

# Analisis Beda Fase Tegangan Pada Dua KWh Meter Dalam Satu Persil Pelanggan Listrik

<sup>1</sup>Khoirur Rohmat, <sup>2</sup>Munawar A Riyadi

<sup>1</sup>PT. PLN (Persero) UPDL Pandaan, Jl. Surabaya – Malang Km. 50, Pandaan, Pasuruan

<sup>2</sup>Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Tembalang, Semarang

E-mail : <sup>1</sup>khoirur.rohmat@pln.co.id, <sup>2</sup>munawar@elektro.undip.ac.id

## Abstrak

Selaku penyedia jasa kelistrikan, PT PLN menyalurkan energi listrik kepada konsumen sesuai dengan Surat Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik (SPJBTL) yang salah satunya terkait pemanfaatan atau peruntukan listrik pada pelanggan. Energi listrik yang diperjualbelikan diukur melalui KWh meter yang disesuaikan dengan daya kontrak dan golongan tarif. Seorang pelanggan boleh berlangganan lebih dari satu golongan tarif sesuai dengan tujuan penggunaan energi listrik, sebagai contoh golongan tarif R (Rumah Tangga) dan B (Bisnis) pada satu unit Ruko. Jika seorang pelanggan dalam 1 (satu) lokasi atau persil mendapatkan sambungan listrik dari fase yang berbeda untuk 2 KWh meter yang berbeda golongan tarif, maka dimungkinkan terdapat kombinasi fase listrik yang berpotensi membahayakan atau merugikan pelanggan maupun PT PLN. Penelitian ini berupaya menganalisis perbedaan beda tegangan antar KWh meter dan pemanfaatannya. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memberi masukan perbaikan regulasi bagi tatakelola 1 persil yang memiliki lebih dari 1 kWH untuk mencegah kerugian atau bahaya bagi semua pihak.

**Kata kunci :** Pelanggan, kWH Meter, fase, golongan tarif, biaya

## Abstract

*As a provider of electricity services, PT PLN distributes electricity to consumers in accordance with the Power Purchase Agreement (SPJBTL), one of which is related to the use or allocation of electricity to customers. The supplied electrical energy is measured through a KWh meter which is adjusted to the power contract and tariff class. A customer may subscribe to more than one tariff group in accordance with the intended use of electrical energy, for example tariff groups R (Household) and B (Business) in one shop unit. If a customer in 1 (one) location or parcel gets an electricity connection from a different phase for 2 KWh meters of a different tariff class, it is possible that there is a combination of electrical phases that has the potential to harm or harm the customer or PT PLN. This study seeks to analyze the differences in voltage differences between KWh meters and their utilization. The results of this study can be used to provide input for regulatory improvements for the management of 1 parcel that has more than 1 kWH to prevent loss or danger to all parties.*

**Keywords :** customer, KWh meter, phase, tariff class, price

## I. PENDAHULUAN

PLN adalah Badan Usaha Milik Negara yang merupakan operator penyedia kelistrikan [1]. Proses bisnis kelistrikan yang disediakan dari hulu sampai ke hilir yakni mulai dari Bidang Pembangkitan hingga penjualan energi listrik kepada pelanggan. Peran ganda yang dimiliki PLN yakni sebagai agen pembangunan dan mendapatkan keuntungan usaha.

Penjualan energi listrik kepada pelanggan adalah didasarkan pada perjanjian jual beli antara PLN dan pelanggan, yang mana salah satu item indikator penting dalam menyalurkan energi listrik adalah dengan besaran daya yang

disalurkan dan pemakaian energi oleh pelanggan. Untuk mengukur besaran daya dan daya yang digunakan adalah menggunakan Alat Pembatas dan Pengukur (APP) yang dipasang pada rumah atau persil pelanggan [2] [3].

Sesuai keputusan pemerintah selaku regulator, maka penjualan energi listrik ditetapkan berdasarkan golongan tarif [4]. Dengan kata lain bahwa pada peruntukan pemakaian atau pemanfaatan energi listrik menjadi basis penentuan harga jual listrik. Sebagai contoh pelanggan ruko, pelanggan memiliki 2 (dua) buah kWH meter yaitu pertama kWH meter golongan R (Rumah Tangga) dan kWH meter golongan B (Bisnis). Kondisi dalam beberapa tahun terakhir ini di lapangan bahwa pemasangan lebih dari 2 buah

kWH meter, sebagai contoh rumah kos yang memiliki banyak kamar dan masing-masing kamar dipasang kWH meter. Sesuai dengan Peraturan Direksi nomor 0017.P/DIR/2015 bahwa kondisi tersebut diijinkan dengan suatu kondisi khusus [5].

Di dalam perjalanannya, golongan tarif dan harga jual energi listrik per kWH mengalami dinamika yang disesuaikan dengan perkembangan perekonomian dan kebijakan strategis pemerintah. Oleh karena itu pemerintah mengeluarkan tarif penyesuaian terhadap pelanggan tenaga listrik [6]. Sebagai contoh untuk golongan tarif B (Bisnis) saat ini memiliki tarif per kWH lebih rendah dari golongan tarif R (Rumah Tangga).

Mendapatkan harga yang murah dengan tanpa mengurangi jumlah dan kualitas suatu barang merupakan sifat yang manusiawi. Begitu juga dengan pelanggan listrik, pada umumnya menginginkan harga yang murah dan berbagai cara dilakukan untuk mendapatkannya [7]. Pelanggan yang memiliki 2 (dua) kWH meter di dalam lokasi yang sama, ada yang berusaha memanfaatkan situasi tersebut.

Memodifikasi instalasi rumah tanpa mengubah, merusak instalasi kWH meter adalah satu cara untuk mendapatkan biaya pemakaian listrik yang murah. Apabila pelanggan mendapatkan 2 (dua) fase yang berbeda untuk mensuplai 2 (dua) kWH meter dengan golongan tarif yang berbeda, maka sangat dimungkinkan untuk melakukan tujuan ini.

## II. METODE PENELITIAN

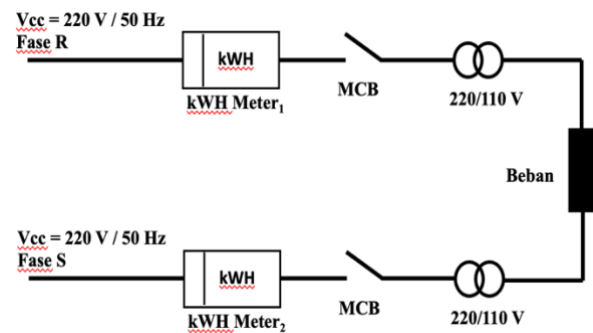
### 2.1 Simulasi dan Pengujian Peralatan

Penelitian dilakukan dengan cara menyusun rangkaian peralatan yang empiris dengan kondisi di persil pelanggan. Gambar rangkaian simulasi adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

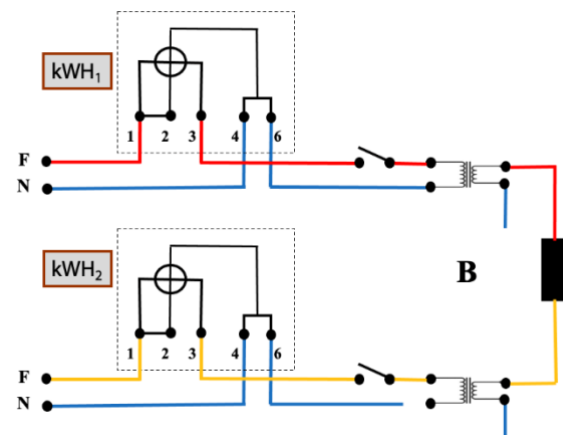
Peralatan yang digunakan adalah:

- kWH meter tipe elektromagnetik sebanyak 2 buah
- MCB 10 Ampere = 2 buah
- Motor Listrik 1 fase = 1 unit
- Mesin Bor Tangan = 1 unit
- Mesin Gerinda = 1 unit
- Mesin Vacuum Cleaner = 1 unit
- Slide Voltage Regulator = 2 unit
- Alat Ukur (Multimeter Digital) = 2 unit
- Stop Watch = 2 buah

### j. Suplai Tegangan PLN 220/380 Volt



Gambar 1. Single Line Diagram



Gambar 2. Wiring Diagram

Dari Gambar 2 di atas, nilai tegangan yang mensuplai kedua kWH meter adalah 220 Volt [8]. Pada rangkain simulasi ini kedua kWH meter diberikan sumber tegangan dari fase yang berbeda, yakni fase R pada kWH1 dan fase S pada kWH2. Tegangan keluaran fase ke netral masing-masing kWH yang semula 220 Volt diturunkan menjadi 110 Volt dengan menggunakan slide regulator.

Apabila dilakukan pengukuran pada titik keluaran dari kedua kWH setelah melalui proses penurunan tegangan oleh trafo penurun tegangan (*stepdown*), maka dihasilkan nilai tegangan fase ke fase sebesar 220 Volt. Selanjutnya tegangan tersebut dapat dipergunakan untuk mensuplai peralatan listrik yang memiliki persyaratan tegangan kerja sebesar 220 Volt. Peralatan yang diberi suplai tegangan fase ke fase dapat beroperasi dengan normal dan piringan kWH meter juga berputar. Hal ini menunjukkan adanya pemakaian daya dari beban yang dipasang pada rangkaian tersebut.

## 2.2 Pengukuran dan Perhitungan Daya

Untuk mengetahui besarnya nilai daya dari beban yang disambungkan ke rangkaian simulasi, maka dilakukan beberapa hal berikut.

### 2.2.1 Pengukuran beban pada fase ke netral.

Menghubungkan beban motor listrik ke rangkaian fase ke netral dan diukur menggunakan multimeter digital dan kWh meter. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa besarnya daya terpakai dan membandingkan hasil pengukuran antara multimeter digital dengan kWh meter [9].

### 2.2.2 Pengukuran beban pada rangkaian fase ke fase

Dengan menggunakan tegangan keluaran masing-masing kWh yang telah diturunkan, maka beban disambungkan ke rangkain tersebut. Pada rangkain ini multimeter digunakan untuk mengukur total daya, sedang kWh meter<sub>1</sub> untuk mengukur pemakaian daya pada fase R dan kWh meter<sub>2</sub> untuk mengukur pemakaian daya pada fase S.

Pengukuran daya dari beban yang tersambung ke rangkaian menggunakan multimeter digital dan kWh meter. Pada alat ukur digital, dapat diketahui

banyak parameter listrik yang mana tergantung dengan merk dan tipe alat ukur. Sedangkan untuk kWh meter tipe elektromagnetik dan tergolong peralatan analog serta bertujuan hanya digunakan besarnya daya P dalam satuan waktu.

Untuk mendapatkan nilai besarnya daya yang diukur menggunakan kWh meter, dilakukan dengan perhitungan dengan menggunakan rumus [2],[10]:

$$P = \frac{n \times 3.600.000}{C \times t} \quad (1)$$

dimana :

- P = daya listrik yang diukur oleh kWh (Watt)
- n = jumlah putaran piringan kWh (kali)
- C = konstanta kWh meter
- t = waktu yang dibutuhkan piringan untuk sejumlah putaran (detik)

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 berikut merupakan hasil data pengukuran dan perhitungan pada kedua rangkaian di atas. Pada langkah awal, beban dihubungkan sebagaimana rangkaian normal

TABEL 1. HASIL PENGUKURAN KWH METER

No	BEBAN	PENGUKURAN FASE KE NETRAL				PENGUKURAN FASE R' KE FASE S'						
		Multimeter Hioki		kWH Meter		Multimeter Hioki		kWH meter 1		kWH meter 2		Daya Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13=10+12
1	Mesin Bor STANLEY SDH700 IMPACT DRILL TYPE B101 220-240 V AC; 50/60 Hz 650W	Tegangan (V)	217,90	n (kali)	1	Tegangan (V)	226,30	n (kali)	1	n (kali)	1	223,72
		Arus (A)	0,98	t (detik)	18,37	Arus (A)	0,96	t (detik)	28,88	t (detik)	41,56	
		Cos φ	0,98	P kWh (Watt)	217,75	Cos φ	0,97	P kWh	138,50	P kWh	96,25	
		S (VA)	214,00	Nilai error	1,10%	S (VA)	217,00	Nilai error	0,07	Nilai error	1,10%	
		P (Watt)	210,00	P aktual (Watt)	215,35	P (W)	211,00	P aktual (Watt)	128,53	P aktual (Watt)	95,19	
2	Mesin Gerinda Maktec MT954 220-230V~; 50/60 Hz 570W; n=12000/min	Tegangan (V)	218,50	n (kali)	1	Tegangan (V)	228,10	n (kali)	1	n (kali)	1	232,62
		Arus (A)	1,04	t (detik)	17,28	Arus (A)	0,95	t (detik)	28,19	t (detik)	39,19	
		Cos φ	1,00	P kWh (Watt)	231,48	Cos φ	0,99	P kWh	141,89	P kWh	102,07	
		S (VA)	228,00	Nilai error	1,10%	S (VA)	217,00	Nilai error	0,07	Nilai error	1,10%	
		P (Watt)	227,00	P aktual (Watt)	228,94	P (W)	215,00	P aktual (Watt)	131,68	P aktual (Watt)	100,94	
3	Mesin Vacuum Cleaner Model KW18-306 220V / 50 Hz	Tegangan (V)	217,30	n (kali)	3	Tegangan (V)	222,00	n (kali)	3	n (kali)	3	997,06
		Arus (A)	4,60	t (detik)	12,09	Arus (A)	4,52	t (detik)	19,59	t (detik)	27,69	
		Cos φ	0,97	P kWh (Watt)	992,56	Cos φ	0,96	P kWh	612,56	P kWh	433,37	
		S (VA)	979,00	Nilai error	1,10%	S (VA)	1.003,00	Nilai error	0,07	Nilai error	1,10%	
		P (Watt)	947,00	P aktual (Watt)	981,64	P (W)	964,00	P aktual (Watt)	568,45	P aktual (Watt)	428,60	
4	Motor Induksi + Resistor mod. M9 / EV 380W; 3,6A; 50Hz Resistor "SUPREIX" 5A ; 50 Ohm	Tegangan (V)	214,70	n (kali)	4	Tegangan (V)	218,30	n (kali)	4	n (kali)	1	1.051,62
		Arus (A)	5,32	t (detik)	14,81	Arus (A)	5,33	t (detik)	20,81	t (detik)	11,70	
		Cos φ	0,89	P kWh (Watt)	1.080,35	Cos φ	0,88	P kWh	768,86	P kWh	341,88	
		S (VA)	1.142,00	Nilai error	1,10%	S (VA)	1.164,00	Nilai error	0,07	Nilai error	1,10%	
		P (Watt)	1.021,00	P aktual (Watt)	1.068,47	P (W)	1.020,00	P aktual (Watt)	713,50	P aktual (Watt)	338,12	

#### Keterangan

- R' dan S' = fase setelah R dan S yang telah diturunkan tegangannya
- n = putaran dalam satuan kali
- Nilai error = tingkat kesalahan baca dalam %
- P aktual = hasil pengukuran daya dikurangi atau ditambah nilai error

yakni mendapatkan tegangan dari fase ke netral. Langkah selanjutnya adalah memberikan catu daya yang berasal dari tegangan fase ke fase yang telah diturunkan tegangannya. Pada setiap langkah, dilakukan pengukuran daya dengan menggunakan multimeter digital dan kWH meter. Nilai error kWH yang dinyatakan dalam persen (%) merupakan perbandingan nilai daya dari hasil ukur menggunakan multimeter dengan hasil ukur kWH yang disertai perhitungan sesuai rumus di atas [10][11][12].

Hasil pengukuran beban pada fase ke netral dijadikan sebagai data acuan. Sedangkan data ukur beban pada fase ke fase akan dibandingkan terhadap data acuan tersebut.

Pada Tabel 1, didapatkan pengukuran daya (P) pada kWH meter<sub>1</sub> bila dijumlahkan dengan kWH meter<sub>2</sub>, maka hasilnya adalah mendekati angka daya total pada kolom 8. Penjumlahan tersebut adalah secara matematika, yang menunjukkan jumlah daya yang dipakai.

Dari jumlah total daya tersebut menjadi terbagi bebannya, yakni yang dipikul oleh kWH meter1 dan kWH meter2. Pembagian nilai daya pada kedua kWH meter tidak sama persis angkanya. Pada kondisi ini, bila diterapkan di instalasi pelanggan maka akan menimbulkan dampak kerugian atau keuntungan bagi PLN dan pelanggan. Pada simulasi ini memang difokuskan pada beban jenis induktif. Sedangkan pada jenis beban resistif murni seperti pada setrika listrik, kompor listrik maka beban akan langsung terbagi rata pada kWH meter1 dan kWH meter2. Pembagian daya yang dipikul pada masing-masing kWH sangat dipengaruhi oleh besaran nilai  $\cos \phi$  [13][14].

Dengan modifikasi instalasi listrik pelanggan seperti pada gambar 1, juga berdampak pada dapat dioperasikannya peralatan yang memiliki daya nominal lebih besar pada MCB yang berperan sebagai pembatas daya yang digunakan oleh pelanggan.

Jika pelanggan memiliki daya terpasang 1.300 VA dan rating arus MCB sebesar 6 Ampere untuk masing-masing kWH, maka pelanggan akan dapat mengoperasikan peralatan tunggal yang mempunyai daya nominal lebih besar dari 1.300 VA.

Sebagai contoh adalah peralatan vacuum cleaner dengan daya 1.068 Watt dihubungkan ke kWH meter instalasi standar (tanpa modifikasi instalasi), maka MCB akan langsung trip dikarenakan arus start yang lebih besar dari rating arus pada MCB [15][16].

Bagi pelanggan yang memahami masalah kelistrikan, tentunya ini merupakan situasi yang dapat dimanfaatkan. Sebagai contoh dengan yang diasumsikan kWH meter<sub>2</sub> adalah memiliki tarif Rupiah/kWH lebih mahal dari kWH meter<sub>1</sub>, maka dengan pemakaian peralatan yang sama akan didapatkan biaya pemakaian listrik lebih murah dikarenakan beban akan mengambil sumber listrik dari kWH meter<sub>1</sub> lebih besar dari kWH meter<sub>2</sub>. Pada tabel 2 menunjukkan hasil perbandingan biaya pemakaian energi listrik, yang mana beban yang terdiri dari peralatan mesin bor, mesin gerinda, mesin vacuum cleaner dan motor induksi plus resistor yang dihubungkan langsung ke suplai tegangan (R-N). Hasil pengukuran pemakaian daya dicatat pada kolom (3), sedang perhitungan biaya pemakaian selama 60 jam dituliskan pada kolom (4).

Selanjutnya hasil tersebut dibandingkan dengan modifikasi instalasi pelanggan di mana kWH meter<sub>1</sub> mewakili golongan tarif R1/1.300 VA yang disambungkan pada fase S. Untuk kWH meter<sub>2</sub> yang dihubungkan pada fase R dan mewakili golongan tarif B1/1.300 VA.

Pada beban berupa peralatan pembersih vakum, jika dihubungkan ke sumber tegangan fase ke netral pada tarif R1/1.300 VA selama 60 jam, maka biaya pemakaian energi listrik sebesar Rp. 79.630,-. Sedangkan bila vacuum cleaner tersebut mendapat suplai listrik hasil modifikasi, maka total biaya pemakaian adalah Rp 70.955,- yang merupakan penjumlahan biaya pada kWH meter<sub>1</sub> sebesar Rp 46.113,- dan kWH meter<sub>2</sub> sebesar Rp. 24.842,-. Selisih biaya terjadi adalah Rp (79.630 - 70.955) = Rp. 8.676,-.

Kondisi tersebut di atas menjadi potensi kerugian bagi PLN, dikarenakan listrik yang terjual kepada pelanggan tidak mendapat rupiah pendapatan sesuai dengan tarif yang ditentukan.

Selain tentang pembagian daya pada kedua kWH, hal lain yang terjadi adalah arah putaran piringan ke kiri atau putaran mundur kWH pada salah satu kWH meter. Untuk kondisi putaran ke kiri atau putaran mundur ini dapat berakibat

memutar mundur juga mekanisme register angka penunjukan kWh. Itu bisa terjadi pada kWh meter tipe lama. Sedangkan untuk tipe baru, walau piringan berputar ke kiri (mundur) namun mekanisme register angka tetap maju atau bergerak naik.

#### IV. KESIMPULAN

Suplai tegangan dengan fase yang berbeda pada satu persil yang memiliki kWh lebih dari 1 (satu) unit berpotensi dimanfaatkan oleh pelanggan dengan melakukan penggabungan fase yang berbeda untuk mensuplai peralatan listrik milik pelanggan, tanpa mengubah instalasi kWh meter.

PLN selaku penyedia jasa kelistrikan dapat mengambil langkah strategis yang bersifat korektif misalnya dengan menetapkan peraturan penetapan fase tegangan bagi pelanggan yang memiliki kWh meter lebih dari 1. Selain itu optimalisasi pengawasan di lapangan terhadap pembagian fase tegangan di setiap persil pelanggan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012 tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik.
- [2]. PLN Pusdiklat. Materi Diklat Prajabatan. Pengenalan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) TR Pengawatan Langsung.
- [3]. Keputusan Direksi PT PLN (Persero) Nomor : 473.K/DIR/2010 : Buku 3 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik.
- [4]. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI Nomor 28 Tahun 2016 tanggal 13 Oktober 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).
- [5]. Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor : 0017.P/DIR/2015 tanggal 28 Agustus 2015 tentang Program Peningkatan dan Pengendalian Penjualan Tenaga Listrik.
- [6]. Tarif Tenaga Listrik Tahun 2022 : Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (*Tariff Adjustment*) Oktober – Desember 2022.  
<https://web.pln.co.id/statics/uploads/2022/09/TT L-OKT-DES.jpg>
- [7]. Kartika Imasari Tjiptodjojo. "Odd Price Harga Psikologi dan Perilaku Konsumen dlm Purchase Decision Making." *Jurnal Manajemen*, Vol.11, No.2, Mei 2012
- [8]. SPLN 1 : 1978. Tegangan-Tegangan Standar Perusahaan Umum Listrik Negara.
- [9]. SNI No. 04-0225-2000 : Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).
- [10]. Kurniadi, Fadjar. "Redesain penampang kabel wiring APP pelanggan TM untuk perbaikan akurasi pengukuran kWh." *Energi & Kelistrikan* vol. 12, no. 2 hal. 165-169, 2020.
- [11]. Sari, Intan Permata, Yuwaldi Away, and Zulhelmi Zulhelmi. "Desain Sistem Verifikasi Pemakaian Listrik pada kWh-Meter Analog secara Visual Berbasis Atmega 328P." *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro* 4, no. 3, hal 1-5. 2019.
- [12]. Darma, Surya, Yusmartato Yusmartato, and Akhiruddin Akhiruddin. "Studi sistem peneraan kWh meter." *JET (Journal of Electrical Technology)* vol. 4, no. 3 hal. 158-165, 2019.
- [13]. Razikin, Abang. "Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi)." *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* vol. 1, no. 1, 2019.
- [14]. Son, Jeckson. "Analisa Data Hasil Pengukuran Beban Motor Listrik 1 Fasa pada kWh Analog dan kWh Digital." *Electrician* vol. 15, no. 3, hal. 181-191, 2021.
- [15]. M. Naim. "Pengaruh Modifikasi Belitan Stator Motor Induksi Satu Fasa Starting Kapasitor Pada Mesin Bor Meja Terhadap Arus dan Daya listrik serta Putaran Motor". *VERTEX ELEKTRO*, vol. 12, no. 2, pp. 34–43, 2020, doi: 10.26618/jte.v12i2.4228.
- [16]. Yendi, Esye, and Lesmana Sigit. "Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan." *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik* vol. 11, no. 1, hal, 103-113, 2021.