

## Analisis Tahanan Kontak Pada Pemisah (Pms) 150kv Berdasarkan Hasil Pemeliharaan Di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami

Noer Soedjarwanto, M.<sup>1)</sup>, Kenya Excellentia Kines<sup>2)</sup>, Saka Arif Aulia<sup>3)</sup>

Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No 1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141; +62 721 702767

<sup>1)</sup> noersoedjarwanto@gmail.com

<sup>2)</sup> kenyakines@gmail.com

<sup>3)</sup> sakaarif08@gmail.com

### Abstract

The substation is a part of the electricity distribution system from consumer generators. To maintain the operation of the substation in optimal condition, maintenance or upkeep needs to be carried out in accordance with applicable maintenance standards. One of the equipment that requires routine maintenance at the main substation is the Separator (PMS). The disconnector (PMS) functions as protective equipment installed at the main substation and functions to disconnect and connect electrical power in a no-load condition. For this reason, maintenance needs to be carried out which aims to maintain the performance of the Separator. In this practical work report, tests were carried out on the knives or contacts on the Separator (PMS) to determine the contact resistance value. Next, this value is processed to determine the value of Power Loss, Electrical Energy Loss, and Electricity Costs and to determine whether or not it is necessary to repair the Separator (PMS). The results of the 150 kV Separator contact resistance (PMS) test in the Tarahan 1 Conductor bay of the Sutami Main Substation in the R, S and Contact Resistance phases are in the normal category because they meet the permitted standards, namely  $R < 100 \mu\Omega$ . This means that the Contact Resistance tested is still in good condition and the PMS does not require further repairs and the calculation results show that the largest electricity costs occur in Phase S when the injection current is 300A, amounting to Rp. 1,098,938 and the lowest electricity costs occur in Phase R when the injection current is 100A, amounting to Rp. 89,397.

**Keywords:** Substation, Separator (PMS), Contact Resistance.

### 1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat karena digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk kebutuhan konsumtif maupun produktif. Di Indonesia yang bertanggung jawab untuk menyediakan dan mendistribusikan listrik kepada masyarakat adalah PT. PLN. Untuk mendistribusikan listrik kepada masyarakat dihubungkan melalui Gardu Induk [1].

Gardu Induk merupakan sub sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit menuju konsumen. Untuk menjaga agar pengoperasian Gardu Induk dalam kondisi maksimal, maka perlu dilakukan perawatan atau pemeliharaan sesuai dengan standar perawatan yang berlaku. Salah satu peralatan yang memerlukan perawatan secara rutin di Gardu Induk adalah perawatan pada *Disconnecting Switch* atau Pemisah (PMS).

Penelitian ini dilakukan pengujian pada pisau-pisau atau kontak pada *Disconnecting switch* atau pemisah (PMS) untuk mengetahui nilai tahanan kontak. Selanjutnya nilai tersebut dihitung untuk mengetahui nilai Rugi Daya, Rugi Energi Listrik, serta Biaya Listrik. Pengujian ini juga dapat mengetahui perlu tidaknya untuk melakukan

perbaikan pada *Disconnecting switch* atau pemisah (PMS).

### 2. Metode Penelitian

#### 2.1. Pemisah (PMS)

*Disconnecting switch* atau pemisah (PMS) suatu peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik dalam kondisi tidak bertegangan tanpa arus beban. Sesuai dengan fungsinya pemisah dibagi menjadi dua yaitu

- a. Pemisah Peralatan: Saklar pemisah peralatan ini berfungsi untuk mengisolasi atau melindungi peralatan listrik dari peralatan-peralatan lainnya pada suatu instalasi bertegangan tinggi. Saklar pemisah ini harus dioperasikan saat kondisi tanpa beban. Jadi harus diperhatikan bahwa pada waktu pelepasan sedang tidak ada arus yang mengalir pada peralatan[2].
- b. Pemisah Tanah (Pisau Pentanahan/Pembumian): Berfungsi untuk mengamankan dari arus tegangan yang timbul sesudah saluran tegangan tinggi diputuskan dapat juga untuk mengamankan dari tegangan induksi yang berasal dari kabel penghantar atau kabel-kabel yang lainnya. Hal ini perlu untuk keamanan bagi orang-orang yang bekerja pada peralatan instalasi[1].



Gambar 1 Pemisah (PMS) (Sumber: Gardu Induk Sutami)

## 2.2. Prinsip Kerja Pemisah (PMS)

Pada dasarnya PMS dipakai untuk membebaskan PMT dari tegangan yang mengalir pada PMT tersebut. Agar dapat dilakukan perawatan atau perbaikan pada PMT tersebut, maka PMS harus dibuka agar pada PMT tersebut tidak terdapat tegangan dan PMT aman bagi teknisi yang akan melakukan perawatan. Pada PMS terdapat mekanisme *interlocking* yang berfungsi untuk mengamankan pembukaan dan penutupan PMS[3].

Mekanisme *interlocking* tersebut adalah sebagai berikut:

- PMS tidak dapat ditutup ketika PMT dalam posisi tertutup.
- Saklar pembumian (*Earthing Switch*) dapat di tutup hanya pada saat PMS dalam keadaan terbuka.
- PMS dapat di tutup ketika PMT dan Saklar pembumian terbuka.
- PMT dapat ditutup hanya ketika PMS dalam kondisi telah terbuka atau telah tertutup.

## 2.3. Komponen Pemisah (PMS)

Pemisah terdiri dari beberapa komponen yang masing-masing mempunyai fungsinya adalah sebagai berikut:

### A. Isolator

Isolator adalah alat yang berfungsi sebagai isolasi dan pemegang mekanis dari perlengkapan atau penghantar yang dikenai beda potensial. Jika isolator gagal dalam kegunaannya memisahkan antara dua saluran maupun saluran dengan pentanahan maka penyaluran energi tersebut akan gagal atau tidak optimal[4]. Isolator berbentuk piringan-piringan yang terbuat dari bahan porselin atau komposit yang ukurannya disesuaikan dengan tegangan, jenis, ukuran penghantar, kekuatan mekanis dan konstruksi penopangnya[1].



Gambar 2 Isolator PMS (Sumber: Gardu Induk Sutami)

### B. Primary

Subsistem primary merupakan bagian dari PMS yang bersifat konduktif dan berfungsi untuk menghantarkan/mengalirkan arus listrik[4].

### C. Drive Mechanism / Mekanik Penggerak

Memposisikan pisau/kontak PMS untuk membuka dan menutup yang terdiri dari Stang/Tuas Penggerak dan Tenaga Penggerak. Berikut merupakan jenis-jenis tenaga penggerak PMS:

#### 1. Secara Manual

Pengoperasian PMS ini (membuka /menutup) secara manual dengan memutar/ menggerakkan lengan PMS melalui fasilitas mekanik[2].

#### 2. Tenaga penggerak dengan motor

Pengoperasian PMS ini (membuka/menutup) dengan memutar/ menggerakkan lengan PMS melalui fasilitas penggerak dengan motor[5].

#### 3. Tenaga penggerak pneumatik (tekanan udara)

Pengoperasian PMS ini (membuka/menutup) dengan memutar/menggerakkan lengan PMS melalui fasilitas penggerak dengan pneumatik (tekanan udara)[3].

### D. Grounding

Sistem pentanahan atau biasa disebut sebagai grounding adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik, petir dll[4]. Fungsi pentanahan peralatan listrik adalah untuk menghindari bahaya tegangan sentuh bila terjadi gangguan atau kegagalan isolasi pada peralatan /instalasi[6].



Gambar 3 Grounding PMS (Sumber: Gardu Induk Sutami)

E. Secondary

Terdiri dari lemari mekanik, terminal dan wiring kontrol. Berikut merupakan fungsi dari masing-masing peralatan tersebut:

1. Lemari Mekanik

Untuk melindungi peralatan tegangan rendah dan sebagai tempat secondary equipment. Jenis lemari mekanik ada dua yaitu lemari dan box[7].

2. Kontrol dan Auxillary

Pada lemari mekanik terdapat terminal dan wiring kontrol. Memberikan trigger pada subsystem mekanik penggerak untuk membuka dan menutup pisau/kontak PMS[2].

F. Pisau pentanahan

Berfungsi untuk mentanahkan/membumikan tegangan induksi atau tegangan sisa sesudah jaringan diputus dari sumber tegangan. Pemisah tanah atau Earth Switch mempunyai sistem interlock dengan pemisah penghantar dimana jika pemisah dalam posisi masuk maka pemisah tanah posisi keluar, begitu pula sebaliknya[7].

2.4. Shutdown Measurement

Shutdown measurement merupakan pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur dengan periode 2 tahunan. Umumnya peralatan PMS yang baru selesai pemasangan sebelum dioperasikan maupun yang sudah jatuh tempo pemeliharaan, perlu dilakukan pengujian – pengujian untuk mendapatkan unjuk kerja dari peralatan tersebut. dalam keadaan peralatan tidak beroperasi[8]. Salah satu contoh Shutdown measurement adalah Pengujian Tahanan Kontak Pisau - Pisau PMS.

2.5. Portable Micro-Ohmmeter RMO-G Series

RMO-G Series adalah mikro-ohmmeter portabel yang dirancang untuk pengukuran resistansi kontak benda uji non-induktif dan aplikasi dengan persyaratan keselamatan yang ditingkatkan. Ini menguji pemutus sirkuit tegangan menengah dan tinggi, sakelar pemutusan, sambungan bus bar arus tinggi, sambungan kabel, dan tautan arus tinggi lainnya[9]. Karena fungsi Grounded Kedua Sisi dan Kontrol Jarak Jauh, instrumen secara akurat mengukur bahkan di lingkungan yang paling menuntut, memberikan keamanan tambahan untuk personel pengujian[5].



Gambar 4 Alat Ukur Tahanan Kontak (Sumber: Gardu Induk Sutami)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Tahanan Kontak

Berdasarkan hasil pemeliharaan Pemisah (PMS) 150 kV pada Bay Penghantar Tarahan 1 di Gardu Induk Sutami tanggal 18 Juli 2023, didapatkan data pengukuran Tahanan Kontak sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tahanan Kontak PMS.

No	Arus injeksi (A)	Tahanan Kontak PMS			Acuan
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	
1.	100	8.2	11	11.5	R < 100
2.	200	8.5	11.6	11.2	
3.	300	8.6	11.2	11.1	

Berdasarkan Tabel 1 yang merupakan data hasil dari pengujian yang dilakukan pada tahanan kontak PMS 150 kV pada Bay Penghantar Tarahan 1 di Gardu Induk Sutami. Dapat dilihat bahwa hasil pengukuran Tahanan Kontak pada Fasa R,S dan T tergolong baik dan masih memenuhi standart pemeliharaan PLN (<100 μΩ) sehingga dapat disimpulkan bahwa PMS masih dalam keadaan baik dan aman untuk dioperasikan. Sehingga PMS 150 kV Pada Bay Penghantar Tarahan 1 di Gardu Induk Sutami tidak perlu dilakukan perbaikan atau penanganan lebih lanjut. Setelah kita ketahui nilai tahanan Kontaknya, Maka kita dapat menghitung rugi-rugi daya dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{loss} = I^2 \times R \dots\dots\dots(1)[7].$$

Dimana :

$P_{loss}$  =Rugi Daya (watt)

I = Arus (Ampere)

R = Resistansi (Ohm) (2 – 1)

Berikut merupakan hasil perhitungan Rugi-rugi daya pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 100 A:

$$\begin{aligned} P_{loss \text{ Fasa R}} &= I^2 \times R \\ &= (100)^2 \times (8.2 \times 10^{-6}) \\ &= 0.082 \text{ W} \\ &= 0.000082 \text{ kW} \end{aligned} \quad (2 - 2)$$

$$\begin{aligned} P_{loss \text{ Fasa S}} &= I^2 \times R \\ &= (100)^2 \times (11 \times 10^{-6}) \\ &= 0.11 \text{ W} \\ &= 0.00011 \text{ kW} \end{aligned} \quad (2 - 3)$$

$$P_{loss \text{ Fasa T}} = I^2 \times R$$

$$\begin{aligned}
 &= (100)^2 \\
 &\times (11.5 \times 10^{-6}) \\
 &= 0.115 \text{ W} \\
 &= 0.000115 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{2-4}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan Rugi-rugi daya pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 200 A:

- $$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Fasa R}} &= I^2 \times R \\
 &= (200)^2 \times (8.5 \\
 &\times 10^{-6}) \\
 &= 0.34 \text{ W} \\
 &= 0.00034 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{2-5}$$

- $$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Fasa S}} &= I^2 \times R \\
 &= (200)^2 \\
 &\times (11.6 \times 10^{-6}) \\
 &= 0.464 \text{ W} \\
 &= 0.000464 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{2-6}$$

- $$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Fasa T}} &= I^2 \times R \\
 &= (200)^2 \\
 &\times (11.2 \times 10^{-6}) \\
 &= 0.448 \text{ W} \\
 &= 0.000448 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{2-7}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan Rugi-rugi daya pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 300 A:

- $$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Fasa R}} &= I^2 \times R \\
 &= (300)^2 \times (8.6 \\
 &\times 10^{-6}) \\
 &= 0.774 \text{ W} \\
 &= 0.000774 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{2-8}$$

- $$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Fasa S}} &= I^2 \times R \\
 &= (300)^2 \\
 &\times (11.2 \times 10^{-6}) \\
 &= 1,008 \text{ W} \\
 &= 0,001008 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{2-9}$$

- $$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Fasa T}} &= I^2 \times R \\
 &= (300)^2 \\
 &\times (11.1 \times 10^{-6}) \\
 &= 0,999 \text{ W} \\
 &= 0,000999 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{2-10}$$

Berikut merupakan Tabel hasil perhitungan rugi-rugi daya pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1:

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Rugi Daya PMS

No	Arus Injeksi (A)	Rugi-Rugi Daya (kW)		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T
1.	100	0.000082	0.00011	0.000115

2.	200	0.00034	0.000464	0.000448
3.	300	0.000774	0.001008	0.000999

Berdasarkan Tabel 2 diatas dengan Mengasumsikan waktu selama 30 hari adalah 720 jam (30 hari  $\times$  24 jam = 720 jam). Maka perhitungan Rugi Energi Listrik yang hilang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$W_{\text{loss}} = P_{\text{loss}} \times t \dots\dots\dots(2-11)$$

Dimana :

$W_{\text{loss}}$  = Rugi Energi Listrik (kWh)

$P_{\text{loss}}$  = Rugi Daya (watt)

t = waktu (jam)

Berikut merupakan hasil perhitungan Rugi Energi Listrik pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 100 A:

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa R}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.000082 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.05904 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-12}$$

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa S}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.00011 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.0792 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-13}$$

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa T}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.000115 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.0828 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-14}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan Rugi Energi Listrik pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 200 A:

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa R}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.00034 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.2448 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-15}$$

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa S}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.000464 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.33408 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-16}$$

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa T}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.000448 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.32256 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-17}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan Rugi Energi Listrik pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 300 A:

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa R}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.000774 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.55728 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-18}$$

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa S}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.001008 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.72576 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-19}$$

- $$\begin{aligned}
 W_{\text{loss Fasa T}} &= P_{\text{loss}} \times t \\
 &= 0.000999 \times 720 \text{ jam} \\
 &= 0.71928 \text{ kWh}
 \end{aligned}
 \tag{2-20}$$

Berikut merupakan Tabel hasil perhitungan Rugi Energi Listrik pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1:

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Rugi Energi Listrik PMS

No	Arus Injeksi (A)	Rugi-Rugi Energi (kWh)		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T
1.	100	0.05904	0.0792	0.0828
2.	200	0.2448	0.33408	0.32256
3.	300	0.55728	0.72576	0.71928

### 3.2. Perhitungan Rugi-rugi daya Tahanan Kontak terhadap Biaya Listrik

Dengan menghitung tentang tarif listrik yang hilang maka kita dapat memperkirakan berapa biaya dan kerugian yang di akibatkan oleh tahanan kontak pada PMS. Untuk mengetahui besarnya Biaya Listrik yang harus dibayarkan yang disebabkan oleh adanya Rugi Energi Listrik dengan asumsi selama 30 hari. Penentuan biaya listrik dapat dilakukan dengan melihat Tarif Dasar Listrik (TDL) yang ada di website PT. PLN (Persero). Yang dimana penelitian ini menggunakan TDL pada Juli-September 2023.

Tabel 4. Data Tarif Dasar Listrik (TDL) pada Juli-September 2023

No	Golongan Tarif/Daya	Tarif (Rp/kWh)
1.	900 VA	1.352,00
2.	1.300 VA	1.444,70
3.	2.200 VA	1.444,70
4.	3.500 s.d. 5.500 VA	1.699,53
5.	6.000 VA ke atas	1.699,53
6.	6.600 VA s.d. 200 kVA	1.444,70
Rata-rata tarif		1.514,19

Berdasarkan Tabel 4 maka rata-rata harga listrik per kWh adalah Rp 1.514,19 /kWh. Besarnya biaya listrik dengan asumsi selama 30 hari dihitung dengan mengalikan Rugi Energi Listrik yang hilang selama 30 hari dengan rata-rata tarif dasar listrik. Perhitungan biaya listrik dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Biaya = W_{loss} \times TDL \dots \dots \dots (2 - 21)$$

Dimana :

Biaya = Biaya yang harus dibayar (Rp)

$W_{loss}$  = Rugi Energi Listrik (kWh)

TDL = Rata-rata tarif dasar listrik

Berikut merupakan hasil perhitungan Tarif Listrik pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 100 A:

- $$Biaya Fasa R = W_{loss} \times TDL$$

$$= 0.05904 \times Rp 1.514,19$$

$$= Rp 89,397 \quad (2 - 22)$$

- $$Biaya Fasa S = W_{loss} \times TDL$$

$$= 0.0792 \times Rp 1.514,19$$

$$= Rp 119,923 \quad (2 - 23)$$

- $$Biaya Fasa T = W_{loss} \times TDL$$

$$= 0.0828 \times Rp 1.514,19$$

$$= Rp 125,374 \quad (2 - 24)$$

Berikut merupakan hasil perhitungan Tarif Listrik pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 200 A:

- $$Biaya Fasa R = W_{loss} \times TDL$$

$$= 0.2448 \times Rp 1.514,19$$

$$= Rp 370,673 \quad (2 - 25)$$

- $$Biaya Fasa S = W_{loss} \times TDL$$

$$= 0.33408 \times Rp 1.514,19$$

$$= Rp 505,860 \quad (2 - 26)$$

- $$Biaya Fasa T = W_{loss} \times TDL$$

$$= 0.32256 \times Rp 1.514,19$$

$$= Rp 488,417 \quad (2 - 27)$$

Berikut merupakan hasil perhitungan Tarif Listrik pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1 dengan arus uji 300 A:

- $$Biaya Fasa R = W_{loss} \times TDL$$

$$= 0.55728 \times Rp 1.514,19$$

$$= \text{Rp } 843,827 \quad (2 - 28)$$

- $Biaya \text{ Fasa } S = W_{loss} \times TDL$ 

$$= 0.72576 \times \text{Rp } 1.514,19$$

$$= \text{Rp } 1.098,938 \quad (2 - 29)$$

- $Biaya \text{ Fasa } T = W_{loss} \times TDL$ 

$$= 0.71928 \times \text{Rp } 1.514,19$$

$$= \text{Rp } 1.089,126 \quad (2 - 30)$$

Berikut merupakan Tabel Biaya Listrik Tahanan Kontak PMS pada PMS 150 kV di Bay Penghantar Tarahan 1:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Biaya Listrik Tahanan Kontak PMS

Arus Injeksi (A)	Fasa	Parameter		
		Rugi Daya (kW)	Rugi Energi Listrik (kWh)	Biaya (Rp.)
100	R	0.000082	0.05904	89,397
	S	0.00011	0.0729	119,923
	T	0.000115	0.0828	125,374
200	R	0.00034	0.2448	370,673
	S	0.000464	0.33408	505,860
	T	0.000448	0.32256	488,417
300	R	0.000774	0.55728	843,827
	S	0.001008	0.72576	1.098,938
	T	0.000999	0.71928	1.089,126

Berdasarkan Tabel 5 pada bagian Rugi Daya dapat dianalisis bahwa nilai rugi-rugi daya yang didapatkan berbeda-beda di tiap fasa yang dipengaruhi oleh perbedaan tahanan kontak di setiap fasa. Semakin tinggi nilai tahanan kontak maka semakin tinggi nilai rugi daya yang dihasilkan. Hal ini berlaku di setiap arus injeksi, dimana pada arus injeksi 100A, 200A dan 300A. Berdasarkan Tabel 5 pada bagian Rugi Energi Listrik dapat dianalisis bahwa nilai rugi energi listrik berbeda-beda di setiap fasa karena dipengaruhi oleh perbedaan rugi daya yang dihasilkan di setiap fasa. Semakin besar nilai

rugi daya maka semakin besar nilai rugi energi listrik yang dihasilkan dan untuk memudahkan perhitungan maka diasumsikan waktu yang sama di setiap fasanya.

Berdasarkan Tabel 5 pada Biaya Listrik dapat dianalisis bahwa nilai biaya listrik yang dihasilkan berbeda-beda di setiap fasa karena dipengaruhi oleh nilai rugi energi listrik yang berbeda di setiap fasa. Semakin besar nilai rugi energi listrik maka semakin besar nilai biaya listrik yang dihasilkan. Sedangkan untuk nilai Tarif Dasar Listrik (TDL) yang digunakan sama di setiap fasanya yaitu rata-rata harga listrik Juli-September 2023 pada Tabel 4.4.

#### 4. Kesimpulan

Hasil pengujian tahanan kontak Pemisah (PMS) 150 kV pada bay Penghantar Tarahan 1 Gardu Induk Sutami pada fasa R, S dan Tahanan Kontak tersebut masuk dalam kategori normal karena memenuhi standard yang diperbolehkan yaitu  $R < 100 \mu\Omega$ . Artinya Tahanan Kontak yang diuji masih dalam kondisi baik dan PMS tidak memerlukan perbaikan lebih lanjut. Berdasarkan hasil Perhitungan, Rugi Daya terbesar terjadi di Fasa S saat arus injeksi 300A sebesar 0.001008 kW dan Rugi Daya terendah terjadi di Fasa R saat arus injeksi 100A sebesar 0.000082 kW. Berdasarkan hasil Perhitungan, Rugi Energi Listrik terbesar terjadi di Fasa S saat arus injeksi 300A sebesar 0.72576 kWh dan Rugi Daya terendah terjadi di Fasa R saat arus injeksi 100A sebesar 0.05904 kWh. Berdasarkan hasil Perhitungan, Biaya Listrik terbesar terjadi di Fasa S saat arus injeksi 300A sebesar Rp 1.098,938 dan Biaya Listrik terendah terjadi di Fasa R saat arus injeksi 100A sebesar Rp 89,397.

#### Daftar Pustaka

- [1] M. Arnata, A. Gonibala, S. Silimang, and L. S. Patras, "Analisis Pengujian Unjuk Kerja Pemisah (Disconnecting Switch) di Gardu Induk 150kV Otam."
- [2] J. J. Rikumahu, D. R. Pattiapon, M. Jamlaay, T. Elektro, and P. N. Ambon, "PERANCANGAN PENINGKATAN KEANDALAN SISTEM TENAGA LISTRIK PADA GARDU HUBUNG POKA KOTA AMBON," *SIMENTRIK*, vol. 9, no. 1, 2019.
- [3] Dewa Ardhika Randi, "EVALUASI HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU INDUK 150 KV GONDANGREJO," 2020.
- [4] *Buku Pedoman Pemeliharaan Pemisah (PMS) No dokumen : NO.0520-2.K/DIR/2014*. Jakarta: PT. PLN (Persero), 2014.
- [5] Yusril Ardin Rumhita, "PENGUJIAN TAHANAN KONTAK PEMISAH BUS 2 BAY KUDUS 2 GARDU INDUK 150 KV SAYUNG," 2021.
- [6] R. Dwi Baskara and I. Hermawan DEA, "PEMAKAIAN DAN PEMELIHARAAN PEMISAH ( PMS ) PADA GARDU INDUK 150 KV SRONDOL PT. PLN ( PERSERO ) P3B JB REGION JAWA TENGAH DAN DIY UPT SEMARANG," 2010.
- [7] N. G. Pahiyanti, S. Sukmajati, and A. Malik, "Nilai Tahanan Kontak Pada PMS BAY Cengkareng Terhadap Rugi Daya Di Gardu Induk Duri Kosambi," *SUTET*, vol. 11, no. 2, pp. 61–70, Dec. 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1557.

- [8] T. S. Novalin and R. Hidayat, "Analisis Pengujian Tahanan Kontak Disconnecting Switch atau PMS Terhadap Rugi Daya Penghantar di Gardu Induk Telukjambe Analysis Of Contact Resistance Testing Disconnecting Switch or PMS On Transfer Power Loss at Telukjambe Substations," 2021.
- [9] A. Siswanto, R. Alfian, and E. Subyanta, "ANALISIS KINERJA PMS REL 2 BAY TRAF0 6 MENGGUNAKAN THERMOVISION METHODE DI GARDU INDUK SUNYARAGI," *Foristek*, vol. 11, no. 2, Dec. 2021, doi: 10.54757/fs.v11i2.113.