

## **Redesain penampang kabel wiring APP pelanggan TM untuk perbaikan akurasi pengukuran kWh**

**Fadjar Kurniadi<sup>1</sup>; Toha Kusuma<sup>2</sup>; Guruh Diyeksamana<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> PLN UPDL Pandaan

<sup>2,3</sup> PLN UP3 Bojonegoro

<sup>1</sup> fadjar28@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Electric energy measurement transactions need to get attention for Revenue Protection. Electric Metering is the equipment for the measurement transaction. One type of metering is indirect measurement. This type of metering needs attention because it is used to measure large customers who have a large enough impact on kWh sales. The cross-sectional area of the kWh meter wiring cable is The part of metering that affects measurement accuracy. Based on existing data, the cross-sectional magnitude of the cables installed still varies with the cross-sectional diameter of 1.5 mm<sup>2</sup> to 4 mm<sup>2</sup>. The number of customers with indirect measurement is quite large and scattered. This research was carried out by redesigning its wiring cable cross-section, by increasing the cross-sectional size above the current PLN standard. The results can improve the voltage drop so that the measurement voltage on the secondary side of the measurement increases. This will impact on measurement accuracy to support distribution loss improvement programs and Revenue Protection program.*

**Keywords:** Wiring, Redesain, measurement

### **ABSTRAK**

*Transaksi pengukuran energi listrik perlu mendapatkan perhatian untuk Revenue Protection. APP (Alat Pengukur dan Pembatas (APP) merupakan peralatan untuk transaksi pengukuran tersebut. Salah satu jenis APP adalah APP pengukuran tidak langsung. APP ini perlu mendapatkan perhatian karena dipakai mengukur pelanggan besar yang berdampak cukup besar bagi penjualan kWh. Besaran penampang kabel wiring kWh merupakan bagian dari APP yang mempengaruhi terhadap akurasi pengukuran. Berdasarkan data yang ada, besaran penampang kabel yang terpasang masih bervariasi dengan diameter penampang sebesar 1.5 mm<sup>2</sup> sampai dengan 4 mm<sup>2</sup>. Jumlah Pelanggan dengan APP pengukuran tidak langsung cukup banyak dan tersebar. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan redesain penampang kabel wiring, dengan memperbesar ukuran penampang kabel wiringnya diatas standarisasi PLN saat ini. Hasil dari redesain penampang kabel wiring tersebut, dapat memperbaiki jatuh tegangan sehingga tegangan pengukuran pada sisi sekunder pengukuran semakin meningkat. Hal ini akan berdampak pada akurasi pengukuran untuk mendukung program perbaikan susut distribusi dan Revenue Protection.*

**Kata kunci:** Wiring, Redesain, pengukuran

## 1. PENDAHULUAN

Transaksi pengukuran energi listrik perlu mendapatkan perhatian untuk Revenue Protection karena berpengaruh terhadap losses dan pendapatan perusahaan jasa ketenaga listrikan. APP (Alat Pengukur dan Pembatas (APP) merupakan peralatan untuk transaksi pengukuran tersebut. Salah satu jenis APP adalah APP pengukuran tidak langsung. APP ini perlu mendapatkan perhatian karena dipakai mengukur pelanggan besar yang berdampak cukup besar bagi penjualan kWh. Besaran penampang kabel wiring kWh merupakan bagian dari APP yang mempengaruhi terhadap akurasi pengukuran

Pada saat ini penampang kabel wiring sisi sekunder belum seragam dan umumnya terpasang dengan penampang  $4\text{mm}^2$  dan  $2.5\text{ mm}^2$ . Data di suatu area, Sebanyak 80 % APP Pelanggan terpasang dengan diameter  $4\text{ mm}^2$  dan sisanya terpasang dengan diameter  $2.5\text{ mm}^2$ .

SPLN (Standard PLN) belum mengatur mengenai hal tersebut [3] [4] [5]. Pada PUIL(Persyaratan Umum Instalasi Listrik) juga tidak menstandarisasikan tetapi hanya menyebutkan prasyarat drop tegangan secara umum dari kabel / penghantar [1]

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk memberikan redesain besaran penampang kabel sisi sekunder yang lebih baik sehingga diperoleh pengukuran yang lebih akurat.

## 2. METODE

### 2.1. Pengukuran energi listrik

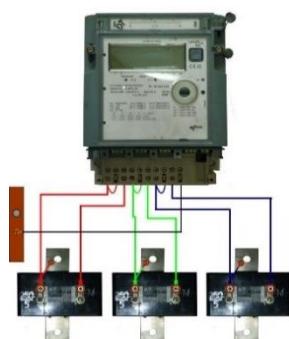
Untuk melakukan pengukuran energi listrik pada pelanggan dipergunakan kWh meter. Sistem pengawatan kWh meter sebagai alat ukur energi listrik, tergantung dari cara pengukuran yang akan dilakukan, apakah pengukuran langsung atau pengukuran tidak langsung juga sekaligus tegantung dari konstruksi kWh meter itu sendiri.

**Tabel 1.** Pengawatan dari kWh

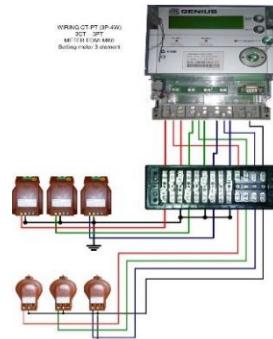
No.	kWh Meter	Pengukuran	
		Jenis	Tegangan
1.	1 fasa 2 kawat	Langsung	Rendah
2.	3 fasa 4 kawat	Langsung	Rendah
3.	3 fasa 4 kawat	Tidak langsung	Rendah
4.	3 fasa 3 kawat	Tidak langsung	Menengah
5.	3 fasa 4 kawat	Tidak langsung	Menengah

### 2.2. Wiring APP Pengukuran tidak langsung.

Pelaksanaan wiring APP untuk pengukuran tidak langsung seperti pada gambar berikut :



**Gambar 1.** Wiring untuk APP pengukuran langsung pelanggan TR



**Gambar 2.** Wiring untuk APP pengukuran langsung pelanggan TM

Dari gambar 1 diatas, scope kabel wiring yang dilakukan redesain adalah dimulai dari output Current Transformer sampai dengan kwh meter. Sedangkan untuk pelanggan TM yang tampak pada gambar 2, scope kabel wiring yang dilakukan redesain adalah dimulai dari output Current Transformer (CT) dan output dari Potensial Transformer (PT) sampai dengan kwh meter. Panjang rata2 kabel wiring adalah 12 meter, baik dari CT ke APP maupun dari PT ke APP.

### 2.3. Penentuan ukuran penampang

Penentuan ukuran penampang APP saat ini mengacu kepada Kepdir 139.K/DIR/2011 tentang Managemen APP [11] sesuai tabel berikut:

**Tabel 2.** Spesifikasi kabel untuk Pengawatan APP

No	Uraian	Satuan	Jenis Pengukuran		
			TR	TM	TT
			Tidak langsung		
1	Luas Penampang	mm <sup>2</sup>	2.5	4	6
2	Warna				
	a. Fasa R		Merah	Merah	Merah
	b. Fasa S		Kuning	Kuning	Kuning
	c. Fasa T		Hitam	Hitam	Hitam
	d. Netral		Biru	Biru	Biru
	e. Grounding		Kuning / hijau	Kuning / hijau	Kuning / hijau
3	Jenis		NYAF	NYAF	NYAF

Sedangkan Kabel yang dipakai untuk rangkaian yang terkait dengan tegangan, memakai kabel dengan diameter 2.5 mm<sup>2</sup>.

Untuk redesain, dipakai kabel dengan jenis yang sama dengan diameter yang lebih besar yakni jenis NYAF 6 mm<sup>2</sup>.

Drop tegangan untuk kabel :

$$\Delta V_{3\phi} = \frac{\sqrt{3} \times I \times L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)}{V_{ll}} \times 100 \%$$

Dimana :

L : Panjang kabel

R : Resistansi

X : Reaktansi

V<sub>ll</sub>: Tegangan

Drop untuk kabel dengan diameter tegangan 2.5 mm<sup>2</sup> dan 4 mm<sup>2</sup> masih dibawah 5 % sesuai PUIL sehingga menjadi acuan standard saat ini.

Kabel dengan diameter 6 mm<sup>2</sup> mempunyai tahanan yang lebih kecil dari kabel dengan diameter 2.5 mm<sup>2</sup> dan 4 mm<sup>2</sup> sehingga dengan melihat rumusan tersebut diatas, prasyarat kabel drop tegangan akan menjadi lebih kecil dan memenuhi standard drop tegangan sebesar 5 % [1] [14] [15]

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses penggantian, dilakukan di Area Bojonegoro pada tahun 2019. Hasil pengukuran, tampak seperti tabel 2berikut ini:

**Tabel 3.** Data pengukuran sebelum dan Sesudah penggantian kabel

NO	NAMA PELANGGAN	TARIF	DAYA	TEGANGAN SEBELUM			TEGANGAN SESUDAH			KENAIKAN TEGANGAN		
				VR	VS	VT	VR	VS	VT	VR	VS	VT
1	Pelanggan 1	B3	345000	58.3	59.9	58.3	58.5	60.2	58.5	0.2	0.3	0.2
2	Pelanggan 2	I3	555000	57.9	58.4	57.7	58.7	59.2	58.3	0.8	0.8	0.6
3	Pelanggan 3	S3K	345000	58.2	58.9	58.4	58.4	59.1	58.7	0.2	0.2	0.3
4	Pelanggan 4	I3	345000	59.4	60.1	58.2	59.5	60.1	58.5	0.1	0	0.3
5	Pelanggan 5	I3	1730000	58.6	59.2	58.8	60.5	61.1	60.8	1.9	1.9	2
6	Pelanggan 6	I3	1385000	59.3	60	59.6	60.7	61.2	60.9	1.4	1.2	1.3
7	Pelanggan 7	I3	240000	54.1	56.1	54.3	55.7	57.3	56.1	1.6	1.2	1.8
8	Pelanggan 8	I3	1110000	56.3	58	56.4	59.2	59.8	58.7	2.9	1.8	2.3
9	Pelanggan 9	I3	6930000	57.4	58	57.4	58.4	59.1	58.7	1.0	1.1	1.3
10	Pelanggan 10	S3K	240000	58.8	59.8	57.9	59.6	60.6	58.8	0.8	0.8	0.9
11	Pelanggan 11	B3	240000	58	57.9	57.6	59.8	59.8	58.8	1.8	1.9	1.2
12	Pelanggan 12	I3	555000	57	58.6	56.6	57.6	59.1	57.1	0.6	0.5	0.5
13	Pelanggan 13	I3	555000	58.7	59.5	57.7	59.7	60.3	58.5	1.0	0.8	0.8
<b>Rata2</b>				<b>57.85</b>	<b>58.80</b>	<b>57.61</b>	<b>58.95</b>	<b>59.76</b>	<b>58.65</b>	<b>1.10</b>	<b>0.96</b>	<b>1.04</b>

Pelaksanaan tahun 2019

Dari tabel 2 tersebut diatas, data sebelum dilakukan penggantian rata – rata output tegangan di sisi sekunder / kWh meter sebesar 58.85 Volt dan setelah dilakukan penggantian rata – rata output tegangan di sisi sekunder / kWh meter sebesar 59,11 Volt. Hal ini menunjukkan terjadi kenaikan tegangan pengukuran secara rata – rata sebesar 1,03 Volt . Dengan kenaikan tegangan pengukuran disisi APP akan memberi dampak yang besar bagi pengukuran secara keseluruhannya karena hasil pembacaan di APP / kWh meter akan dikalikan dengan factor kali sesuai dengan ukuran CT dan PT yang terpasang.di pelanggan

Dampak penggantian tersebut akan semakin besar bilamana diaplikasikan kepada pelanggan PLN yang memakai APP pengukuran tidak langsung yang berjumlah lebih dari 100.000 pelanggan dan memberikan kontribusii atas kwh Jual sebesar 40 % dari total kWh Jual. Pelanggan tersebut tersebar di sekitar 500 Unit Layanan pelanggan.

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Redesain ukuran kabel penampang kabel wiring APP Pengukuran tidak langsung dilaksanakan dengan mengganti ukuran kabel wiring dari ukuran  $2.5 \text{ mm}^2$  dan  $4 \text{ mm}^2$  menjadi ukuran  $6 \text{ mm}^2$  dengan jenis kabel yang sama (tembaga / jenis NYAF)

Dengan edesain tersebut terjadi kenaikan pengukuran rata – rata pada sisi tegangan sekunder di kWh meter dari 58.85 Volt menjadi 59,11 Volt.

Dengan meningkatnya tegangan pengukuran sekunder menjadi meningkat, akurasi pengukuran menjadi lebih baik sehingga mendukung program penurunan susut dan Program Revenue Assurance.

Redesain dengan penggantian besaran penampang kabel wiring sangat berdampak bila diterapkan pada semua pelanggan dengan APP pengukuran tidak langsung yang berjumlah lebih dari 100.000.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Manager UPDL Pandaan dan Manager UP3 Bojonegoro beserta Manager Bagian Transaksi UP3 Bojonegoro serta Bapak Ibu dari ITPLN atas supportnya..

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] SNI 04-0225-2000 : Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000
- [2] SNI 04-6629-2006 : Kabel berinsulasi PVC dengan tegangan pengenal sampai dengan 450/750 Volt
- [3] SPLN 42-3:1992 : Kawat Flexible berisolasi PVC (NYAF)
- [4] SPLN D3.006-1:2010 tentang meter static energy listrik phasa tiga
- [5] SPLN D3.015-1:2010 tentang APP dan perlengkapannya
- [6] SPLN D3.014-1:2009 tentang Trafo arus
- [7] SPLN D3.014-2:2010 tentang trafo tegangan
- [8] Waskito, H. (2013). Perancangan Instalasi Listrik Aplikasi Sistem Pemilihan Kabel dan Pemutus pada Proses Pengeboran Minyak dan Gas di Daerah " X ." 1
- [9] Hirota, N., Shibata, H., Takeuchi, T., Otsuka, N., & Tsuchiya, K. (2020). Voltage drop analysis and leakage suppression design for mineral-insulated cables. Journal of Nuclear Science and Technology. <https://doi.org/10.1080/00223131.2020.1782280>
- [10] Kurniadi, F. (2019). Pengembangan kWh Meter Elektronik untuk Pengecekan CT Konsumen Secara On Site. Energi & Kelistrikan, 11(2), 108–113. <https://doi.org/10.33322/energi.v11i2.765>
- [11] PLN, Managemen APP, Kepdir 139.K/DIR/2011
- [12] Hirota, N., Shibata, H., Takeuchi, T., Otsuka, N., & Tsuchiya, K. (2020). Voltage drop analysis and leakage suppression design for mineral-insulated cables. Journal of Nuclear Science and Technology. <https://doi.org/10.1080/00223131.2020.1782280>
- [13] Li, J., Xue, W., Gao, L., Zhang, B., & Zhou, M. (2018). A New Method to Analyze the Error-wiring of Electric Energy Metering Device. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 381(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/381/1/012144>
- [14] Waseem, M., Khan, R., Zakria, M., Jamal, S., & Perveen, S. (2019). Optimized Cable Sizing-An Economical Approach to Energy Saving with Reduced Power Loss. 4th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies, PGSRET 2018. <https://doi.org/10.1109/PGSRET.2018.8685987>
- [15] Pratap Nair, M., & Nithyanthan, K. (2016). An effective cable sizing procedure model for industries and commerical buildings. International Journal of Electrical and Computer Engineering, 6(1). <https://doi.org/10.11591/ijece.v6i1.8391>