

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

Theresia Shintauli Novalin ¹, Rahmat Hidayat ²

^{1,2}Universitas Singaperbangsa Karawang

¹theresia.novalin17131@student.unsika.ac.id, ²rahmat.hidayat@staff.unsika.ac.id

Abstrak

Gardu Induk merupakan sub sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit menuju konsumen. Salah satu peralatan yang terdapat pada Gardu Induk adalah *Disconnecting Switch* atau Pemisah (PMS), Peralatan tersebut berfungsi sebagai saklar pemisah rangkaian listrik tanpa arus beban. Pengujian Tahanan Kontak perlu dilakukan untuk mengetahui nilai Tahanan Kontak dan resistansi pada kontak tersebut karena berpengaruh terhadap rugi daya pada penghantar. Penelitian ini dilakukan pada Busbar 1 dan 2 di Gardu Induk 150 KV Telukjambe. Setelah dilakukan perhitungan dan analisa maka dapat disimpulkan bahwa nilai Tahanan Kontak mempengaruhi nilai rugi daya dan nilai Tahanan Kontak tersebut masuk dalam kategori normal karena nilai standart yang diperbolehkan yakni 100 $\mu\Omega$, maka perbaikan tidak perlu dilakukan. Dengan Mengasumsi waktu satu bulan untuk menghitung dan menganalisa rugi daya, Rugi Energi listrik maka Rugi Daya terbesar terjadi pada Busbar 1 fasa R yaitu sebesar 0,0003 kW dan Rugi Daya terendah pada busbar 2 fasa S dan T yaitu sebesar 0,00009 kW, Rugi Energi Listrik terbesar terjadi pada Busbar 1 fasa R yaitu sebesar 0,216 kWh dan Rugi Energi Listrik terendah pada Busbar 2 fasa S dan T yaitu sebesar 0,0648kWh Semakin besar nilai Rugi Daya maka semakin besar Nilai Rugi Energi Listriknya.

Kata kunci : *Disconnecting Switch*, Pemisah (PMS), Rugi Daya, Tahanan Kontak

Abstract

One of the equipment contained in the Substation is a *Disconnecting Switch* or Separator (PMS), the equipment functions as an electrical circuit separator switch without a load current. The contact resistance test needs to be carried out to determine the value of the contact resistance and the resistance in the contact because it affects the power loss in the conductor. This research was conducted on Busbars 1 and 2 at the 150 KV Substation Telukjambe. After calculation and analysis, it can be said that the contact resistance value is included in the normal category because the permissible standard value is 100, so repairs do not need to be made. By assuming one month to calculate and analyze power loss, electrical energy loss, the largest power loss occurs in busbar 1 phase R, which is 0.0003 kW and the lowest power loss is on busbar 2 phase S and T, which is 0.00009 kW, loss The largest Electrical Energy occurs in Busbar 1 phase R, which is 0.216 kWh and the lowest Electrical Energy Loss is in Busbar 2 phase S and T, which is 0.0648kWh. The greater the value of Power Loss, the greater the Value of Electrical Energy Loss.

Keywords: *Disconnecting Switch*, Separator (PMS), Power Loss, Contact Resistance

1. PENDAHULUAN

Sistem Tenaga listrik merupakan hal yang penting untuk keberlangsungan hidup manusia karena merupakan energi primer yang dibutuhkan karena setiap tahunnya penggunaan listrik selalu

meningkat tetapi tidak selamanya sistem tenaga listrik berfungsi normal, karena kenyataannya selalu terjadi kondisi abnormal (adanya gangguan) [1].

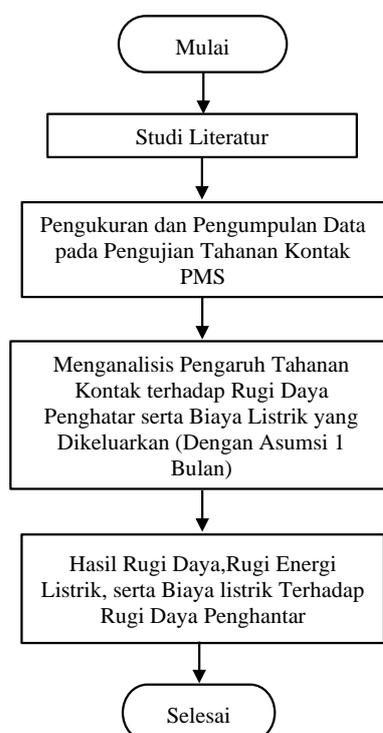
Gardu Induk merupakan suatu sistem pada kelistrikan kelistrikan yang dapat berfungsi dalam menyalurkan daya listrik yang akan disalurkan kepada konsumen [2]. Pada gardu induk terdapat salah satu komponen yaitu Disconnecting switch atau pemisah (Pms) yang berfungsi sebagai saklar untuk memisahkan rangkaian listrik yang tidak berarus atau dapat memisahkan peralatan listrik dari peralatan bertegangan lainnya, pada kondisi tanpa beban dapat dilakukan penutupan atau pembukaan pada Disconnecting switch atau pemisah (Pms) [3]. Untuk Meningkatkan jaminan jaringan listrik yang aman dan meningkatkan Kesehatan komponen pada gardu induk perlu adanya pemeliharaan peralatan [4].

Pada Disconnecting switch atau pemisah (Pms) terdapat bagian komponen salah satunya pisau-pisau atau kontak pada PMS yang berfungsi sebagai memisahkan atau menghubungkan bagian-bagian yang bertegangan [5]. Pengujian tahanan kontak merupakan pengukuran yang dilakukan untuk pemeliharaan PMS itu sendiri. Oleh karna itu Disconnecting switch atau pemisah (PMS) dapat bekerja efektif perlu dilakukan pemeliharaan dan perawatan. Sesuai standart PT PLN (Persero) 100 $\mu\Omega$ merupakan nilai maksimal tahanan kontak yang diperbolehkan [6]. Daya listrik merupakan jumlah energi yang dihasilkan pada sebuah rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik.[7].

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

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Metodologi Penelitian

2.2.1 Studi Litelatur

Studi literatur dilakukan sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian “Analisis Pengujian Tahanan Kontak Disconnecting Switch atau PMS Terhadap Rugi Daya Penghantar di Gardu Induk 150 KV Telukjambe UPT Karawang”. Studi yang dilakukan penulis yaitu pengumpulan referensi dari penelitian sebelumnya, arsip, jurnal, buku-buku, atau dokumen-dokumen yang dapat mendukung permasalahan yang dikaji sebagai referensi.

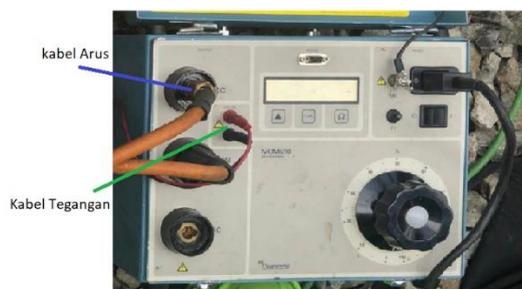
2.2.2 Pengukuran dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dengan melakukan pengukuran secara langsung pada Disconnecting Switch atau PMS pada Busbar 1 dan 2 di Gardu Induk 150 KV Telukjambe PT PLN (Persero) UPT Karawang. Dalam proses pengukuran langsung dilakukan sesuai prosedur yang diterapkan seperti K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) [8]. dan pedoman yang ada. Serta meminta data yang diperlukan untuk Analisa dan perhitungan pada penelitian ini. adapun data-data yang diperlukan sebagai berikut :

1. Data nilai Tahanan Kontak (Ω) setiap fasa pada busbar 1 dan 2.
2. Data nilai Arus (Ampere) yang disalurkan setiap fasa pada busbar 1 dan 2.
3. Data Tarif Dasar Listrik (TDL) dengan subsidi dan Non-subsidi bulan januari 2020.

2.2.3 Peralatan yang Digunakan

Pada Gambar 1 merupakan alat untuk pengukuran tahanan kontak pada Disconnecting Switch atau PMS, Megger-MOM690 Microhmmeter berfungsi mengukur resistansi kontak yang meningkat karna oksidasi, sambungan ulir yang kendor atau tidak dikencangkan sehingga suhu meningkat secara tidak normal pada titik-titik kontak. Megger-MOM690 Microhmmeter dapat mendeteksi masalah tersebut sejak dini sehingga dapat diperbaiki sebelum kerusakan parah [9].



Gambar 2 Alat ukur Megger-MOM690 Microhmmeter

2.2.3 Metode Pengolahan Data

1. Perhitungan Rugi Daya

Perhitungan Rugi Daya digunakan untuk mengetahui daya yang hilang dalam Penyaluran daya listrik ke suatu beban. Perhitungan Rugi Daya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_{loss} = I^2 \times R \quad (1)$$

dimana :

P_{loss} = Rugi Daya (watt)

I = Arus (Ampere)

R = Resistansi (Ohm)

2. Perhitungan Rugi Energi Listrik

Dengan Mengasumsikan waktu selama 30 hari atau 720 jam (30 hari \times 24 jam = 720 jam). Maka perhitungan Rugi Energi Listrik yang hilang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$W_{loss} = P_{loss} \times t \quad (2)$$

dimana :

W_{loss} = Rugi Energi Listrik (kWh)

P_{loss} = Rugi Daya (watt)

t = waktu (jam)

3. Perhitungan Biaya Listrik

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), penelitian ini menggunakan TDL pada Januari 2020 [10].

Tabel 1 Data Tarif Dasar Listrik (TDL) dengan Subsidi dan Non Subsidi Bulan Januari 2020

| No | Golongan Tarif/Daya | Tarif (Rp/kWh) | Keterangan |
|-----------------|---------------------|------------------|--------------|
| 1 | 450 VA | Rp 415 /kWh | Subsidi |
| 2 | 900 VA | Rp 586 /kWh | Subsidi |
| 3 | 900 VA | Rp 1.352 /kWh | Non- Subsidi |
| 4 | 1.300 VA | Rp 1.467,28 /kWh | Non- Subsidi |
| 5 | 2.200 VA | Rp 1.467,28 /kWh | Non- Subsidi |
| 6 | 3.500-5.500 VA | Rp 1.467,28 /kWh | Non- Subsidi |
| 7 | 6.600 VA ke atas | Rp 1.467,28 /kWh | Non- Subsidi |
| Rata-rata tarif | | Rp 1.174,59 /kWh | |

Berdasarkan table 1 maka rata-rata harga listrik per kWh adalah Rp 1.174,59 /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 :

$$\text{Biaya} = W_{loss} \times \text{TDL} \quad (3)$$

dimana :

Biaya = Biaya yang harus dibayar (Rp)

W_{loss} = Rugi Energi Listrik (kWh)

TDL = Rata-rata tarif dasar listrik

3. PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran tahanan kontak pada *Disconnecting Switch* atau PMS setiap Fase memiliki nilai tahanan kontak yang berbeda-beda. Data nilai dari pengukuran tahanan kontak pada

Disconnecting Switch atau PMS pada Busbar 1 dan 2 di Gardu Induk 150 KV Telukjambe PT PLN (Persero) UPT Karawang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Nilai Tahanan Kotak *Disconnecting Switch* atau PMS pada Busbar 1 Dan 2

| No | Lokasi | Tahanan Kontak ($\mu\Omega$) | | | Standard |
|----|----------|--------------------------------|---------|---------|------------------|
| | | Phasa R | Phasa S | Phasa T | |
| 1 | Busbar 1 | 30 | 12 | 21 | <100 $\mu\Omega$ |
| 2 | Busbar 2 | 10 | 9 | 9 | |

Pada *Disconnecting Switch* atau PMS setiap fasa terdapat arus yang mengalir, Arus yang dialiri alat ukur Megger-MOM690 Microhmmeter memiliki nilai arus yang sama pada setiap fasa yaitu 100 *Ampere* nilai ini merupakan nilai maksimal pada alat tersebut. Berikut disajikan pada tabel 3, data arus yang dialiri oleh alat ukur Megger-MOM690 Microhmmeter pada Busbar 1 dan 2.

Tabel 3 Nilai Arus *Disconnecting Switch* atau PMS pada Busbar 1 Dan 2

| No | Lokasi | Nilai Arus (A) |
|----|----------|----------------|
| 1 | Busbar 1 | 100 |
| 2 | Busbar 2 | 100 |

A. Hasil Rugi Daya

Adapun perhitungan Nilai Rugi Daya tiga fasa pada busbar 1 dan 2 sebagai berikut :
Busbar 1

$$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Phasa R}} &= I^2 \times R \\
 &= (100 \text{ A})^2 \times (30 \times 10^{-6} \Omega) \\
 &= 0,3 \text{ W} \\
 &= 0,0003 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Phasa S}} &= I^2 \times R \\
 &= (100 \text{ A})^2 \times (12 \times 10^{-6} \Omega) \\
 &= 0,12 \text{ W} \\
 &= 0,00012 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Phasa T}} &= I^2 \times R \\
 &= (100 \text{ A})^2 \times (21 \times 10^{-6} \Omega) \\
 &= 0,21 \text{ W} \\
 &= 0,00021 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Busbar 2

$$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Phasa R}} &= I^2 \times R \\
 &= (100 \text{ A})^2 \times (10 \times 10^{-6} \Omega) \\
 &= 0,1 \text{ W} \\
 &= 0,0001 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{loss Phasa S}} &= I^2 \times R \\
 &= (100 \text{ A})^2 \times (9 \times 10^{-6} \Omega) \\
 &= 0,09 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$= \mathbf{0,00009 \text{ kW}}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{loss Phasa T}} &= I^2 \times R \\ &= (100 \text{ A})^2 \times (9 \times 10^{-6} \Omega) \\ &= \mathbf{0,09 \text{ W}} \\ &= \mathbf{0,00009 \text{ kW}} \end{aligned}$$

B. Hasil Rugi Energi Listrik

Adapun perhitungan Nilai Rugi Energi Listrik tiga fasa pada busbar 1 dan 2 sebagai berikut :
Busbar 1

$$\begin{aligned} W_{\text{loss Phasa R}} &= P_{\text{loss}} \times t \\ &= 0,0003 \text{ kW} \times 720 \text{ jam} \\ &= \mathbf{0,216 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{loss Phasa S}} &= P_{\text{loss}} \times t \\ &= 0,00012 \text{ kW} \times 720 \text{ jam} \\ &= \mathbf{0,0864 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{loss Phasa T}} &= P_{\text{loss}} \times t \\ &= 0,00021 \text{ kW} \times 720 \text{ jam} \\ &= \mathbf{0,1512 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Busbar 2

$$\begin{aligned} W_{\text{loss Phasa R}} &= P_{\text{loss}} \times t \\ &= 0,0001 \text{ kW} \times 720 \text{ jam} \\ &= \mathbf{0,072 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{loss Phasa S}} &= P_{\text{loss}} \times t \\ &= 0,00009 \text{ kW} \times 720 \text{ jam} \\ &= \mathbf{0,0648 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{loss Phasa T}} &= P_{\text{loss}} \times t \\ &= 0,00009 \text{ kW} \times 720 \text{ jam} \\ &= \mathbf{0,0648 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

C. Hasil Biaya Listrik

Adapun perhitungan Nilai Rugi Biaya Listrik tiga fasa pada busbar 1 dan 2 sebagai berikut :
Busbar 1

$$\begin{aligned} \text{Biaya Phasa R} &= W_{\text{loss}} \times \text{TDL} \\ &= 0,216 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.174,59 \\ &= \mathbf{\text{Rp } 253,71} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Phasa S} &= W_{\text{loss}} \times \text{TDL} \\ &= 0,0864 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.174,59 \\ &= \mathbf{\text{Rp } 101,48} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Phasa T} &= \mathbf{Wloss} \times \mathbf{TDL} \\
 &= 0,1512 \text{ kWh} \times \mathbf{Rp 1.174,59} \\
 &= \mathbf{Rp 177,59}
 \end{aligned}$$

Busbar 2

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Phasa R} &= \mathbf{Wloss} \times \mathbf{TDL} \\
 &= 0,072 \text{ kWh} \times \mathbf{Rp 1.174,59} \\
 &= \mathbf{Rp 84,57}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Phasa S} &= \mathbf{Wloss} \times \mathbf{TDL} \\
 &= 0,0648 \text{ kWh} \times \mathbf{Rp 1.174,59} \\
 &= \mathbf{Rp 76,11}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Phasa T} &= \mathbf{Wloss} \times \mathbf{TDL} \\
 &= 0,0648 \text{ kWh} \times \mathbf{Rp 1.174,59} \\
 &= \mathbf{Rp 76,11}
 \end{aligned}$$

D. Hasil Keseluruhan

Tabel 4 Hasil Perhitungan Keseluruhan

| Lokasi | Phasa | Parameter | | |
|----------|-------|------------|---------------------|-----------|
| | | Rugi Daya | Rugi Energi Listrik | Biaya |
| Busbar 1 | R | 0,0003 kW | 0,216 kWh | Rp 253,71 |
| | S | 0,00012 kW | 0,0864 kWh | Rp 101,48 |
| | T | 0,00021 kW | 0,1512 kWh | Rp 177,59 |
| Busbar 2 | R | 0,0001 kW | 0,072 kWh | Rp 84,57 |
| | S | 0,00009 kW | 0,0648 kWh | Rp 76,11 |
| | T | 0,00009 kW | 0,0648 kWh | Rp 76,11 |

Dari tabel 4 pada Rugi Daya dapat dianalisis bahwa nilai Rugi Daya berbeda-beda pada setiap phasa dikarenakan nilai tahanan kontak. perbedaan nilai tahanan kontak mempengaruhi nilai rugi daya, semakin tinggi nilai pada tahanan kontak maka semakin tinggi nilai rugi dayanya begitu juga sebaliknya. Sedangkan nilai arus yang dialirkan pada setiap phasa sama yaitu 100 Ampere.

Dari tabel 4 pada Rugi Energi Listrik dapat dianalisis bahwa nilai Rugi Energi Listrik berbeda-beda karena dipengaruhi nilai Rugi Daya yang dihasilkan pada setiap phasa, Semakin besar nilai Rugi Daya maka semakin besar Nilai Rugi Energi Listriknnya begitu juga sebaliknya. Sedangkan untuk waktu yang diasumsikan dapat memudahkan dalam perhitungan karna setiap phasa diberikan waktu yang sama.

Dari tabel 4 pada Biaya Listrik dapat dianalisis bahwa nilai biaya listrik berbeda-beda karena dipengaruhi nilai Rugi Energi Listrik yang dihasilkan setiap phasa, Semakin besar nilai Rugi Energi Listrik maka semakin besar nilai Biaya Listriknnya begitu juga sebaliknya. Sedangkan untuk nilai Tarif Dasar Listrik (TDL) sama setiap phasa yaitu rata-rata harga listrik januari 2020 pada tabel 1.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan rugi daya penghantar pada *Disconnecting Switch* atau PMS pada Busbar 1 dan 2 di Gardu Induk 150 KV Telukjambe PT PLN (Persero) UPT Karawang diperoleh nilai Tahanan Kontak yang berbeda-beda nilai tersebut mempengaruhi nilai rugi daya setiap phasa dan nilai Tahanan Kontak tersebut masuk dalam kategori normal hal ini disebabkan

nilai standart yang diperbolehkan yakni $100 \mu\Omega$, maka *Disconnecting Switch* atau PMS tidak perlu melakukan perbaikan.

Rugi Daya terbesar terjadi pada Busbar 1 fasa R yaitu sebesar 0,0003 kW dan Rugi Daya terendah pada busbar 2 fasa S dan T yaitu sebesar 0,00009 kW, Rugi Energi Listrik terbesar terjadi pada Busbar 1 fasa R yaitu sebesar 0,216 kWh dan Rugi Energi Listrik terendah pada Busbar 2 fasa S dan T yaitu sebesar 0,0648kWh, Biaya Listrik terbesar terjadi pada Busbar 1 fasa R yaitu sebesar Rp 253,71 dan Biaya Listrik terendah terjadi pada Busbar 2 fasa S dan T yaitu sebesar Rp 76,11.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Awaludin Muhammad, Hans Tumaliang, Sartje Silimang. 2018. Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Peralatan Listrik di Gedung Kantor PT PLN (Persero) UPT Bogor. *Jurnal Teknik Elektro – ISSN NO.2252-3472*.
- [2] Dewa ardhika randi. 2020. EVALUASI HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU INDUK 150 KV GONDANGREJO. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3] Buku Pedoman Pemeliharaan Pemisah No dokumen : NO.0520-2.K/DIR/2014, PT PLN (Persero), Jakarta. Indonesia.
- [4] Chen Fang, et all. A Survey Of Disconnecting Circuit Breaker's Application. *International Conference on Smart Grid and Electrical Automation. 2018 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA)*.
- [5] Keputusan Direksi PT. PLN (Persero) no 0520-2.K/DIR/2014.
- [6] SKDIR 114.K/DIR/2010,2010, Himpunan Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Penyaluran Tenaga Listrik.
- [7] Ghofur barum kosasih. 2017. Analisa rugi-rugi daya pada saluran transmisi tegangan tinggi 150kv pada gardu induk jajar – gondangrejo. *Electronic Theses and Dissertations, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- [8] Keputusan direksi PT PLN (Persero) Nomor : 092.K/ DIR / 2005 Tentang Pedoman Keselamatan Kerja di lingkungan PT. PLN (persero)
- [9] Megger. 2015. Data sheet Megger-MOM690 Microhmmeter, [Online] Tersedia di https://cegroup-lb.com/wp-content/uploads/2017/07/CEGROUP_mom690_MEGGER_DATASHEET.pdf, [diakses Mei 2021].
- [10] PT PLN (Persero). 2020. Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik, [Online] Tersedia di <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/01/Januari-Maret-2020.jpg>, [diakses Pada Mei 2021].