Beban (W)	I _N (A)	I _B (A)	I _{CT-1} (A)	I _{CT-2} (A)	I kWh (A)	
					Ukur	Hitung
0	0,71	0	0	0,29	0,28	0,29
17	0,68	0,117	0,117	0,203	0,21	0,203
51	0,71	0,205	0,348	0,032	0,35	0,348

Terlihat pada tabel 10 terjadi perbedaan antara nilai arus yang melewati sensor arus CT-1 dan sensor arus CT-2. Pada variasi beban 0 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0 A dan sarus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,29 A. sehingga pada variasi beban 0 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,29 A. namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka. Pada beban 17 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0,117 A dan sarus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,203 A. sehingga pada variasi beban 17 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,203 A. namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka. Pada beban 51 watt arus pada

sensor CT-1 sebesar 0,348 A dan sarus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,032 A. Sehingga pada variasi beban 17 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,348 A. Namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka.

3.2.2. Pelanggan No meter 86003032546

Pada kondisi *tempering* maka akan terjadi perbedaan pembacaan nilai arus pada sensor arus CT-1 dan CT-2. Kemudian dalam kondisi tanpa beban menjadi nilai patokan untuk menentukan pembagian arus yang melewati kawat netral dan kawat grounding dikarenakan tidak bisa mengukur perbandingan resistansinya disebabkan dalam peraturan dari PLN tidak boleh membongkar kWh meter jika dibuka segelnya akan di kenakan denda dari PLN.

$$\begin{aligned} \% I_{NN} &= \frac{INN}{IN} \times 100\% \\ \% I_{NN} &= \frac{0,06}{0,26} \times 100\% \\ \% I_{NN} &= 23\% \end{aligned} \tag{11}$$

Maka untuk I_{NG} perbandingannya adalah 77 %

- Arus pada sensor CT-1

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{P}{V \times \cos \phi} \\ I_B &= \frac{0}{218,8 \times 1} \\ I_B &= 0 A \\ I_{CT-1} &= I_B = 0A \end{aligned} \tag{12}$$

- Arus pada sensor CT-2
Mencari nilai I_{NN}

$$\begin{aligned} I_{NN} &= 23\% \times I_N \\ &= 23\% \times 0,68 \\ I_{NN} &= 0,06 A \end{aligned}$$

Kemudian menghitung nilai arus I_{BG}

$$\begin{aligned} I_S &= I_{NN} + I_{BG} \\ 0,06 &= 0,06 + I_{BG} \\ I_{BG} &= 0 A \end{aligned} \tag{13}$$

Kemudian menghitung nilai arus I_{BN}

$$\begin{aligned} I_B &= I_{BN} + I_{BG} \\ 0 &= 0 + I_{BN} \\ I_{BN} &= 0 A \end{aligned} \tag{14}$$

Maka didapatkan nilai arus yang melalui sensor arus CT-2

$$\begin{aligned} I_{CT-2} &= I_{NN} - I_{BN} \\ I_{CT-2} &= 0,06 - 0 \\ I_{CT-2} &= 0 A \end{aligned} \tag{15}$$

Dengan cara yang sama didapatkan hasil pada tabel 11

Tabel 11. Data Pengukuran kWh Meter No Meter 86003032546 kondisi tempering

Beban (W)	I_N (A)	I_B (A)	I_{CT-1} (A)	I_{CT-2} (A)	I kWh (A)	
					Ukur	Hitung
0	0,26	0	0	0,06	0,06	0,06
14	0,31	0,064	0,064	0,011	0,076	0,064
42	0,24	0,195	0,195	0,135	0,194	0,195

Terlihat pada tabel 11 terjadi perbedaan antara nilai arus yang melewati sensor arus CT-1 dan sensor arus CT-2. Pada variasi beban 0 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0 A dan sarus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,06 A. sehingga pada variasi beban 0 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,06 A. Pada beban 14 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0,064A dan arus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,011A. sehingga pada variasi beban 17 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,064 A. namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka. Pada beban 42 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0,195 A dan sarus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,135 A. Sehingga pada variasi beban 42 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,195 A. Namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka.

3.2.3. Pelanggan No meter 14260248886

Pada kondisi *tempering* maka akan terjadi perbedaan pembacaan nilai arus pada sensor arus CT-1 dan CT-2. Kemudian dalam kondisi tanpa beban menjadi nilai patokan untuk menentukan pembagian arus yang melewati kawat netral dan kawat grounding dikarenakan tidak bisa mengukur perbandingan resistansinya disebabkan dalam peraturan dari PLN tidak boleh membongkar kWh meter jika dibuka segelnya akan di kenakan denda dari PLN.

$$\begin{aligned} \% I_{NN} &= \frac{INN}{IN} \times 100\% \\ \% I_{NN} &= \frac{0,02}{0,09} \times 100\% \\ \% I_{NN} &= 22,2\% \end{aligned} \tag{16}$$

Maka untuk I_{NG} perbandingannya adalah 77,8 %

- Arus pada sensor CT-1

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{P}{V \times \cos \phi} \\ I_B &= \frac{0}{219,7 \times 1} \\ I_B &= 0 A \\ I_{CT-1} &= I_B = 0A \end{aligned} \tag{17}$$

- Arus pada sensor CT-2
Mencari nilai I_{NN}

$$\begin{aligned} I_{NN} &= \frac{INN}{IN} \% \times I_N \\ &= 22,2\% \times 0,68 \\ I_{NN} &= 0,02 A \end{aligned} \tag{18}$$

Kemudian menghitung nilai arus I_{BG}

$$I_S = I_{NN} + I_{BG} \tag{19}$$

$$0,02 = 0,02 + I_{BG}$$

$$I_{BG} = 0 \text{ A}$$

Kemudian menghitung nilai arus I_{BN}

$$I_B = I_{BN} + I_{BG} \quad (20)$$

$$0 = 0 + I_{BN}$$

$$I_{BN} = 0 \text{ A}$$

Maka didapatkan nilai arus yang melalui sensor arus CT-2

$$I_{CT-2} = I_{NN} - I_{BN} \quad (21)$$

$$I_{CT-2} = 0,02 - 0$$

$$I_{CT-2} = 0,02 \text{ A}$$

Dengan cara yang sama didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 12. Data Pengukuran kWh Meter No Meter 455454654231 kondisi tampering

Beban (W)	I_N (A)	I_B (A)	I_{CT-1} (A)	I_{CT-2} (A)	I kWh (A)	
					Ukur	Hitung
0	0,09	0	0	0,02	0,014	0,02
9	0,09	0,043	0,043	0,013	0,043	0,043
36	0,11	0,172	0,172	0,141	0,171	0,172

Terlihat pada tabel 12 terjadi perbedaan antara nilai arus yang melewati sensor arus CT-1 dan sensor arus CT-2. Pada variasi beban 0 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0 A dan arus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,02 A. sehingga pada variasi beban 0 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,02 A. namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka. Pada variasi beban 9 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0,043 A dan arus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,013 A. sehingga pada variasi beban 9 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,043 A. namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka. Pada variasi beban 36 watt arus pada sensor CT-1 sebesar 0,172 A dan arus pada sensor arus CT-2 sebesar 0,141 A. Sehingga pada variasi beban 36 watt kWh meter akan mengukur arus sebesar 0,172 A. Namun terjadi perbedaan yang kecil antara pengukuran dengan perhitungan pada arus kWh meter hal ini terjadi karena ketelitian kWh meter pada pengukuran dan pembulatan angka.

3.3. Perbandingan Pemakaian Dalam kondisi Normal dan Tampering

Dalam pemakaian energi kWh meter, kondisi merugikan adalah ketika pemakaian daya yang sesungguhnya tidak sama dengan apa yang terukur oleh kWh meter. Maka dalam kondisi *tampering* akan dilihat dari sisi pengukuran daya oleh kWh meter.

3.3.1. Perhitungan Daya Pelanggan No meter 32123124797

Pengukuran daya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$P = V \times I \times \cos \phi \quad (22)$$

$$P = 216 \times 0,29 \times 0,92$$

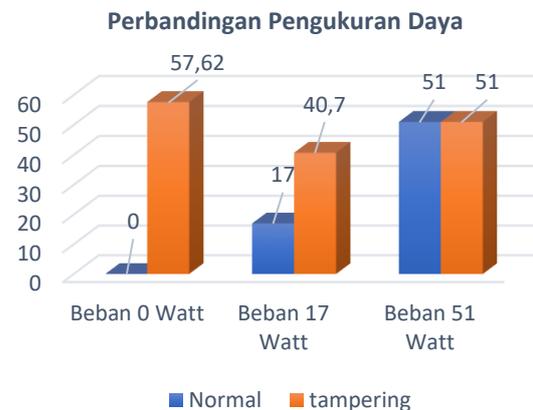
$$P = 42 \text{ W}$$

Pada kondisi *tampering* dengan beban 0 watt kWh meter mengukur daya sebesar 57,62 W. Dengan cara yang sama didapat nilai pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Perbandingan kondisi Normal dengan Tampering

Variasi Beban	$P_{kWh \text{ meter}}$ (Watt)	
	Normal	Tampering
Beban 0 W	0	57,62
Beban 17 W	17	44,64
Beban 51 W	51	51

Dari tabel 13. Terlihat terjadi perbedaan pengukuran dalam kondisi normal dengan kondisi *tampering* dimana kondisi *tampering* mempengaruhi nilai pengukuran daya pada kWh meter.



Gambar 4. Grafik perbandingan kondisi normal dengan tampering

Pada gambar 4 terlihat bahwa terjadi perbedaan antara kondisi normal dengan kondisi *tampering*. Dimana pada variasi pertama (beban 0 watt) dalam kondisi normal kWh meter mengukur daya sebesar 0 watt, sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 57,62 watt terjadi kerugian sebesar 57,62 watt. Pada variasi kedua (beban 17 watt) dalam kondisi normal kWh meter mengukur daya sebesar 17 watt, sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 40,7 watt terjadi kerugian sebesar 23,7 watt. Pada variasi ketiga (beban 51 watt) tidak terjadi perbedaan, ketika kondisi normal kWh meter mengukur beban 51 watt, sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 51 watt, sehingga pada variasi ketiga tidak terjadi kerugian.

3.3.2. Perhitungan Daya Pelanggan No meter 86003032546

Pengukuran daya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi \quad (23)$$

$$P = 217 \times 0,06 \times 1$$

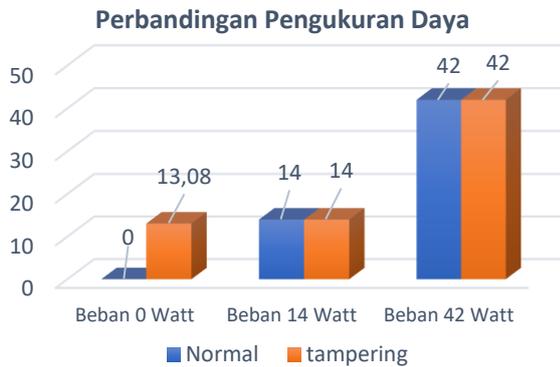
$$P = 12 \text{ W}$$

Pada kondisi *tampering* dengan beban 0 watt kWh meter mengukur daya sebesar 12 W. Dengan cara yang sama didapat nilai pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil Perbandingan kondisi Normal dengan *Tampering*

Variasi Beban	P _{kWh meter} (Watt)	
	Normal	<i>Tampering</i>
Beban 0 W	0	12
Beban 14W	14	14
Beban 42 W	42,8	42,8

Dari tabel 14. Terlihat terjadi perbedaan pengukuran dalam kondisi normal dengan kondisi *tampering* dimana kondisi *tampering* mempengaruhi nilai pengukuran daya pada kWh meter.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kondisi Normal dengan *Tampering*

Pada gambar 5. terlihat bahwa terjadi perbedaan antara kondisi normal dengan kondisi *tampering*. Dimana pada variasi pertama (beban 0 watt) dalam kondisi normal kWh meter mengukur daya sebesar 0 watt , sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 13,08 watt terjadi kerugian sebesar 13,08 watt. Pada variasi ketiga (beban 14watt) tidak terjadi perbedaan, ketika kondisi normal kWh meter mengukur beban 14 watt , sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 14 watt, sehingga pada variasi ketiga tidak terjadi kerugian. Pada variasi ketiga (beban 42 watt) tidak terjadi perbedaan, ketika kondisi normal kWh meter mengukur beban 42 watt , sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 42 watt, sehingga pada variasi ketiga tidak terjadi kerugian.

3.3.3. Perhitungan Daya Pelanggan No meter 14260248886

Pengukuran daya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi \quad (22)$$

$$P = 219,7 \times 0,014 \times 0,441$$

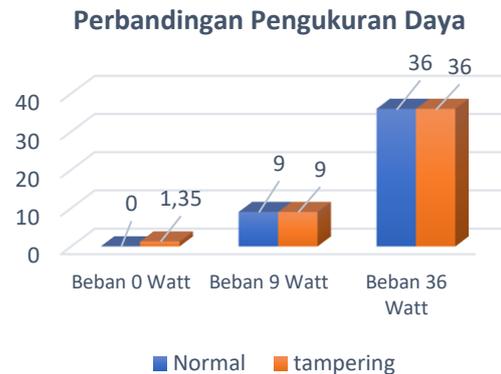
$$P = 1,35 \text{ W}$$

Pada kondisi *tampering* dengan beban 0 watt kWh meter mengukur daya sebesar 1,35 W. Dengan cara yang sama didapat nilai pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Perbandingan kondisi Normal dengan *Tampering*

Variasi Beban	P _{kWh meter} (Watt)	
	Normal	<i>Tampering</i>
Beban 0 W	0	1,35
Beban 9 W	9	9
Beban 36 W	36	36

Dari tabel 15 Terlihat terjadi perbedaan pengukuran dalam kondisi normal dengan kondisi *tampering* dimana kondisi *tampering* mempengaruhi nilai pengukuran daya pada kWh meter.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kondisi Normal dengan *Tampering*

Pada gambar 6. terlihat bahwa terjadi perbedaan antara kondisi normal dengan kondisi *tampering*. Dimana pada variasi pertama (beban 0 watt) dalam kondisi normal kWh meter mengukur daya sebesar 0 watt , sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 1,35 watt terjadi kerugian sebesar 1,35 watt. Pada variasi ketiga (beban 9 watt) tidak terjadi perbedaan, ketika kondisi normal kWh meter mengukur beban 9 watt , sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 9 watt, sehingga pada variasi kedua tidak terjadi kerugian. Pada variasi ketiga (beban 36 watt) tidak terjadi perbedaan, ketika kondisi normal kWh meter mengukur beban 36 watt , sedangkan pada kondisi *tampering* kWh meter mengukur daya sebesar 36 watt, sehingga pada variasi ketiga tidak terjadi kerugian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan Pada saat kondisi *tampering* terjadi perbedaan antara nilai arus yang mengalir pada sensor CT-1 dengan sensor CT-2, dikarenakan pada sensor arus CT-2 selain mengalir arus beban, mengalir juga arus netral yang berlawanan arah dengan arus beban. Pengukuran akan diambil nilai yang lebih besar antara arus pada sensor CT-1 dan sensor CT-2. Sebab itu terjadi kerugian dalam pengukuran daya pada kWh meter, yaitu pada pelanggan no meter 32123124797 pada beban 0 watt terjadi kerugian pengukuran daya sebesar 57,62 watt, pada beban 17 watt terjadi kerugian pengukuran daya sebesar 23,7 watt, dan pada beban 51 watt tidak terjadi kerugian. Pada pelanggan no meter 86003032546 pada beban 0 watt terjadi kerugian pengukuran daya sebesar 13,08 watt, pada beban 14 watt dan beban 42 watt tidak terjadi kerugian pengukuran daya. Pada pelanggan no meter 14260248886 pada beban 0 watt terjadi kerugian pengukuran daya sebesar 1,35 watt, pada beban 9 watt dan beban 36 watt tidak terjadi kerugian pengukuran daya.

Referensi

- [1]. Badan Standarisasi Nasional. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011). Jakarta: Yayasan PUIL. 2013.
- [2]. *Keputusan Direktur Jendral Perdagangan Dalam Negeri Tentang Syarat Teknis Meter kWh*. Kediri Nomor 24 tahun 2010
- [3]. Manual Book kWh Meter Prabayar Hexing Glomet Smart Meter Melcoinda, 2015. Pelayanan Teknik PT. PLN Rayon Semarang Tengah, Semarang.
- [4]. SPLN D3.009-1 : 2010. *Meter statik energi aktif fase tunggal prabayar dengan Sistem Standard Transfer Specification (STS)*. Jakarta.
- [5]. Widiyanto, Wahyu, "Studi Pemakaian kWh Meter Prabayar". *Tugas Akhir, UNISSULA*. Semarang.
- [6]. Tim ILR, "Pengawatan Meter Prabayar dan Munculnya Tulisan "PERIKSA" " [online] tersedia www.instalasilistrikumah.com (diakses pada Oktober 2017)
- [7]. *Kyoritsu. Instruction Manual Analog Earth Resistance Tester Model 4102 A*. Jepang
- [8]. Taufik, Muhammad, "Analisis Pengaruh Harmonisa terhadap Pengukuran kWh Meter Tiga Fasa" Universitas Indonesia. Jakarta. 2014
- [9]. Sakti Wibasana, Boromeus, " Analisis Perbandingan Pembacaan kWh Meter Analog dengan kWh Meter Digital Pada Ketidakseimbangan Beban" Universitas Indonesia. Jakarta. 2008.