

# ANALISIS RUGI-RUGI PADA PENGUKURAN ENERGI LISTRIK DI INDUSTRI 164 KV

Dita Rochmawati<sup>1\*</sup>, Divya Aisha<sup>2</sup>, Erlina Fitri Aji<sup>3</sup>, Januari Adi Prasetya<sup>4</sup>, Sujito<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Negeri Malang; Jl. Semarang 5 Malang 65145 Jawa Timur; Telepon (0341) 551-312

## Riwayat artikel:

Received: 22 November 2022

Accepted: 29 Desember 2023

Published: 1 Januari 2024

## Keywords:

kWh meter, ampere pliers, measurements, power losses, costs, 164kV

## Correspondent Email:

sujito.ft@um.ac.id

**Abstrak.** Rugi-rugi energi listrik merupakan sejumlah energi yang hilang dalam proses pendistribusian energi listrik yang dapat terjadi akibat kendala teknis maupun non teknis. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut, perlu dilakukannya pemeriksaan APP (Alat Pembatas dan Pengukur) untuk memeriksa apakah APP masih sesuai dengan standar PT PLN (Persero) atau tidak. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode pengukuran dengan menggunakan kWh meter dan tang ampere. Industri 164kV sebagai salah satu pelanggan listrik, mengalami rugi-rugi energi listrik pada kWh meter sebesar 28,79% dimana hal ini akan merugikan pihak PLN. Berdasarkan hasil perhitungan, besar biaya yang harus dibayarkan oleh industri 164kV adalah sebesar Rp 44.615.442,294. Sebagai upaya mengatasi rugi-rugi energi listrik pada kWh meter tersebut, dilakukan penggantian kWh meter pada industri 164kV dengan kWh meter yang sesuai dengan standar PT PLN (Persero)..

**Abstract.** Electrical energy losses are the amount of energy lost in the process of distributing electrical energy which can occur due to technical and non-technical obstacles. To prevent this from happening, it is necessary to inspect the APP (Limiting and Measuring Device) to check whether the APP still complies with PT PLN (Persero) standards or not. The research method used is a measurement method using a kWh meter and ampere pliers. The 164kV industry, as one of the electricity customers, experienced electrical energy losses on kWh meters of 28.79%, which would be detrimental to PLN. Based on the calculation results, the costs that must be paid by the 164kV industry are IDR 44,615,442,294. In an effort to overcome electrical energy losses in kWh meters, kWh meters in 164kV industries have been replaced with kWh meters that comply with PT PLN (Persero) standards.

## 1. PENDAHULUAN

Saluran distribusi dapat diartikan saluran yang paling dekat dengan pelanggan dan jaringan yang menyalurkan energi listrik dari jaringan transmisi menuju ke pelanggan[1]. Dalam pendistribusian energi listrik tentunya diperlukan kualitas dan tingkat keandalan yang baik. Hal ini dimaksudkan sebagai salah satu usaha untuk menjaga keandalan dan kontinuitas pelayanan pelanggan[2]. Namun masih terdapat beberapa permasalahan sistem baik dalam segi teknis maupun non teknis. Adanya permasalahan ini berpotensi merugikan

pelanggan maupun pihak PT PLN (Persero). Salah satunya adanya rugi-rugi energi listrik pada kWh meter.

Rugi-rugi energi listrik merupakan jumlah energi yang hilang dalam proses penyaluran energi listrik ke pelanggan[3]. Untuk mencegah adanya rugi-rugi energi listrik dilakukan pemeriksaan secara kontinyu sebagai monitoring kondisi APP (Alat Pembatas dan Pengukur) untuk memeriksa apakah APP tersebut masih sesuai standar atau tidak sesuai standar PT PLN (Persero). Pemeriksaan yang

dilakukan dengan memeriksa besar tingkat rugi-rugi energi listrik pada industri tersebut.

Pemeriksaan kWh meter dilakukan dengan mengukur energi listrik yang dipakai oleh pelanggan menggunakan tang ampere[4]. Namun yang menjadi permasalahan adalah besar energi listrik yang dibaca oleh kWh meter mengalami perbedaan dengan besar energi listrik yang diukur langsung menggunakan tang ampere. Hal ini menyebabkan adanya rugi-rugi energi listrik pelanggan. Semakin besar perbedaan pengukuran antara kWh meter dan tang ampere, maka semakin besar pula rugi-rugi energi listriknya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membahas mengenai rugi-rugi energi listrik yang terjadi pada industri 164kV.[5]

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengukuran Energi Listrik

Listrik merupakan salah satu energi yang dapat diubah menjadi energi lain yang menghasilkan panas seperti cahaya, kimia, dan gerak atau mekanik [6]. Energi listrik menjadi salah satu faktor yang penting untuk menopang kesejahteraan manusia karena listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dan sumber energi yang penting bagi manusia [6]. Diketahui bahwa seiring meningkatnya kebutuhan manusia, maka kebutuhan energi listrik juga akan semakin meningkat.

Pengukuran konsumsi energi listrik yang dipakai oleh pelanggan dapat diukur dengan menggunakan kWh meter dan tang ampere. Dengan menggunakan kedua alat ukur tersebut, pelanggan dan pihak penyedia listrik (PLN) dapat mengetahui besar energi listrik yang digunakan dalam sehari-hari.

### 2.2 kWh Meter

kWh meter merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur energi listrik pelanggan[7]. kWh meter memiliki bentuk dan tata letak yang disesuaikan dengan konstruksi fungsi pengukuran, rasio arus dasar terhadap arus maksimum, dan versi firmware yang memiliki fungsi sesuai peruntukannya. Termasuk tegangan pengenalan dan tegangan operasi di dalamnya yang merupakan kategori tipe komponen utama. Namun, apabila terdapat penambahan atau perubahan pada kWh meter pelanggan secara ilegal dapat mengakibatkan abnormalnya kondisi kWh meter tersebut[8].

kWh meter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur besarnya pemakaian energi listrik yang dipakai oleh pelanggan dengan penggabungan antara daya dan besaran-besaran listrik lainnya terhadap waktu yang digunakan[8]. kWh meter akan mengukur nilai daya, tegangan, arus, dan faktor daya yang telah digunakan oleh pelanggan secara otomatis. kWh meter tidak hanya mengukur jumlah energi yang mengalir pada daya yang dikonsumsi, tetapi juga pada pembebanan yang berubah-ubah[5]. kWh meter dilengkapi dengan satu buah piringan alumunium didalamnya dan alat hitung yang disebut sebagai penghitung mekanis. Piringan alumunium ini yang terkadang mengalami permasalahan sehingga menyebabkan tidak stabilnya pengukuran energi listrik yang dilakukan oleh kWh meter.

### 2.3 Tang Ampere

Tang ampere (Clamp meter) merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya, dan faktor daya pada sebuah kabel konduktor yang dialiri oleh arus listrik. Pengukuran arus listrik dapat dilakukan dengan memasukkan salah satu kabel konduktor yang terhubung pada kWh meter ke dalam mulut tang ampere. Hasil pengukuran akan tertera pada display tang ampere. Dengan melakukan pengukuran menggunakan tang ampere, kabel yang akan diukur tidak perlu dipotong terlebih dahulu sehingga tidak perlu mematikan listrik pada objek yang diukur[9].

Tang ampere dapat mengukur arus dalam jumlah yang besar. Tang ampere digunakan apabila arus yang mengalir pada pelanggan tegangan menengah yang memerlukan transformator arus (CT) dan tidak dapat diukur menggunakan kWh meter untuk membaca besar nilai arus, daya, tegangan, dan faktor dayanya. Pengukuran daya pada kWh meter dengan menggunakan tang ampere digunakan untuk mendapatkan daya per fasa yang akan dihitung melalui rumus perhitungan yang sudah tersedia [10].

### 2.4 Golongan Tarif Pelanggan Tiga Fasa

Berdasarkan Permen ESDM No.28 Tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) sebagai berikut[11]:

Tabel 1. Golongan Tarif Pelanggan Tiga Fasa

Golongan Tarif	Daya Listrik	Tarif Listrik
R-3/TR	6.600 VA	Rp1.699,53/kWh
B-2/TR	6.600 VA – 200kVA	Rp1.444,70/kWh
B-3/TM	> 200 kVA	Rp1.114,74/kWh
S-2/TR	3.500 VA – 200 kVA	Rp900/kWh
S-3/TM	> 200 kVA	Rp925/kWh
I-1/TR	3.500 VA – 14 kVA	Rp1.112/kWh
I-2/TR	14 kVA – 200 kVA	Rp1.057/kWh
1-3/TM	> 200 kVA	Rp1.114,74/kWh
I-4/TT	> 30.000 kVA	Rp996,74/kWh
P-1/TR	6.600 VA – 200kVA	Rp1.699,53/kWh
P-2/TM	> 200 kVA	Rp1.522,88/kWh
P-3/TR (PJU)		Rp1.699,53/kWh
C/TM	> 200 kVA	Rp707/kWh
T/TM	> 200 kVA	Rp808/kWh
L/TR, TM, TT		Rp1.644,52/kWh

### 2.5 Daya Aktif

Daya aktif atau daya nyata merupakan daya yang dibutuhkan atau daya yang dipakai oleh pelanggan. Daya aktif diukur dalam satuan watt (W). Daya aktif terdiri dari tegangan, arus, dan faktor daya yang digunakan oleh pelanggan dan dapat diketahui dengan menggunakan alat ukur berupa kWh meter dan tang ampere. Daya aktif dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut[12] :

- Daya Aktif 1 Fasa:
 
$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (1)$$

- Daya Aktif 3 Fasa:
 
$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \quad (2)$$

### 2.6 Daya Yang Terukur Pada kWh meter

Daya yang terukur pada kWh meter merupakan daya total pemakaian pelanggan yang tertera pada display kWh meter. Perhitungan daya pada kWh meter dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut[13]:

- Pada Pelanggan Tegangan Rendah
 
$$P_1 = \frac{n \times 3600}{t \times c} \quad (3)$$

$$P_1 = \text{Daya pada display}$$

- Pada Pelanggan Tegangan Menengah
 
$$P_1 = \frac{n \times 3600}{t \times c} \times \text{Faktor kali} \quad (4)$$

$$P_1 = \text{Daya pada display} \times \text{Faktor Kali}$$

### 2.7 Daya Yang Diukur Menggunakan Tang Ampere

Daya yang diukur menggunakan tang ampere merupakan daya total pemakaian pelanggan yang diukur pada menggunakan tang ampere melalui kabel RST yang terhubung pada kWh meter. Perhitungan daya yang diukur melalui tang ampere dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut[13]:

$$P_2 = V \times I \times \cos \varphi \quad (5)$$

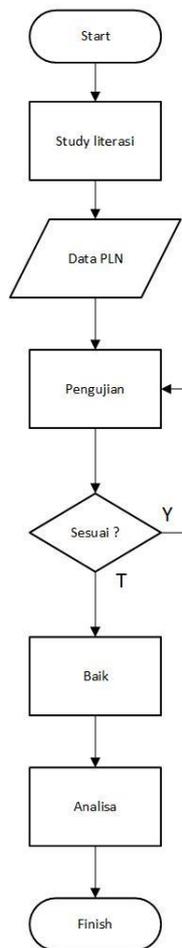
### 2.8 Rugi-Rugi Energi listrik

Rugi-rugi energi listrik merupakan sejumlah energi yang hilang dalam proses pendistribusian energi listrik yang dapat terjadi akibat kendala teknis maupun non teknis[3].Rugi-rugi energi listrik disini merupakan hasil selisih antara pengukuran energi yang diukur menggunakan kWh meter dan tang ampere. Perbedaan hasil pengukuran kedua alat ukur tersebut disebut dengan rugi-rugi energi listrik yang biasanya disebabkan oleh kesalahan penyambungan, kesalahan pengawatan, dan putaran piringan kWh meter yang tidak sesuai. Rugi-rugi energi listrik dapat dihitung melalui rumus sebagai berikut[13]:

$$\text{Error \%} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100\% \quad (6)$$

$$\text{Error \%} = \left( \frac{P_1}{P_2} - 1 \right) \times 100\% \quad (7)$$

### 3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Metode Penelitian

Pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode pengukuran. Metode pengukuran merupakan teknik pengambilan data berdasarkan pengukuran langsung. Alat yang digunakan pada penelitian ini ada dua yaitu dengan menggunakan kWh meter dan tang ampere. Tempat penelitian adalah pengambilan data yang dilakukan di Area PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota pada tanggal 25 Agustus 2023 pukul 08.00 WIB – 13.00 WIB. Data yang diambil meliputi data spesifikasi kWh meter, data pengukuran menggunakan kWh meter, data pengukuran menggunakan tang ampere, data segel, dan data pemakaian kWh meter.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengukuran Energi Listrik Menggunakan Tang Ampere

Pengukuran kWh meter menggunakan tang ampere dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pemakaian pelanggan yang digunakan meliputi tegangan, arus, faktor daya, daya, dan losses[4]. Adanya kWh meter disini dikarenakan adanya pemakaian energi listrik dari pelanggan. Pengukuran kWh meter dengan tang ampere harus dilakukan secara bersamaan untuk mencegah terjadinya rugi-rugi energi listrik yang besar. Adapun proses pengukuran kWh meter menggunakan tang ampere sebagai berikut:

- a. Melakukan pendataan kWh meter berupa merek & tahun meter, nomor meter, stand meter, konstanta, kelas, tegangan, dan arus.
- b. Melakukan pemeriksaan pada kondisi segel yang terpasang pada kWh meter.
- c. Melakukan pengukuran menggunakan tang ampere pada masing-masing fasa yaitu R, S, T. Apabila kesulitan dalam proses pengukuran karena kondisi kabel dalam panel box terlalu berhimpitan, dapat dilakukan pengukuran melalui kabel yang terhubung pada luar panel box dengan catatan:
  - 1) Garis satu pada kabel merupakan kabel fasa R.
  - 2) Garis dua pada kabel merupakan kabel fasa S.
  - 3) Garis tiga pada kabel merupakan kabel fasa T.
- d. Pengukuran menggunakan tang ampere harus dilakukan secara bersamaan dengan pemeriksaan tegangan, arus, dan faktor daya yang tertera pada display kWh meter agar data yang didapatkan lebih akurat dan menghindari terjadinya rugi-rugi energi listrik pada kWh meter.
- e. Pembacaan daya, arus, tegangan dan faktor daya pemakaian pelanggan pada tang ampere dilakukan pada setiap fasa. Karena masing-masing fasa tentunya memiliki pengukuran yang berbeda-beda.
- f. Pembacaan pemakaian total pelanggan dapat dibaca pada display kWh meter.
- g. Melakukan perhitungan P1, P2, dan selisih pengukuran (*error*) kWh meter.

#### 4.2 Data Teknis

##### 4.2.1 Data kWh Meter Pelanggan

Tabel 2. Data kWh meter pelanggan

Nama Perusahaan	PT Abadi
-----------------	----------

Daya	164.000 kVAR
No. Seri	5218028978
Merek	ITRON
Type	NIAS
Class	1.0
Tegangan	3x230/400 V
Arus	3(10) A
Konstanta	10000
Stand LWBP	4948,87
WBP	771,55
<b>Total</b>	<b>5720,43</b>

#### 4.2.2 Data Segel APP

Tabel 3. Data Segel APP

Segel Meter	2 buah
Segel Term	2 buah

#### 4.2.3 Data Pemakaian kWh meter Bulan Januari-Juli 2023

Tabel 4. Data Pemakaian kWh meter bulan Januari-Juli 2023

Bulan	kW	Jam Pemakaian	Jumlah Pemakaian kWh meter
Januari	0,22	12	3.168 kWh
Februari	0,43	12	6.192 kWh
Maret	0,65	12	9.360 kWh
April	0,74	12	10.656 kWh
Mei	0,87	12	12.528 kWh
Juni	1,01	12	14.544 kWh
Juli	1,23	12	17.712 kWh
<b>Total Pemakaian</b>			<b>74.160 kWh</b>

#### 4.2.4 Data yang Terukur pada kWh meter

Tabel 5. Data yang Terukur pada kWh meter

Fasa	Voltage (V)	Arus (A)	Cos phi	Daya (kW)
R	235,19	2,05	0,88	18
S	237,32	1,46	0,88	12,8
T	235,06	1,62	0,88	14,8

#### 4.2.5 Data Yang Diukur Menggunakan Tang Ampere

Tabel 6. Data yang diukur menggunakan tang ampere

Fasa	Voltage (V)	Arus (A)	Cos phi	Daya (kW)
R	230,2	157,9	0,80	29,4
S	232,6	129,3	0,73	22,0
T	229,8	114,1	0,67	17,7

#### 4.2.6 Daya Yang Terukur Pada kWh Meter

Daya kWh meter total pada display = 1,23 kWh

$P_1 = \text{Daya pada display} \times \text{Faktor kali}$

$$P_1 = 1,23 \times 40$$

$$P_1 = 49,2 \text{ kW}$$

Daya kWh meter melalui perhitungan :

$$P_1 = \frac{n \times 3600}{t \times c} \times \text{Faktor kali}$$

$$P_1 = \frac{10 \times 3.600}{02,91 \times 10.000} \times 40$$

$$P_1 = \frac{36.000}{29.100} \times 40$$

$$P_1 = 1,23 \times 40$$

$$P_1 = 49,2 \text{ kW}$$

#### 4.2.7 Daya Yang Diukur Menggunakan Tang Ampere

Tabel 7. Data yang diukur menggunakan Tang Ampere

Fasa	Voltage (V)	Arus (A)	Cos phi	Daya (kW)
R	230,2	157,9	0,80	29,4
S	232,6	129,3	0,73	22,0
T	229,8	114,1	0,67	17,7
<b>Total</b>				<b>69,1</b>

#### 2.4.8 Rugi-Rugi Energi Listrik

$$\text{Error} (\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100\%$$

$$\text{Error} (\%) = \frac{49,2 - 69,1}{69,1} \times 100\%$$

$$\text{Error} (\%) = \frac{-19,9}{69,1} \times 100\%$$

$$\text{Error} (\%) = -28,79\%$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dianalisa jika salah satu industri 164kV di area Sidoarjo Kota tercatat mengalami rugi-rugi energi listrik kWh meter sebesar -28,79% pada kisaran bulan Januari-Juli 2023 dengan pemakaian sebesar 74.160 kW. Dari peristiwa tersebut, kWh meter dapat dikatakan abnormal karena memiliki rugi-rugi energi listrik sebesar -28,79% mengingati standarisasi yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero), rugi-rugi energi listrik pada kWh meter dapat dikatakan normal dengan nilai toleransi sebesar  $\pm 10\%$ . Hal ini tentunya akan menyumbang *losses* dalam skala yang besar berdasarkan rugi-rugi energi listrik tersebut.

Besar nilai rugi-rugi energi listrik menyebabkan kerugian baik pada pihak penyuplai energi listrik (PLN) atau dari pelanggan. Dari kasus diatas, dengan besar nilai rugi-rugi energi listrik yang tidak sesuai dengan standar dari PT PLN (Persero), maka akan ada tindak lanjut oleh PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota berupa pengecekan lab kWh meter untuk memeriksa apakah kWh meter tersebut dalam kondisi baik atau tidak[14]. Adapun tindak lanjut dari PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota pada industri 164kV sebagai berikut:

- Karena terjadi rugi-rugi energi listrik pada kWh meter yang cukup tinggi dan tidak sesuai dengan standarisasi PT PLN (Persero), industri 164kV akan dibuatkan Berita Acara oleh tim Penertiban dan Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) Tiga Fasa sebagai pelaporan kondisi kWh meter yang dikatakan tidak normal.
- kWh meter pada industri 164kV akan dibawa oleh tim P2TL untuk pengecekan kondisi kWh meter di kantor PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota.
- kWh meter industri 164kV akan dipasangkan kWh meter sementara dari PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota, mengingat kebutuhan industri yang tidak bisa dihentikan begitu saja.
- Industri 164kV akan diundang di kantor PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota untuk pengecekan laboratorium kWh meter secara bersama-sama dengan tim P2TL dan pegawai PLN untuk memastikan kondisi kWh meter apakah terdapat tambahan komponen atau dalam keadaan normal.

- Setelah pengecekan lab kondisi kWh meter, industri 164kV akan diberikan total tagihan yang harus dibayar berdasarkan hasil pengecekan lab yang telah dilakukan tersebut.
- Setelah kedua belah pihak menyetujuinya, kWh meter akan diganti kWh meter yang sesuai dengan standar oleh pihak PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota.

Tabel 8. Hasil pengecekan kWh meter

Kondisi kWh Meter	Keterangan
Kondisi kWh meter	Normal
Segel	Normal
Komponen tambahan	Tidak ada

Setelah melakukan pengecekan lab kWh meter, dinyatakan bahwa kondisi kWh meter masih terbilang normal seperti pada tabel 8, karena tidak terdapat indikasi pelanggaran. Pada kasus ini, kondisi kWh meter yang memiliki rugi-rugi energi listrik sebesar -28,79% namun masih dikatakan normal masuk dalam jenis golongan kelainan II karena selisih pengukuran (*error*) yang terjadi ini bukan kesalahan dari pelanggan PT Abadi namun karena adanya kelainan pada kWh meter tersebut. Kelainan yang terjadi pada kWh meter milik industri 164kV dikarenakan kecepatan putar piringan aluminium kWh meter yang tidak sebanding dengan daya listrik yang dikonsumsi oleh industri 164kV[14].

Berdasarkan tabel 5 dan 6 dari data pengukuran antara kWh meter dengan tang ampere, menunjukkan perbedaan yang signifikan pada daya fasa R, fasa S, dan fasa T. Pada pengukuran menggunakan kWh meter, daya fasa R sebesar 18 kW, fasa S sebesar 12,8 kW, dan fasa T sebesar 14,8 kW. Sedangkan pada pengukuran menggunakan tang ampere, daya fasa R sebesar 29,4 kW, fasa S sebesar 22,0 kW, dan fasa T sebesar 17,7 kW. Data tersebut menunjukkan perbedaan yang cukup jauh sehingga menyumbang selisih pada fasa R sebesar 11,4 kW, fasa S sebesar 9,2 kW, dan fasa T sebesar 2,9 kW. Hal ini menunjukkan adanya kurang tagih pada fasa R, S, dan T berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan. Kurang tagih pada fasa R, S, T yang menyebabkan besarnya nilai rugi-rugi energi listrik pada industri 164kV.

Besar rugi-rugi energi listrik pada kWh meter menentukan jumlah tagihan yang akan dibayarkan. Perhitungan biaya yang akan dibayarkan berdasarkan rugi-rugi energi listrik pelanggan sebagai berikut:

a. Perhitungan pemakaian tercatat pada kWh meter

$$\text{Pemakaian tercatat} = 100\% - \text{Pemakaian yang hilang}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian tercatat} &= 100\% - 28,79\% \\ \text{Pemakaian tercatat} &= 71,21\% \end{aligned}$$

b. Total pemakaian

$$\frac{\text{Total Pemakaian kWh}}{\text{Total pemakaian}} = \frac{\text{Pemakaian tercatat}}{100\%}$$

$$\begin{aligned} \frac{74.160 \text{ kWh}}{\text{Total pemakaian}} &= \frac{71,21\%}{100\%} \\ 74.160 \text{ kWh} \times 10 &= 71,21 \times \text{Total pemakaian} \\ \frac{7.416.000 \text{ kWh}}{71,21} &= \text{Total pemakaian} \\ 104.142,67 \text{ kWh} &= \text{Total pemakaian} \end{aligned}$$

c. Total Pemakaian yang hilang

$$\begin{aligned} \text{Total pemakaian} - \text{Pemakaian tercatat} \\ &= \text{Pemakaian yang hilang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 104.142,67 \text{ kWh} - 74.160 \text{ kWh} \\ &= 29.982,67 \text{ kWh} \end{aligned}$$

d. Tagihan kotor yang dibayarkan oleh pelanggan

$$\text{Rp}_{\text{kotor}} = \text{Pemakaian yang hilang} \times \text{Tarif daya per kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Rp}_{\text{kotor}} &= 29.982,67 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.444,70 \\ \text{Rp}_{\text{kotor}} &= \text{Rp}43.315.963,394 \end{aligned}$$

e. Pajak Penerangan Jalan (PPJ)

$$\begin{aligned} \text{PPJ} &= 3\% \times \text{Tagihan kotor} \\ \text{PPJ} &= 3\% \times \text{Rp}43.315.963,394 \\ \text{PPJ} &= \text{Rp}1.299.478,900 \end{aligned}$$

f. Tagihan yang dibayarkan

$$\begin{aligned} \text{Rp} &= \text{Rp}_{\text{kotor}} + \text{PPJ} \\ \text{Rp} &= \text{Rp}43.315.963,394 + \text{Rp}1.299.478,900 \\ \text{Rp} &= \text{Rp}44.615.442,294 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tagihan yang sudah dihitung menggunakan rumus perhitungan tagihan, industri 164kV akan membayarkan tagihan pemakaian yang hilang mulai dari bulan Januari - Juli 2023 dengan besar rugi-rugi energi listrik -28,79% sebesar Rp44.615.442,294. Namun, industri 164kV akan diberikan opsi pembayaran secara diangsur selama ±8 sampai 12 bulan sesuai dengan kebijakan PLN untuk membayarkan tagihan tersebut. Setelah persetujuan tersebut disetujui oleh kedua belah pihak, kWh meter industri 164kV akan diganti dengan kWh meter yang baru dan sesuai dengan standar oleh pihak PLN [14].

## 5. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar pengukuran energi listrik menggunakan kWh meter dan tang ampere terhadap rugi-rugi energi listrik pada kWh meter milik industri 164kV di Area Sidoarjo Kota. Adapun kesimpulan dari artikel ini sebagai berikut:

1. Daya aktif yang dipakai oleh industri 164kV melalui pengukuran menggunakan kWh dan tang ampere mencapai 49,2 kW dan 69,1 kW.
2. Selisih pengukuran (*error*) pada kWh meter industri 164kV sebesar -28,79%.
3. Adanya selisih pengukuran (*error*) pada kWh meter dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik dari faktor internal dan faktor eksternal.
4. Total biaya yang harus dibayarkan oleh industri 164kV sebesar Rp44.615.442,294 pada pihak PLN.
5. Nilai selisih pengukuran (*error*) pada kWh meter berpengaruh terhadap kondisi kWh meter tersebut. Apabila nilai selisih pengukuran (*error*) <10%, kondisi kWh meter masih dianggap normal. Namun, apabila nilai selisih pengukuran (*error*) >10%, kondisi kWh meter dianggap abnormal dan perlu diganti.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT PLN (Persero) ULP Sidoarjo Kota dan seluruh pihak-pihak terkait yang telah memberi bantuan baik dalam pengembangan sistem maupun dalam penulisan penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] A. Syaputra dan E. Ervianto, "Perhitungan Rugi Daya Saluran Distribusi Primer 20 kV Feeder Adi Sucipto di GI Garuda Sakti Dengan Metode Ladder Iterative Technique," vol. 4, no. 1, 2017.
- [2] W. Ratno, Siswanto. W, Samosir. P, Nugroho. H, Aziz. A. B, Subagio. A, Sumanto. P, Hutapea. T, Gunaman, OMA, Prasetyono. H, Latera. A. M, SUMaryono, Pamuso. N, Riyanto, P. A. H, Sunaryo, Rijadi. S, Kurnia. T, Pitoyo. J, Prihadi, Suwena. N, Sinabela. E, Prasetyo. A, Darmayuda. K. B, Prasetyo. A. "STANDAR KONSTRUKSI SAMBUNGAN TENAGA LISTRIK PT PLN (PERSERO)". 2010.
- [3] C. Paripurna dan W. Adipradana, "Perhitungan Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Pandjajaran".
- [4] B. Susanto, M. Jumnahdi, dan W. Sunanda, "Menekan Susut Energi Melalui Analisis Kewajaran Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Pada Pln Up3 Bangka," 2019.
- [5] I. Ferdiansyah, E. Sunarno, P. A. Mahadi Putra, dan B. Q. Avrila, "Alat Pengukur Deviasi pada KWH Meter 3 Fasa berbasis PZEM 0047 dan Flame Sensor," *JIT J. Teknol. Terpadu*, vol. 9, no. 1, hlm. 99–107, Apr 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1128.
- [6] M. H. Naufal, "Analisis Pengaruh Jumlah Pelanggan, Pendapatan , Dan Harga Listrik Terhadap Konsumsi Listrik Rumah Tangga Indonesia Tahun 1990-2020".
- [7] S. Darma, "Studi Sistem Peneraan Kwh Meter," Vol. 4.
- [8] Spln D3.009-1:2016. "Meter Statik Energi Aktif Fase Tunggal Prabayar Dengan Sistem Standars Transfer Specification (Sts)". Pt Pln (Persero). 2016.
- [9] M. S. Yolansyah, "Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Elektrik".
- [10] R. Poeng Dan F. A. Rauf, "Analisis Pengaruh Putaran Spindle Terhadap Gaya Potong Pada Mesin Bubut," Vol. 2, 2015.
- [11] "Permen-ESDM-No.-28-Tahun-2016." PT PLN (PERSERO). 2016.
- [12] Y. Esye dan S. Lesmana, "Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan," no. 1, 2021.
- [13] A. N. Walidi, "Akurasi Pengukuran kWh Meter Analog Terhadap Losses Energi Listrik," *SUTET*, vol. 11, no. 2, hlm. 105–113, Des 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1577.
- [14] "PERDIR\_88\_2016\_P2TL. PT PLN (PERSERO)". 2016.