

Pengaruh Penambahan Transformator Sisip pada Trafo Distribusi 200 kVA Kayu Merah Kabupaten Fakfak

^{1*}Yulianto La Elo, ²Naomi Lembang, ¹Siti Tianotak

^{1,2,3}Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak, Fakfak

yulianto@polinef.id, naomi_lembang@gmail.com, sititianotak@gmail.com

Article Info

Article history:

Received September 19th, 2024

Revised September 23th, 2024

Accepted Oktober 27th, 2024

Keyword:

Transformator

Loading

Electric transmission

ABSTRACT

The electricity problem in Fakfak Regency is not only caused by the limited electricity supply distributed by PLN, but also due to the electricity distribution process to the community. One of the problems that often occurs is the percentage of transformer usage that exceeds PLN regulations, where the normal transformer loading is 60% - 80%. Danaweria Feeder is one of the feeders that often receives complaints from PLN electricity consumers in Fakfak Regency which has resulted in power outages by PLN. If this is allowed to continue, it will certainly result in damage to the Distribution Substation which will harm PLN as the provider and the Community as consumers of electricity. Through the installation of an insert transformer, it is expected to reduce the load on the distribution substation by transferring the load to the insert substation. In this study, we will examine the installation of an insert transformer to reduce the load on the FFK 058, 200kVA distribution substation of the Danaweria Feeder at PT. PLN (Persero) ULP Fakfak, by transferring some of the load to the 100 kVA insert transformer. After installing the insert transformer, the peak load during the day from the FFK 058, 200 kVA transformer obtained a loading percentage of 35.4% from the previous 61.07%. While at night, the loading percentage was 55.7% from the previous 98.23%. These results show the loading percentage under normal conditions according to PLN regulations.

Copyright © 2024 Jurnal JEETech.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Yulianto La Elo,

Teknik Listrik, Politeknik Negeri Fakfak,

Jl. TPA Imam Bonjol Atas, Air Merah, Wagom, Fakfak

Email: yulianto@polinef.ac.id

Abstrak— Permasalahan ketenagalistrikan di Kabupaten Fakfak bukan hanya terjadi oleh akibat terbatasnya pasokan listrik yang disalurkan oleh PLN, namun juga terjadi akibat proses distribusi listrik ke Masyarakat. Salah satu masalah yang seringkali terjadi adalah presentasi penggunaan transformator yang telah melebihi dari ketentuan PLN yang mana pembebanan normal transformator adalah 60 % - 80%. Penyulang Danaweria merupakan salah satu penyulang yang seringkali mendapat keluhan dari konsumen Listrik PLN di Kabupaten Fakfak dimana sampai mengakibatkan terjadinya pemadaman listrik oleh PLN. Jika hal ini terus dibiarkan, maka tentu akan mengakibatkan kerusakan pada gardu distribusi yang akan merugikan pihak PLN sebagai penyedia dan masyarakat sebagai konsumen listrik. Melalui pemasangan transformator sisipan, diharapkan dapat mengurangi beban pada gardu distribusi dengan memindahkan beban ke gardu sisipan. Dalam penelitian ini akan mengkaji terkait pemasangan transformator sisipan untuk mengurangi beban pada gardu distribusi FFK 058, 200kVA Penyulang Danaweria di PT. PLN (Persero) ULP Fakfak, dengan memindahkan sebagian beban ke transformator sisipan 100 kVA. Setelah pemasangan trafo sisipan, beban puncak siang hari dari trafo FFK 058, 200 kVA diperoleh presentase pembebanan sebesar

35,4% dari sebelumnya sebesar 61,07%. Sedangkan pada malam hari, presentase pembebanan sebesar 55,7 % dari sebelumnya 98,23%. Hasil tersebut menunjukkan presentasi pembebanan dalam keadaan normal sesuai ketentuan PLN.

I. Pendahuluan

Kabupaten Fakfak, Provinsi Papua Barat merupakan salah satu Kabupaten Tertua yang ada di Papua. Namun demikian, permasalahan kelistrikan seakan menjadi momok yang masih saja harus dihadapi. Pemadaman listrik masih saja sering terjadi yang salah satunya adalah terkait dengan permasalahan pendistribusian ketenagalistrikan. Padahal, Listrik dewasa ini telah menjadi bagian tak terpisahkan dalam kehidupan manusia.

Jaringan Distribusi Tegangan Rendah adalah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik. Melalui jaringan distribusi ini disalurkan tenaga listrik kepada para pemanfaat / pelanggan listrik. Mengingat ruang lingkup konstruksi jaringan distribusi ini langsung berhubungan dan berada pada lingkungan daerah berpenghuni, maka selain itu harus memenuhi persyaratan kualitas Teknik pelayanan juga harus memenuhi persyaratan aman terhadap pengguna dan akrab terhadap lingkungan [1] [2]. Di Kabupaten Fakfak, Penyulang Danaweria merupakan salah satu penyulang yang seringkali mendapat keluhan dari konsumen Listrik PLN terkait dengan permasalahan yang terjadi. Diantaranya adalah terjadi ketidakseimbangan pada trafo distribusi FFK 058, 200kVA yang mengakibatkan terjadinya arus yang mengalir pada penghantar netral dan mengakibatkan losses (rugi-rugi daya) pada trafo distribusi serta adanya beban berlebih pada daerah tersebut. Dari informasi yang diperoleh melalui laporan masyarakat sekitar, sering sekali terjadi pemadaman listrik disana disaat malam hari (waktu beban puncak). Hal tersebut dapat mengakibatkan isolasi pada transformator mengalami degradasi dikarenakan panas berlebih dan bahkan dapat menyebabkan kerusakan [3] [4]. Yang kemudian terjadi biasanya adalah terjadinya penurunan besar tegangan akibat dari beban berlebih tersebut. Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya dari sisi konsumen tetapi juga di sisi penyedia listrik. Keandalan suplai energi menjadi berkurang dan bahkan dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen pendistribusian energi listrik [5] [6].

Pembebanan transformator distribusi diatur dalam standar ketentuan PLN (SPLN) yang dimaksudkan untuk dijadikan pedoman dalam pengoperasian dan pemeliharaan transformator distribusi, berdasarkan regulasi dari PLN (SPLN No.1 Tahun 1995) syarat keandalan sistem antara lain persentase pembebanan transformator tidak boleh melebihi 80% dari bebannya dan persentase jatuh tegangan di sisi pelanggan tidak boleh lebih dari +5% dan -10% dari tegangan normalnya [7]. Dalam acuan kurva efisiensi transformator dapat pula dilihat untuk memperoleh efisiensi trafo yang tinggi dengan rugi transformator rendah, trafo dibebankan dibawah kapasitas maksimum trafo tersebut (Ardina Tri Pebrisasvian, 2021). Terdapat dua metode alternatif untuk mengatasi permasalahan transformator overload, yaitu dengan metode pemasangan transformator sisipan dan uprattting (peningkatan kapasitas) [8].

Peningkatan pertumbuhan ekonomi dan laju pembangunan yang semakin pesat di Kabupaten Fakfak membutuhkan daya listrik yang besar, berkelanjutan, dan harus selalu dijaga agar dapat memenuhi kebutuhan konsumsi energi listrik pelanggan. Didapatkan bahwa tingkat pertumbuhan kebutuhan energi listrik nasional dapat mencapai 8,2 persen rata-rata per tahun yang pertumbuhan tersebut mana salah satunya juga terjadi di Kabupaten Fakfak. Seiring dengan pertumbuhan tersebut maka akan terjadinya perluasan jaringan listrik dan berakibat pada penambahan beban pada transformator distribusi.

Demi meningkatkan kehandalan dan meminimalisir terjadinya kerusakan transformator pada gardu distribusi yang diakibatkan oleh pembebanan yang berlebihan maka PT.PLN (Persero) ULP Fakfak diharapkan melakukan uprattting transformator dengan metode penggunaan transformator gardu sisipan sebagai upaya mengatasi beban lebih. Setelah uprattting transformator dengan transformator gardu sisipan akan ditinjau dari beberapa aspek seperti pada persentase pembebanan transformator distribusi dan jatuh tegangan [9].

Pemilihan metode uprattting dengan pemasangan transformator gardu sisipan dikarenakan metode ini merupakan salah satu cara yang sering dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan akibat beban lebih pada transformator gardu distribusi. Upaya ini umum dilakukan karena lebih ekonomis dari segi biaya dan lebih efektif mengatasi overload kedepannya sebagaimana penelitian terdahulu yang pernah dilaksanakan [10] [11] [12] [13].

II. Metode Penelitian

A. Tempat & Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Fakfak, tepatnya di Penyulang Danaweria, trafo distribusi FFK 058, 200kVA. Waktu pelaksanaan pengambilan data sesuai perencanaan adalah pada bulan Mei sampai dengan Juni 2024. Metode yang dilakukan dengan cara pengambilan data langsung ke lokasi. Untuk mendapatkan data data gardu distribusi FFK 058 yang akurat penulis langsung ke lokasi yaitu dengan melakukan pengambilan data sebelum dan setelah dilakukan pemasangan gardu sisip.

B. Metode Penelitian dan Teknik Analisis Data

Secara umum pelaksanaan Penelitian menggunakan metode *mix match method* yang mencakup metode analisa (*desk study analysis*) dan metode survei atau observasi lapangan. Metode analisa dilakukan dengan melakukan perhitungan menggunakan beberapa persamaan matematis yang terkait dengan perhitungan besar pembebanan, besar drop tegangan, besar rugi daya pada transformator distribusi. Sedangkan metode survei dilakukan dengan melihat secara langsung terkait kondisi terkini penyambungan jaringan distribusi ke masyarakat dan perkiraan lokasi penempatan gardu sisip.

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan yang dalam hal ini adalah di Penyulang Danaweria, trafo distribusi FFK 058, 200kVA. Sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai literatur, lembaga terkait atau pun instansi pemerintah seperti halnya dari PT. PLN (Persero) ULP Fakfak dan juga data dari sumber lain yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian ini.

C. Arus Beban Penuh pada Transformator

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh, yang dibolehkan di beberapa titik pada jaringan distribusi adalah (SPLN 72,1987) [10]:

1. SUTM, 5 % dari tegangan kerja bagi sistem radial
2. SKTM, 2 % dari tegangan kerja pada sistem spindel dan gugus.
3. Trafo distribusi, 3 % dari tegangan kerja
4. Saluran tegangan rendah, 4 % dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
5. Sambungan rumah, 1 % dari tegangan nominal. Distribusi yang tepat juga rating yang sesuai dengan kebutuhan beban akan menjaga tegangan jatuh pada konsumen dan otomatis akan menaikkan efisiensi penggunaan Transformator Distribusi. Transformator Distribusi merupakan salah satu peralatan yang perlu dipelihara dan dipergunakan sebaik serta seefisien mungkin, sehingga dapat menjaga keandalan/kontinuitas pelayanan yang terjamin mutunya.

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut [11]:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (1)$$

Dimana:

S = Daya transformator (VA)

V = Tegangan sisi primer transformator (V)

I = Arus jala-jala (A)

Menentukan arus beban penuh (full load) dapat menggunakan rumus:

$$IFL = (-) S / (\sqrt{3} \cdot V) \text{ (Volt)} \quad (2)$$

Dengan:

IFL = Arus beban penuh

S = Daya transformator (VA)

V = Tegangan sisi sekunder transformator (V)

Dengan demikian untuk menghitung presentase pembebanannya menggunakan persamaan:

$$\%b = \left(\frac{I_{ph}}{I_{fl}} \right) \times 100\% \tag{3}$$

Dengan;

%b = Presentase pembebanan (%)

I_{ph} = Arus fasa (A)

I_{FL} = Arus beban penuh (A).

III. Hasil dan Pembahasan

A. Spesifikasi Gardu

Spesifikasi Transformator distribusi 200 kVA pada gardu FFK 058 PT.PLN (Persero) ULP Fakfak sesuai tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Trasformator FFK 058,200 kVA

Tipe	Portal FFK 200 KVA
Nomor seri	19R257359
Trafo	3 Fasa
Merek	SIN
Penyulang	Danaweria
Alamat	Kayu Merah Atas
Daya	200 kVA
Tegangan Primer	20 kV
Tegangan Sekunder	380 V
Arus Primer	5,7 A
Arus sekunder	300 A
Frekuensi	50 Hz

Spesifikasi Transformator distribusi sisip 100 kVA pada gardu FFK 058 PT.PLN (Persero) ULP Fakfak sesuai tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Trasformator FFK 058,200 kVA

Tipe	Portal FFK 200 KVA
Nomor seri	19R257359
Trafo	3 Fasa
Merek	SIN
Penyulang	Danaweria
Alamat	Kayu Merah Atas
Daya	200 kVA
Tegangan Primer	20 kV
Tegangan Sekunder	380 V
Arus Primer	5,7 A
Arus sekunder	300 A
Frekuensi	50 Hz

B. Hasil Pengukuran Waktu Beban Puncak

Menurut ketentuan dari PT. PLN (Persero) ULP Fakfak, waktu beban puncak bisa terjadi pada siang hari antara pukul 10.00 s/d 14.00 WIT dan pada malam hari antara pukul 17.00 s/d 22.00 WIT. Hasil pengukuran arus yang dilakukan selama penelitian diketahui beban puncak trafo 200 kVA di Kayu Merah Atas penyulang Danaweria pada waktu beban puncak siang hari terjadi pada pukul 12.00 WIT dan waktu beban puncak malam hari terjadi pada pukul 19.00 WIT.

Hasil pengukuran waktu beban puncak pada siang dan malam ditampilkan pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Data trafo 200 kVA di Kayu Merah Atas saat beban puncak siang

Jurusan	Pengukuran Arus (Ampere)			
	Pukul 12.00			
	R (A)	S (A)	T (A)	N (A)
Jurusan 1	87	130	99	
Jurusan 2	70	90	97	
Jumlah Total Beban Perfasa Trafo (A)	157	220	196	115,2
Induk	102,6	139	126,9	
IN (A)				115,2

Tabel 4. Data trafo 200 kVA di Kayu Merah Atas saat beban puncak malam

Jurusan	Pengukuran Arus (Ampere)			
	Pukul 19.00			
	R (A)	S (A)	T (A)	N (A)
Jurusan 1	120	184	171	
Jurusan 2	115	163	140	
Jumlah Total Beban Perfasa Trafo (A)	235	347	311	147,3
Induk	143,3	208,5	187,3	
IN (A)				147,3

Tabel 5. Data trafo sisip saat beban puncak siang

Jurusan	Pengukuran Arus (Ampere)			
	Pukul 19.00			
	R (A)	S (A)	T (A)	N (A)
Induk	26,37	28,29	16,72	11,54
Jurusan 1	25,88	29,94	20,90	11,36
IN (A)				22,9

Tabel 6. Data trafo sisip saat beban puncak malam

Jurusan	Pengukuran Arus (Ampere)			
	Pukul 19.00			
	R (A)	S (A)	T (A)	N (A)
Induk	29,84	47,4	22,31	38,14
Jurusan 1	28,11	49,4	23,74	39,0
IN (A)				77,14

Tabel 7. Data trafo 200 kVA di Kayu Merah Atas setelah penambahan trafo sisip saat beban puncak siang

Jurusan	Pengukuran Arus (Ampere)			
	Pukul 12.00			
	R (A)	S (A)	T (A)	N (A)
Jurusan 1	126,14	90,6	109,6	
Jurusan 2	79,9	66,3	97,8	117,8
Jumlah Total Beban Perfasa Trafo (A)	46,24	18,75	12,86	
Induk	126,14	85,05	110,66	
IN (A)			117,8	

Tabel 8. Data trafo 200 kVA di Kayu Merah Atas setelah penambahan trafo sisip saat beban puncak malam

Jurusan	Pengukuran Arus (Ampere)			
	Pukul 19.00			
	R (A)	S (A)	T (A)	N (A)
Jurusan 1	188,4	127,7	184,3	
Jurusan 2	126,6	100,0	163,7	127,1
Jumlah Total Beban Perfasa Trafo (A)	63,0	31,57	21,55	
Induk	189,6	131,57	185,25	
IN (A)			127,1	

C. Presentasi Pembebanan Trafo FFK 058 Sebelum Penambahan Trafo Sisip

Untuk mengetahui presentase pembebanan transformator dengan persamaan (3), sebelumnya perlu diketahui terlebih dahulu Daya Transformator menggunakan persamaan (1) dan Arus Beban Penuh menggunakan persamaan (2).

Berdasarkan hasil pengukuran beban puncak siang pada tabel 3 maka diperoleh:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{\text{daya total trafo}}{\text{daya kapasitas trafo}} = \frac{122,14}{200} = 61,07 \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran beban puncak malam pada tabel 4 maka diperoleh:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{\text{daya total trafo}}{\text{daya kapasitas trafo}} = \frac{196,46}{200} = 98,23 \%$$

Dari hasil perhitungan sebelum pemasangan trafo sisip, telah terjadi beban lebih atau presentase pembebanan sangat tinggi dimana penggunaan beban sebesar 98,23% yang telah melebihi dari ketentuan PLN dimana pembebanan normal yaitu 60% - 80%. Oleh karena itu perlu dibangun trafo sisipan dengan kapasitas 100 kVA untuk melayani satu jurusan.

D. Presentasi Pembebanan Trafo Sisip

Setelah pemindahan beban pada trafo FFK 58 ke trafo sisip, maka dari data pada table 5 dan table 6 dapat dihitung presentasi pembebanan.

Berdasarkan hasil pengukuran beban puncak siang maka diperoleh:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{\text{daya total trafo}}{\text{daya kapasitas trafo}} = \frac{16,07}{100} = 16,1 \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran beban puncak malam maka diperoleh:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{\text{daya total trafo}}{\text{daya kapasitas trafo}} = \frac{22,27}{100} = 22,27 \%$$

E. Presentasi Pembebanan Trafo FFK 058 Setelah Penambahan Trafo Sisip

Setelah pemasangan trafo sisip, maka dari data pada table 7 dan table 8 dapat dihitung presentasi pembebanan.

Berdasarkan hasil pengukuran beban puncak siang maka diperoleh:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{\text{daya total trafo}}{\text{daya kapasitas trafo}} = \frac{70,81}{200} = 35,4 \%$$

Berdasarkan hasil pengukuran beban puncak malam maka diperoleh:

$$\% \text{ pembebanan} = \frac{\text{daya total trafo}}{\text{daya kapasitas trafo}} = \frac{111,41}{200} = 55,7 \%$$

Berdasarkan perhitungan dari data pengukuran waktu beban puncak siang hari dari trafo FFK 058,200 kVA sesudah pemasangan trafo sisipan diperoleh arus rata-rata sebesar 109 A dan presentase pembebanan sebesar 35,4%. Sedangkan pada malam hari, arus rata-rata sebesar 179,7 A dan presentase pembebanan sebesar 55,7 %. Hasil tersebut menunjukkan presentasi pembebanan dalam keadaan normal sesuai ketentuan PLN dimana pembebanan normal yaitu 60 % - 80%.

IV. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa dari data hasil pengukuran arus beban pada trafo distribusi penyulang danaweria dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Presentasi Pembebanan Trafo FFK 058, 200 kVA Sebelum Penambahan Trafo Sisip adalah sebesar 61,07% pada siang hari dan 98,23% pada malam hari yang telah melebihi dari ketentuan PLN dimana pembebanan normal.
2. Setelah pemasangan trafo sisipan, beban puncak siang hari dari trafo FFK 058, 200 kVA diperoleh presentase pembebanan sebesar 35,4%. Sedangkan pada malam hari, presentase pembebanan sebesar 55,7 %. Hasil tersebut menunjukkan presentasi pembebanan dalam keadaan normal sesuai ketentuan PLN.

V. Daftar Pustaka

- [1] J. E. A, Rangkaian Listrik. Edisi Kedua, Jakarta: Erlangga, 1984.
- [2] A. Kadir, Transformator, Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 1989.
- [3] S. N. A. M. R. H. E. T. Giri Angga Setia, "identifikasi Penurunan Kinerja Pada Minyak Transformator di GILagadar Menggunakan Total Dissolved Combustible Gas, RasioDoernenburg, Segitiga Duval, dan Water Content," *JURNAL ILMIAH SUTET*, vol. 12, no. 2, pp. 109-117, 2022.
- [4] M. R. A. d. G. A. S. Fauzia Haz, "Diagnosis Kondisi Minyak Tranformator Menggunakan Teknik Dissolved Gas Analysis," *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, vol. 21, no. 1, pp. 12-21, 2022.
- [5] M. A. A. P. Partaonan Harahap, "Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jutah Tegangan Pada Trafo Bl 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap 12.6.0," *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) Jurnal Teknik Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 62-69, 2019.
- [6] G. H. M. S. R. T. P. Giri Angga Setia, "The performance comparison between fast decoupled and backward-forward sweep in solving distribution systems," *3rd IEEE Conf. Power Eng. Renew. Energy, ICPERE*, p. 247-251, 2016.
- [7] PT.PLN(PERSERO), Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga, Jakarta: PT PLN (PERSERO), 2014.
- [8] M. N. F. ., I. M. G. Ni Made Seniari, "Analisis Rencana Pemasangan Transformator Sisipan Pada Saluran Transformator Distribusi Penyulang Pagutan (Studi Kasus: Transformator Distribusi AM097Di Jalan Banda Seraya,Pagesangan, Kota Mataram)," *Dielektrika*, vol. 7, no. 1, pp. 56-63, 2020.
- [9] PT.PLN(PERSERO), ULP MATTOANGING, "Dokumen Wawancara Penelitian, Makassar: PT.PLN(PERSERO) ULP MATTOANGING,, 2022.
- [10] A. M. M. E. S. R. Adriyansah, "Analisis Transformator Sisipan Pada Uprating Transformator Dalam Mengatasi Overload Di Pt. Pln Ulp Mattoanging," *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, vol. 19, no. 3, pp. 169-174, 2022.

-
- [11] S. M. H. F. M. R. F. F. Harrij Mukti K, "Analisis Rencana Pemasangan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload dan Drop Voltage pada Penyulang Selogabus PT. PLN (Persero) ULP Bojonegoro Kota," *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, vol. 9, no. 3, pp. 127-133, 2022.
- [12] N. L. B. G. H. N. M. M. D. C. R. C. F. N. Nur Risy Difa Kusuma Ningrum, "Analisis Perbandingan Uprating dan Sisip Transformator Tiga Fase untuk Mengantisipasi Terjadinya Overload pada Transformator Distribusi Penyulang GJN-12 Nomor Tiang U3-89/1 PT PLN (Persero) ULP Yogyakarta Kota," *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, vol. 4, no. 2, pp. 53-59, 2023.
- [13] I. M. W. I. B. S. Willy Armando Wabes, "Perencanaan Pemasangan Gardu Sisipan Pada Gardu Distribusi Mnk 008 Penyulang Kasuari di PT.PLN (Persero) ULP Manokwari Kota," *Magnetika*, vol. 7, no. 3, pp. 288-293, 2023.
- [14] P. U. L. N. Departemen Pertambangan dan Energi, SPLN 72 - 1987 (Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah), Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi, Perusahaan Umum Listrik Negara, 1987.
- [15] Y. L. E. N. L. N. H. Rusliadi, "Peningkatan Tata Nilai Masyarakat melalui Instalasi Lampu Penerangan Jalan Berbasis Tenaga Surya di Kampung Tanama, Kabupaten Fakfak.," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, pp. 2771-2778, 2023.