

## ANALISIS ERROR KWH METER TIGA FASE TERHADAP KESALAHAN PENGAWATAN PADA PENGUKURAN TIDAK LANGSUNG

Fajar Syahbakti Lukman<sup>1</sup>, Husni Mubarak<sup>2</sup>, Cholish<sup>3</sup>

Bagian Transaksi Energi<sup>1</sup>, PLN UP3 Lhokseumawe

SBI Digital Distribusi dan Retail<sup>2</sup>, PLN Kantor Pusat

Teknik Listrik<sup>3</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

fajar.syahbakti.lukman@gmail.com<sup>1</sup>, mubarak.husni@gmail.com<sup>2</sup>, olizzgreen@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan suatu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bergerak dibidang kelistrikan pelayan masyarakat seluruh pelosok Indonesia dengan visi menjadi perusahaan listrik terkemuka se-Asia Tenggara dan 1 pilihan pelanggan untuk solusi energi. Untuk menghitung penggunaan energi listrik dipasang sebuah alat bernama kWh meter. PLN wajib memastikan kWh meter terpasang dengan baik dan benar. Kesalahan dalam pengukuran akan mengakibatkan energi listrik yang terukur menjadi berbeda dengan energi listrik yang dikonsumsi. Penyebab terjadinya kesalahan pengukuran energi listrik adalah adanya kesalahan dalam pengawatan kWh meter. Penelitian ini menganalisis error kWh meter jika terjadi salah pengawatan. Kesalahan pengawatan urutan fase terbalik, salah satu fase polaritas arus terbalik dan tegangan dengan arus tidak sefase. Ketiga kesalahan pengawatan menggunakan alat uji Merk Calmet Type TB40 SN. 29819 CB 300B dan kWh meter merk EDMI type MK10E Class 0.5S. Metode pengujian  $I_{base}$  beban 100%, tegangan 230 volt, 5 Impuls, pengulangan 3 kali, faktor daya 1 dan frekuensi 50 hz Hasilnya pada urutan fase terbalik, error kWh meter 0,34% artinya pengukuran daya & energi listrik dalam kondisi normal. Salah satu fase polaritas CT terbalik, error kWh meter -33,12% artinya pengukuran daya & energi listrik dalam kondisi tidak normal. Tegangan dengan arus tidak sefase, error kWh meter -66,55% artinya pengukuran daya & energi listrik dalam kondisi tidak normal.

**Kata Kunci** : Tiga Fase, kWh Meter, Pengawatan, *Error*

### PENDAHULUAN

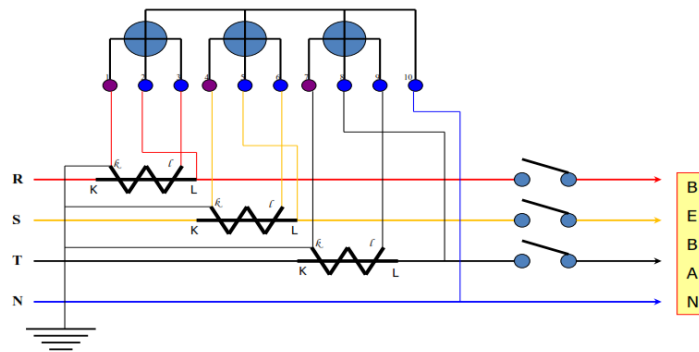
Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan suatu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) bergerak dibidang kelistrikan pelayan masyarakat seluruh pelosok Indonesia dengan visi menjadi perusahaan listrik terkemuka se-Asia Tenggara dan 1 pilihan pelanggan untuk solusi energi. PLN Unit Induk Wilayah (UIW) Aceh terdiri dari 6 Unit Pelayanan Pelanggan (UP3), Salah satunya UP3 Lhokseumawe beralamat di Jl. Merdeka Timur No.2 Kota Lhokseumawe merupakan salah satu bagian dari wilayah kerja PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Aceh. Area kerja PLN UP3 Lhokseumawe yaitu Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Bireuen Kab. Aceh Tengah dan Kabupaten Bener Meriah. *Key Performance Indicator* (KPI) merupakan indikator untuk mengukur kinerja suatu unit kerja. Salah satu indikatornya adalah peningkatan penjualan tenaga listrik. Upaya untuk meningkatkan penjualan tenaga listrik adalah dengan memaksimalkan pemasangan Alat Pengukur & Pembatas (APP) untuk pekerjaan Pasang Baru (PB) dan Perubahan Daya (PD). Sebagai operator pelayanan masyarakat di bidang kelistrikan, memastikan pelayanan secara maksimal (Lukman et al., 2022).

Untuk menghitung penggunaan energi listrik dipasang sebuah alat bernama kWh meter (Waldi, 2021). PLN wajib memastikan kWh meter terpasang dengan baik dan benar. Kesalahan dalam pengukuran akan mengakibatkan energi listrik yang terukur menjadi berbeda dengan energi listrik yang dikonsumsi. Terkhusus pelanggan dengan daya besar dikategorikan pelanggan tiga fase. Pelanggan tiga fase menggunakan kWh meter 3 fase (Lukman et al., 2020). Salah satu penyebab terjadinya kesalahan pengukuran energi listrik adalah adanya kesalahan dalam pengawatan kWh meter. Penelitian ini menganalisis error kWh meter untuk mengukur energi listrik jika terjadi kesalahan pengawatan. Fokus terhadap kWh meter 3 fase pengukuran tidak langsung.

## TINJAUAN PUSTAKA

### APP Pengukuran Tidak Langsung Tegangan Rendah

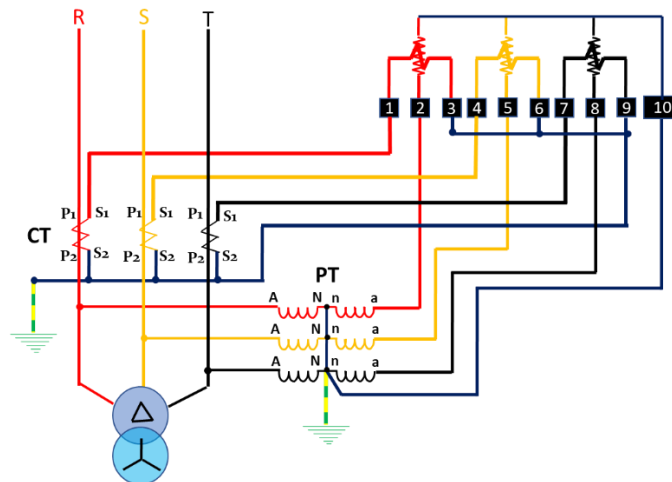
Standar ini menetapkan persyaratan teknis alat pengukur, pembatas dan perlengkapannya untuk pengukuran tidak langsung tegangan rendah. Penggunaan meter statis sistem pembacaan terkendali jarak jauh dengan tegangan pengenal 231/400 dan daya 53 – 197 kVA (PT PLN (Persero), 2012). Pengawatan APP pengukuran tidak langsung TR menggunakan 3 CT seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengawatan kWh meter 3 fase 4 kawat tegangan rendah

### APP Pengukuran Tidak Langsung Tegangan Menengah

Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Menengah ialah penghantar di bawah atau di atas tanah termasuk peralatannya mulai dari titik penyambungan pada JTM sampai dengan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) (PT. Perusahaan Listrik Negara, 1994). Pada Gambar 2 ada pengawatan 3 Fasa 4 kawat APP TM menggunakan 3 CT, 3 PT.



Gambar 2. Pengawatan kWh meter 3 fase 4 kawat tegangan rendah

### KWh Meter

KWh meter adalah suatu alat yang dapat mengukur besaran energi listrik. Jenis kWh meter yang digunakan adalah kWh meter statik tiga fase. kWh meter statik adalah meter yang arus dan tegangannya bekerja pada elemen solid state untuk menghasilkan keluaran yang sebanding dengan energi yang di ukur (PT.PLN (Persero), 2010). Arus mula ( $I_{st}$ ) adalah nilai arus (nilai rms) paling kecil yang dapat mengakibatkan meter mulai bekerja. Arus dasar ( $I_d$ ) adalah nilai arus yang dijadikan dasar untuk menetapkan kinerja yang relevan dari suatu meter tersambung langsung. Arus nominal ( $I_n$ ) adalah Nilai arus yang dijadikan dasar untuk menetapkan kinerja yang relevan dari suatu meter yang tersambung melalui trafo arus. Arus maksimal ( $I_{maks}$ ) adalah arus yang paling tinggi dimana meter masih memenuhi persyaratan ketelitian yang ditetapkan. Tegangan acuan ( $U_n$ )

## Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

adalah nilai tegangan (nilai rms) yang dijadikan dasar untuk menetapkan kinerja meter yang relevan. Persentase kesalahan dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\text{Persen kesalahan} = \frac{\text{energi yang diukur oleh meter} - \text{energi sebenarnya}}{\text{energi sebenarnya}} \times 100\%$$

### Transformator Arus

Transformator arus adalah transformator instrumen yang dalam kondisi pemakaian normal, arus sekundernya proporsional dengan arus primer dan berbeda fasa dengan sudut mendekati nol, untuk arah hubungan yang bersesuaian (PT PLN (Persero), 2011). Kesalahan suatu transformator pada pengukuran arus yang muncul dari kenyataan bahwa rasio transformasi aktual tidak sama dengan rasio transformasi pengenal. Kesalahan arus yang dinyatakan dalam persen, diberi dengan formula:

$$\% \text{Kesalahan arus} = \frac{(K_n \cdot I_s - I_p)}{I_p} \times 100\%$$

Dimana:

Kn : Rasio transformasi pengenal

Ip : Arus primer aktual

Is : Arus sekunder aktual pada waktu Ip mengalir pada kondisi-kondisi pengukuran

Tabel 1. Rasio *Current Transformer* (CT) pada pelanggan tegangan rendah

Rasio CT		Daya (kVA)	Arus Nominal (Ampere)	Faktor Kali		
Primer	Sekunder			kWh	kVARh	
100	5	min	50	76	20	20
		max	66			
150	5	min	70	106	30	30
		max	82.5			
200	5	min	85	129	40	40
		max	131			
250	5	min	140	212	50	50
		max	164			
300	5	min	170	258	60	60
		max	197			

Tabel 2. Rasio *Current Transformer* (CT) untuk pelanggan tegangan menengah

Rasio PT	Rasio CT		Daya (kVA)	Arus Nominal (Ampere)	Faktor Kali		
	Primer	Sekunder			kWh	kVARh	
200	10	5	min	200	5.77	400	400
			max	345			
200	15	5	min	380	10.97	600	600
			max	500			
200	20	5	min	520	15.01	800	800
			max	690			
200	25	5	min	725	20.93	1.000	1.000
			max	865			
200	30	5	min	900	25.98	1.200	1.200
			max	1.040			

### Potensial Transformator

Transformator tegangan adalah transformator instrumen yang tegangan sekundernya dalam kondisi pemakaian normal, proporsional dengan tegangan primernya dan berbeda fasa dengan sudut mendekati nol, untuk arah hubungan yang bersesuaian (PT. Perusahaan Listrik Negara, 2009). Pada Gambar 2.6 adalah trafo tegangan indoor yang sering digunakan di area kerja PLN UP3 Lhokseumawe. Kesalahan yang timbul pada waktu transformator tegangan digunakan untuk pengukuran tegangan dimana rasio tegangan aktual tidak sama dengan rasio tegangan pengenal. Kesalahan tegangan, dinyatakan dalam persen, diberikan dengan formula:

$$\% \text{Kesalahan tegangan} = \frac{(K_n \cdot U_s - U_p)}{U_p} \times 100\%$$

Dimana:

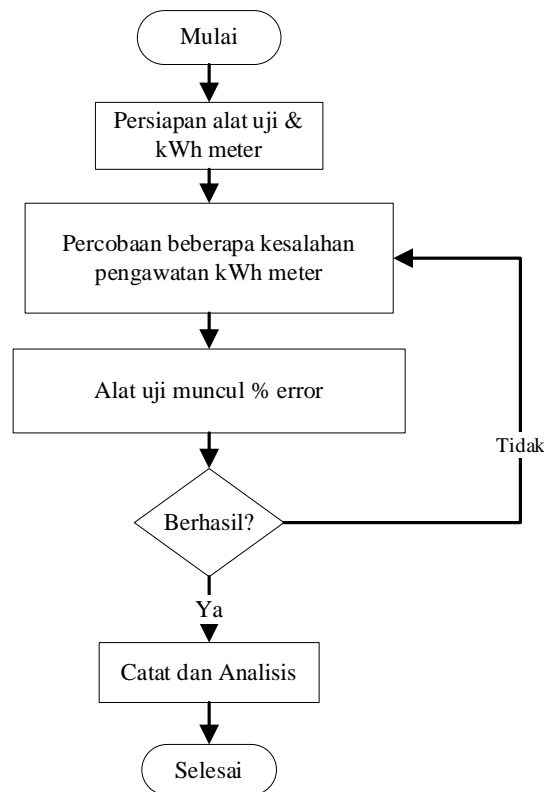
$K_n$  : Rasio transformasi pengenal

$U_p$  : Tegangan primer aktual

$U_s$  : Tegangan sekunder aktual pada waktu  $U_p$  mengalir pada kondisi-kondisi pengukuran

### METODE PENELITIAN

Beberapa tahapan dilakukan mulai dari persiapan peralatan dan bahan, pengawatan kWh meter, pengujian sampai dengan analisis hasil. Alur kegiatan secara umum seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur penelitian

### Peralatan

Adapun alat uji yang digunakan adalah Merk Calmet Type TB40 SN. 29819 CB 300B. Alat uji tersebut dapat menginjeksi arus dan tegangan sesuai setelan. Dapat juga membaca energi yang terukur di kWh meter dengan membandingkan dengan impuls yang ada di kWh meter. kWh meter merk EDM I type MK10E No. 216128523 arus pengenal 5/10 A dan tegangan pengenal 3x57.7/100 3x231/400 Volt, konstanta 1000 imp/kWh, Class 0.5S. Peralatan pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peralatan pengujian

### Prosedur

Pengujian pada  $I_b$  (arus dasar) beban 100%, Impuls: 5 Imp, Cycles: 3 kali. Arus dasar pada kWh meter adalah 5 Ampere. Tegangan pengenalan pada kWh meter 57.7/100, 230/400 Volt dan konstanta 1000 imp/kWh. Dengan hasil uji rata-rata pengulangan 3 kali. *Power Factor* (PF) nilai nya 1 dan frekuensi 50 hz. Pembacaan impuls 5 kali kedepan, setelan pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.

No	Point Name	U1 [%Ub]	U2 [%Ub]	U3 [%Ub]	I1 [%Ib]	I2 [%Ib]	I3 [%Ib]	φ1	φ2	φ3	κ12 [°]	κ13 [°]	f [Hz]
1	100%	100	100	100	100	100	100	Cos 1 L	Cos 1 L	Cos 1 L	120	-120	50

Gambar 5. Setelan prosedur pengujian

Adapun pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengawatan normal dan tiga kesalahan pengawatan, yaitu:

1. Urutan fase terbalik, seharusnya fase R-S-T dirubah menjadi S-R-T
2. Salah satu fase arus terbalik polaritas, fase R polaritas CT dibalik.
3. Tegangan dan arus tidak sefase, arus R dengan tegangan S dan arus S dengan tegangan R.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa phasor sangat diperlukan untuk menilai apakah pengawatan APP sesuai standar yang berlaku dan apakah pengaruh jika terjadi salah pengawatan. Untuk analisa perhitungan dapat kita gunakan menggunakan persamaan:

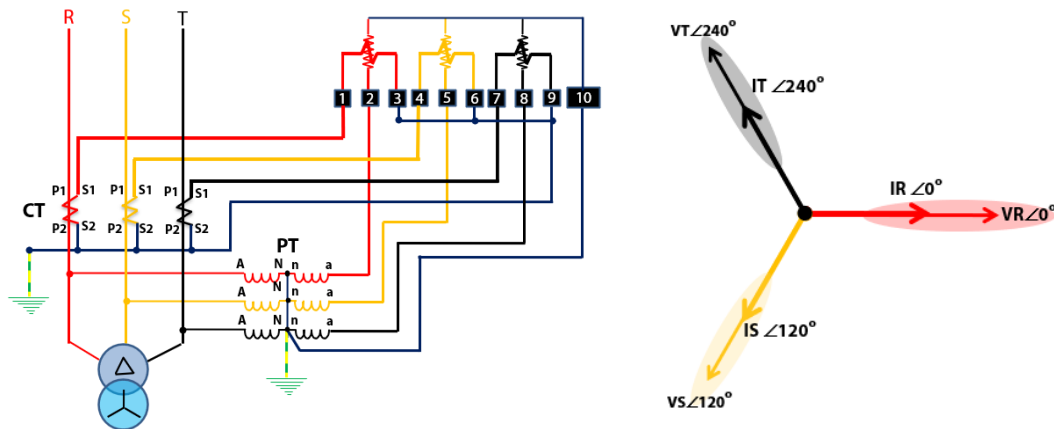
$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ (Daya Aktif) dan } Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \text{ (Daya Reaktif)}$$

Dimana:

- P : Daya Aktif (Watt)  
 Q : Daya Reaktif (VArh)  
 V : Tegangan (Volt)  
 I : Arus (Ampere)  
 Φ : Sudut Arus & Tegangan (°)

### Pengawatan Normal

Pada Gambar 6 pengawatan normal 3 fase 4 kawat, arus dan tegangan sefase dan terlihat phasor pada kondisi normal.



Gambar 6. Pengawatan 3 Fase 4 Kawat Kondisi Normal dan kondisi phasor

Berdasarkan persamaan daya aktif dapat dihitung daya masing-masing fase, yaitu:

$$P_1 = V_R \cdot I_R \cdot \cos(\angle I_R(0^\circ) - \angle V_R(0^\circ)) = 230 \cdot 5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

$$P_2 = V_S \cdot I_S \cdot \cos(\angle I_S(120^\circ) - \angle V_S(120^\circ)) = 230 \cdot 5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

$$P_3 = V_T \cdot I_T \cdot \cos(\angle I_T(240^\circ) - \angle V_T(240^\circ)) = 230 \cdot 5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

Maka daya aktifnya adalah:  $P_{\text{total}} = 1,15 + 1,15 + 1,15 = 3,45 \text{ kW}$

Berdasarkan persamaan daya reaktif dapat dihitung daya reaktif masing-masing phasarnya, yaitu:

$$Q_1 = V_R \cdot I_R \cdot \sin(\angle I_R(0^\circ) - \angle V_R(0^\circ)) = 0$$

$$Q_2 = V_S \cdot I_S \cdot \sin(\angle I_S(120^\circ) - \angle V_S(120^\circ)) = 0$$

$$Q_3 = V_T \cdot I_T \cdot \sin(\angle I_T(240^\circ) - \angle V_T(240^\circ)) = 0$$

Maka daya reaktifnya adalah:  $Q_{\text{total}} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ kVAR}$

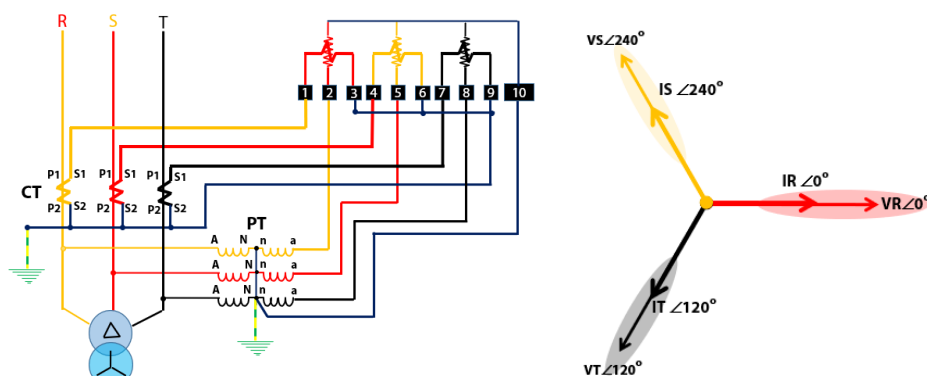
No	Point name	Date	Time	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	F [Hz]	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$	Limit	$\bar{\epsilon}_1$ [%]	$\epsilon_s$ [%]	OK	$\epsilon_1$ [%]	$\epsilon_2$ [%]	$\epsilon_3$ [%]	
1	100%	2022-09-12	12:15:44	230.000	230.000	230.000	0.00	0.00	0.00	5.00000	5.00000	5.00000	50.000	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	L123	1.0000 %	0.3474	0.0111	✓	0.3345	0.3538	0.3539

Gambar 7. Hasil uji pengawatan normal

Berdasarkan hasil pengujian terlihat pada Gambar 7 error kWh meter adalah 0,34%. Kelas kWh meter adalah 0.5S atau  $\pm 0.5\%$ . Artinya pengukuran kWh meter dalam kondisi normal.

### Pengawatan Urutan Fase Terbalik

Pada Gambar 8 pengawatan urutan phasa terbalik, arus dan tegangan satu phasa dan phasornya.



Gambar 8. Pengawatan urutan fase terbalik dan phasor

Berdasarkan persamaan daya aktif dapat dihitung daya masing-masing fasa, yaitu:

$$P_1 = V_R \cdot I_R \cdot \cos(\angle I_R(0^\circ) - \angle V_R(0^\circ)) = 230.5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

$$P_3 = V_T \cdot I_T \cdot \cos(\angle I_T(120^\circ) - \angle V_T(120^\circ)) = 230.5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

$$P_2 = V_S \cdot I_S \cdot \cos(\angle I_S(240^\circ) - \angle V_S(240^\circ)) = 230.5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

Maka daya aktifnya adalah:  $P_{\text{total}} = 1,15 + 1,15 + 1,15 = 3,45 \text{ kW}$

Berdasarkan persamaan daya reaktif dapat dihitung daya reaktif masing-masing fasenya, yaitu:

$$Q_1 = V_R \cdot I_R \cdot \sin(\angle I_R(0^\circ) - \angle V_R(0^\circ)) = 0$$

$$Q_3 = V_T \cdot I_T \cdot \sin(\angle I_T(120^\circ) - \angle V_T(120^\circ)) = 0$$

$$Q_2 = V_S \cdot I_S \cdot \sin(\angle I_S(240^\circ) - \angle V_S(240^\circ)) = 0$$

Maka daya reaktifnya adalah:  $Q_{\text{total}} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ kVAR}$ , Artinya kesalahan urutan fase tidak mempengaruhi pengukuran energi listrik.

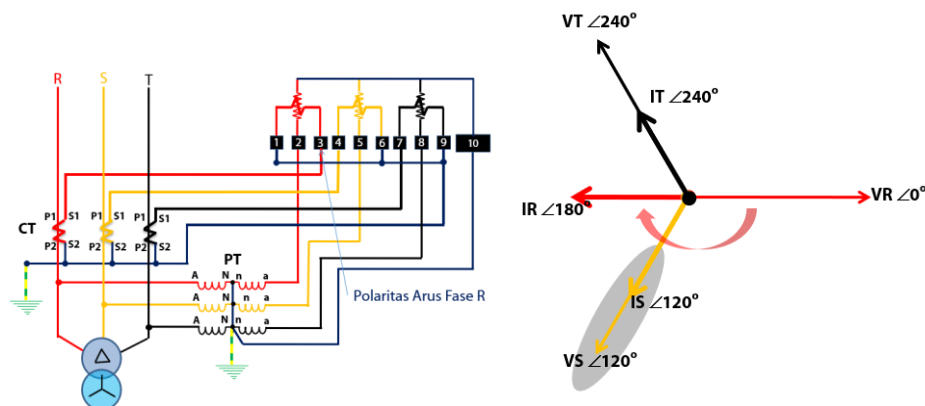
No	Point name	Date	Time	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	F [Hz]	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$	Limit	$\bar{\epsilon}$ [%]	$\epsilon_8$ [%]	OK	$\epsilon_1$ [%]	$\epsilon_2$ [%]	$\epsilon_3$ [%]	
1	100%	2022-09-12	12:20:09	230.000	230.000	230.000	0.00	0.00	0.00	5.00000	5.00000	5.00000	50.000	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	L123	1.0000 %	0.3413	0.0110	✓	0.3350	0.3350	0.3540

Gambar 9. Hasil uji pengawatan urutan fase terbalik

Berdasarkan hasil pengujian terlihat pada Gambar 9 error kWh meter adalah 0,34 %. Kelas kWh meter adalah 0.5S atau  $\pm 0.5\%$ . Artinya pengukuran kWh meter dalam kondisi normal.

### Salah satu fase arus terbalik polaritas, fase R polaritas CT dibalik

Pada Gambar 10 salah satu fase arus terbalik polaritas, fase R polaritas CT dibalik dan terlihat gambar phasornya.



Gambar 10. Pengawatan salah (tegangan fase R ke fase S) dan phasor

Berdasarkan persamaan daya aktif dapat dihitung daya masing-masing fasa, yaitu:

$$P1 = V_R * I_R * \cos(\angle I_R (180^\circ) - \angle V_R (0^\circ)) = 230.5.1 = -1,15 \text{ kW}$$

$$P2 = V_S * I_S * \cos(\angle I_S (120^\circ) - \angle V_S (120^\circ)) = 230.5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

$$P3 = V_T * I_T * \cos(\angle I_T (240^\circ) - \angle V_T (240^\circ)) = 230.5.1 = 1,15 \text{ kW}$$

Maka daya aktifnya adalah:  $P_{\text{total}} = -1,15 + 1,15 + 1,15 = 1,15 \text{ kW}$

Berdasarkan persamaan daya reaktif dapat dihitung daya reaktif masing-masing fasenya,

$$Q1 = V_R * I_R * \sin(\angle I_R (180^\circ) - \angle V_R (0^\circ)) = 0$$

$$Q2 = V_S * I_S * \sin(\angle I_S (120^\circ) - \angle V_S (120^\circ)) = 0$$

$$Q3 = V_T * I_T * \sin(\angle I_T (240^\circ) - \angle V_T (240^\circ)) = 0$$

Maka daya reaktifnya adalah:  $Q_{\text{total}} = 0 \text{ VAR}$ .

No	Point name	Date	Time	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	F [Hz]	φ1	φ2	φ3	Limit	ε [%]	εs [%]	OK	ε 1 [%]	ε 2 [%]	ε 3 [%]
1	100%	2022-09-12	12:23:23	230.000	230.000	230.000	0.00	0.00	0.00	5.00000	5.00000	5.00000	50.000	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	L123 1.0000 %	-33.1162	0.0014	X	-33.1169	-33.1146	-33.1171

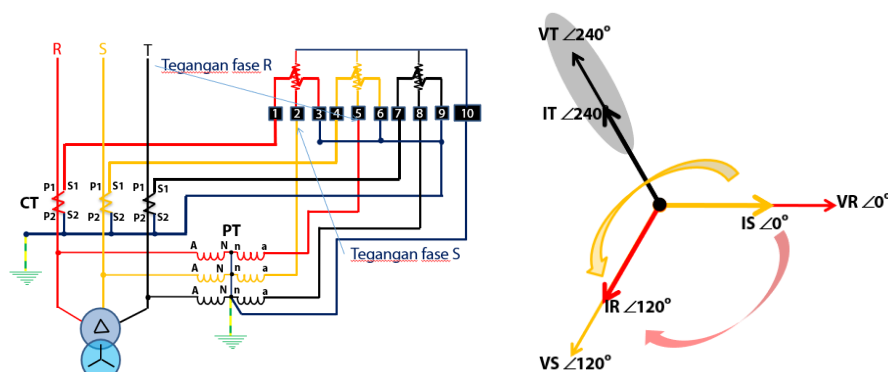
Gambar 11. Hasil uji pengawatan salah satu fase arus terbalik polaritas

Berdasarkan hasil pengujian terlihat pada Gambar 11 error kWh meter adalah -33.12%. Kelas kWh meter adalah 0.5S atau  $\pm 0.5\%$ . Artinya pengukuran kWh meter dalam kondisi tidak normal.

### Tegangan dan arus tidak sefase (arus R dengan tegangan S dan arus S dengan tegangan R)

Pada Gambar 12 pengawatan salah tegangan dan arus tidak sefase (arus R dengan tegangan S dan arus S dengan tegangan R) dan terlihat gambar phasornya.





Gambar 12. Pengawatan salah (tegangan fase R ke fase S) dan phasor

Berdasarkan persamaan daya aktif dapat dihitung daya masing-masing fasa, yaitu:

$$P1 = V_R * I_R * \cos(\angle I_R (120^\circ) - \angle V_R (0^\circ)) = 230.5 \cdot 0.5 = -0,575 \text{ kW}$$

$$P2 = V_S * I_S * \cos(\angle I_S (0^\circ) - \angle V_S (120^\circ)) = 230.5 \cdot 0.5 = -0,575 \text{ kW}$$

$$P3 = V_T * I_T * \cos(\angle I_T (240^\circ) - \angle V_T (240^\circ)) = 230.5 \cdot 1 = 1,15 \text{ kW}$$

Maka daya aktifnya adalah:  $P_{total} = (-0.575) + (-0.575) + 1,15 = 0 \text{ kW}$

Berdasarkan persamaan daya reaktif dapat dihitung daya reaktif masing-masing phasarnya, yaitu:

$$Q1 = V_R * I_R * \sin(\angle I_R (120^\circ) - \angle V_R (0^\circ)) = 230.5 \cdot 0.86 = 0,989 \text{ kVAR}$$

$$Q2 = V_S * I_S * \sin(\angle I_S (0^\circ) - \angle V_S (120^\circ)) = 230.5 \cdot 0.86 = 0,989 \text{ kVAR}$$

$$Q3 = V_T * I_T * \sin(\angle I_T (240^\circ) - \angle V_T (240^\circ)) = 230.5 \cdot 0 = 0 \text{ kVAR}$$

Maka daya reaktifnya adalah:  $Q_{total} = 0,989 + 0,989 + 0 = 1,978 \text{ kVAR}$ , Artinya kesalahan tegangan dan arus tidak sefase (arus R dengan tegangan S dan arus S dengan tegangan R) mempengaruhi pengukuran daya dan energi listrik.

No	Point name	Date	Time	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	U12 [V]	U23 [V]	U31 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	F [Hz]	φ1	φ2	φ3	Limit	ε [%]	εs [%]	OK	ε 1 [%]	ε 2 [%]	ε 3 [%]
1	100%	2022-09-12	12:34:48	230.000	230.000	230.000	0.00	0.00	0.00	5.00000	5.00000	5.00000	50.000	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	Cos 1.00 L	L123 1.0000 %	-66.5482	0.0025	X	-66.5511	-66.5469	-66.5466

Gambar 13. Hasil uji pengawatan salah satu fase arus terbalik polaritas

Berdasarkan hasil pengujian terlihat pada Gambar 13 error kWh meter adalah 66.55%. Kelas kWh meter adalah 0.5S atau  $\pm 0.5\%$ . Artinya pengukuran kWh meter dalam kondisi tidak normal.

## SIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisis untuk kesalahan pengawatan kWh meter tiga fase pengukuran tidak langsung dengan kelas 0.5S atau  $\pm 0.5\%$  dapat disimpulkan:

1. Urutan fase terbalik, error kWh meter 0,34% artinya pengukuran daya & energi listrik dalam kondisi normal.
2. Salah satu fase polaritas CT terbalik, error kWh meter -33,12% artinya pengukuran daya & energi listrik dalam kondisi tidak normal.
3. Tegangan dan arus tidak sefase (arus R dengan tegangan S dan arus S dengan tegangan R), error kWh meter -66,55% artinya pengukuran daya & energi listrik dalam kondisi tidak normal.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Lukman, F. S., Hasibuan, A., Setiawan, A., & Daud, M. (2020). Performance of 25 KWP rooftop solar PV at misbahul ulum building, Lhokseumawe City. *2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering, ELTICOM 2020 - Proceedings*, 81–86. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM50775.2020.9230524>.
- Lukman, F. S., Mubarak, H., & Hasibuan, A. (2022). Power Bank kWh Meter Automatic Meter Reading. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(2), 129–133.
- PT. Perusahaan Listrik Negara. (1994). Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Menengah. In *SPLN 56-2: 1994*.
- PT. Perusahaan Listrik Negara. (2009). Trafo Tegangan. In *SPLN D3.014-1: 2009*.
- PT.PLN (Persero). (2010). Meter Statik Energi Listrik Fase 3. In *SPLN D3.006-1: 2010*.
- PT PLN (Persero). (2011). Transformator Arus. In *SPLN D3.014-1: 2009*.
- PT PLN (Persero). (2012). APP TR Pengukuran Tidak Langsung Fase Tiga Untuk Pelanggan 53 kVA s/d 197 kVA. In *SPLN D3.015-2:2012 (Issue 483)*.
- Waldi, A. N. (2021). Akurasi Pengukuran kWh Meter Analog Terhadap Losses Energi Listrik. *Sutet*, 11(2), 105–113. <https://doi.org/10.33322/sutet.v11i2.1577>.