

# PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI SEKUNDER di PERUMAHAN GPI PANIKI

Fransisko Lumiu, Hans Tumaliang, Sartje Silimang  
Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado , Jl. Kampus Bahu, 95115 Email :  
16021103014@student.unsrat.ac.id, hanstumaliang@unsrat.ac.id, sartje.silimang@unsrat.ac.id

*Abstrak*— Perencanaan kebutuhan jaringan sekunder untuk sebuah kompleks perumahan adalah penting dengan memperhatikan beban perumahan. Perencanaan diperlukan sebab berkaitan dengan tujuan pengembangan agar mengetahui pertumbuhan energi yang ada di perumahan . Perumahan GPI Paniki merupakan salah satu perumahan yang cukup besar yang berada di kota Manado, dengan jumlah pelanggan PLN ( Persero ) kurang lebih 6000 kWh yang terpasang. Untuk mendapatkan beban yang seimbang di tiap transformator maka di lakukan perencanaan jaringan sistem distribusi sekunder. Untuk mengetahui kinerja dari transformator itu sendiri. Efisiensi pemakaian transformator berada pada saat transformator memiliki beban 50 % - 80%. GPI Paniki memiliki 36 ( tiga puluh enam) unit transformator distribusi dengan masing-masing kapasitas sebesar 200 kVA ( 6 ) unit, 150 kVA ( 7 ) unit, 100 kVA ( 18 ) unit, dan 50 kVA ( 7 ) unit. Transformator yang berada di perumahan GPI Paniki rata-rata hanya memiliki beban di bawah 50% dikarenakan arus pada tiap fasa masih kurang karena banyak rumah yang belum di tinggali.

**Kata kunci :** transformator , kapasitas transformator, efisiensi transformator , arus Beban seimbang, perumahan GPI Paniki.

*Abstract*— Planning the secondary network requirements for a housing complex is important by taking into account the housing load. Planning is needed because it relates to the development objectives in order to know the energy growth in housing. GPI Paniki housing is one of the large housing estates in Manado city, with a total of approximately 6000 kWh of installed PLN (Persero) customers. To get a balanced load on each transformer, a secondary distribution system network planning is carried out. To know the performance of the

transformer itself. The efficiency of using the transformer is when the transformer has a load of 50% - 80%. GPI Paniki has 36 (thirty six) units of distribution transformer with each capacity of 200 kVA (6) units, 150 kVA (7) units, 100 kVA (18) units, and 50 kVA (7) units. The transformer in the Paniki GPI housing on average only has a load below 50% because the current in each phase is still lacking because many houses are not yet occupied.

**Keywords:** transformer, transformer capacity, transformer efficiency, curren

Load balanced, GPI Paniki housing.

## I. PENDAHULUAN

Perencanaan sistem distribusi energi listrik merupakan bagian esensial dalam mengatasi pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang cukup pesat. Perencanaan diperlukan sebab berkaitan dengan tujuan pengembangan sistem distribusi yang harus memenuhi beberapa kriteria teknis dan ekonomis.

Untuk pengembangan kapasitas energi sistem distribusi sekunder sangatlah penting guna memberikan suplay daya listrik pada konsumen dengan tepat serta menjamin kelangsungan penyaluran atau pelayanan dengan pembagian arus di tiap trafo secara seimbang.

Sistem distribusi ini di lakukan dengan melakukan pendekatan yang didasarkan pengumpulan data untuk memperoleh pengembangan sistem jaringan distribusi di Kawasan perumahan / komersil di Gpi Paniki menjadi suatu pola jaringan distribusi yang baik.

Tujuan umum dari judul penulisan ini adalah untuk menghitung besar kapasitas daya di Kawasan komersil yaitu di perumahan Gpi Paniki dengan mengetahui beban yang akan di layani oleh Trafo, selain itu juga akan mengetahui peretumbuhan energi listrik di area komersil.

Perumahan GPI Paniki memiliki 36 unit Transformator dan Perencanaan diperlukan sebab berkaitan dengan tujuan pengembangan sistem distribusi yang harus memenuhi beberapa kriteria teknis dan ekonomis. Penyaluran sistem distribusi ini dilakukan secara terstruktur dan sesuai dengan standar yang ada untuk memperoleh suatu pola pelayanan yang ideal

Berdasarkan masalah tersebut, penulis bermaksud untuk mengangkat masalah ini menjadi judul Tugas Akhir yaitu “ *Perencanaan Jaringan Distribusi Sekunder di Perumahan GPI Paniki*”.

## II. DASAR TEORI

### A. Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder merupakan salah satu bagian dalam sistem distribusi , yaitu mulai dari gardu induk , transformator sampai pada pemakai akhir atau konsumen. Sistem distribusi ini merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan konsumen, jadi sistem ini selain berfungsi menerima daya (transformator distribusi ), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen . mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen , maka kualitas listrik selayaknya harus di perhatikan.

### B. Perencanaan Distribusi Tenaga Listrik

Tujuan umum perencanaan jaringan distribusi adalah untuk mendapatkan suatu fleksibilitas pelayanan yang optimal yang mampu dengan cepat

mengantisipasi pertumbuhan kebutuhan energi listrik dan kerapatan beban yang harus dilayani.

Perencanaan sistem distribusi dimulai dari konsumen. Pola kebutuhan, tipe dan faktor beban dan karakteristik beban yang dilayani akan menentukan tipe sistem distribusi yang akan dipakai. Kelompok-kelompok beban tersebut akan dilayani oleh jaringan sekunder. Sekelompok jaringan sekunder ini akan dilayani oleh trafo-trafo distribusi yang selanjutnya sejumlah trafo ini akan memberikan gambaran pembebanan pada jaringan primer. Jaringan distribusi ini akan mendapatkan masukan energi dari trafo-trafo Gardu Induk.

### C. Transformator Distribusi

Trafo Distribusi merupakan komponen utama dari sistem distribusi , karena berfungsi menurunkan tegangan dari sisi Saluran Tegangan Menengah 20kV menjadi tegangan yang siap dipakai oleh konsumen yaitu 400/380/220V.

Sebuah Trafo terdiri atas sebuah “Inti *Magnetic - Magnetic Core*” yang terbuat dari Susunan Lembaran *Silicon Steel Sheet* dengan tebal : 0,20 mm ~ 0,27 mm dan permukaannya dilapisi *Silicon* yang *resistant* terhadap *Magnet Flux*. Pada kedua kaki Inti (*Core Leg*) tergulung 2 buah Kumparan (*Coil-Winding*) yang masing-masing dinamai : Kumparan Primer (*Primary Coil/winding*) dan Kumparan Sekunder (*Secondary Coil/Winding*). Bila dari Sisi Sumber Daya (*Power Source*), *Primary Coil* dihubungkan dengan sebuah Tegangan Arus Bolak balik (AC) : V1, maka didalam Inti (*Core*) akan terinduksi suatu medan magnet AC dengan *Magnetic Flux* yang mengalir mengelilingi Inti Magnet. *Flux* tersebut pasti juga melewati *Secondary Coil*, dan menginduksi E2 pada Sekunder *Coil*, dan E1 pada

Primer *Coil*. Tegangan perbelitan ( $V/N : N =$  jumlah belitan dalam coil) adalah sama baik pada Primer *Coil* maupun pada Sekunder *Coil*.

#### D. Keseimbangan Beban

Kebutuhan energi listrik menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat. Dengan itu dibutuhkan cara penyaluran energi listrik yang sangat baik. Namun memang tidak akan ada hal yang ideal saat ini. Begitu pula dengan penyaluran energi listrik. Sistem penyaluran energi listrik yang dilakukan di Indonesia adalah sistem penyaluran dengan 3 fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T). Selain itu Indonesia memakai sistem transmisi dan distribusi dimana sistem transmisi adalah sistem penyaluran daya dengan menaikkan tegangan yang selanjutnya diturunkan lagi pada sistem distribusi. Penggunaan energi listrik pelanggan sering kali memiliki jam operasi yang berbeda, akibatnya arus beban yang mengalir di setiap fasa tidak akan sama mengalir pada fasa netral. Dalam proses menaikkan dan menurunkan tegangan digunakanlah transformator 3 fasa. Dalam keadaan ideal, transformator 3 fasa akan mempunyai nilai yang sama pada tiap fasanya, yang berbeda hanyalah sudut fasanya yaitu harus  $120^\circ$ . Untuk menghitung daya yang didistribusikan oleh transformator, dapat menggunakan rumus

$$S = S_R + S_S + S_T$$

$$S = V \times I$$

Dimana :

S = Daya Beban Maksimum (VA)

V = Tegangan Fasa ke Netral

I = Arus (Ampere)

#### E. Ketidakseimbangan Beban

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut muncullah arus di netral trafo. Arus yang mengalir di netral trafo ini menyebabkan terjadinya losses (rugi-rugi), yaitu losses akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah.

Persamaan beban arus seimbang ditunjukkan pada persamaan dibawah ini :

$$I \text{ Rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

#### F. Efisiensi Transformator

Transformator yang ideal adalah Transformator yang memiliki 100% efisiensi yaitu trafo yang tidak terjadi kehilangan daya sama sekali. Namun Trafo yang ideal atau yang sempurna ini hampir dapat dikatakan tidak mungkin akan tercapai, hal ini dikarenakan adanya beberapa faktor yang menyebabkan terjadi kerugian atau kehilangan daya.

Efisiensi transformator dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya listrik keluaran ( $S_{\text{output}}$ ) dengan daya listrik masukan ( $S_{\text{input}}$ ). Efisiensi transformator dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{S_{output}}{S_{input}} \times 100 \%$$

dimana:

$\eta$  = efisiensi PLN

$S_{input}$  = daya listrik masukan ke gardu

$S_{output}$  = daya listrik keluaran gardu ke pelayanan beban

100% = perbandingan keluaran terhadap masukan yang dinyatakan dalam desimal untuk mengubahnya menjadi presentase.

Rumus-rumus turunan untuk efisiensi transformator lainnya:

$$\eta = \frac{(V_s \times I_s)}{V_p \times I_p} \times 100\%$$

$$\eta = \left( \frac{P_{Output}}{P_{out} + \text{Copper loss} + \text{Core loss}} \right) \times 100\%$$

$$\eta = \frac{(P_{input} - \text{Losses})}{P_{input}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{N_s \times I_s}{N_p \times I_p} \times 100\%$$

Dimana:  $\eta$  = Efisiensi

Transformator

$V_s$  = Tegangan Sekunder

$V_p$  = Tegangan Primer

$I_s$  = Arus Sekunder

$I_p$  = Arus Primer

$N_s$  = Lilitan Sekunder

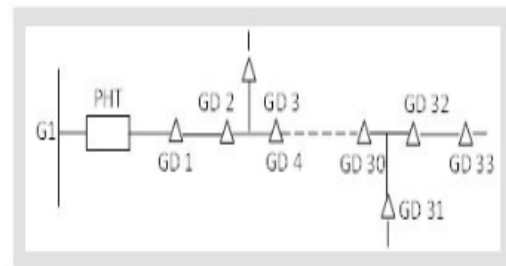
$N_p$  = Lilitan Primer

## G. Konfigurasi Jaringan

Berdasarkan konfigurasi jaringan, maka sistem jaringan distribusi dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu sistem jaringan distribusi radial, loop dan spindle.

### 1. Sistem Jaringan Distribusi Radial

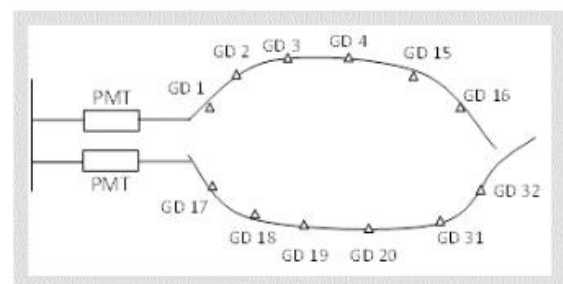
Bentuk jaringan ini merupakan bentuk yang paling sederhana, banyak digunakan dan murah. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari satu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu dan dicabangkan ke titik-titik beban yang dilayani.



Gambar 1. Jaringan Distribusi Radial

### 2. Sistem Jaringan Distribusi Loop

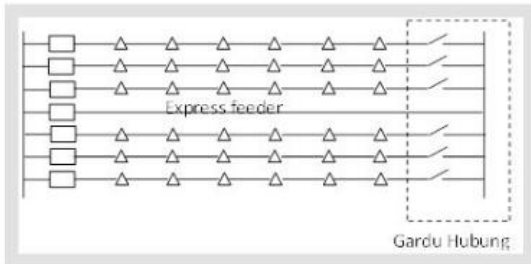
Jaringan ini merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk jaringan ring. Susunan rangkaian saluran membentuk ring, memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena drop tegangan dan rugi daya pada saluran lebih kecil.



Gambar 2. Jaringan Distribusi Loop

### 3. Sistem Jaringan Distribusi Spindel

Jaringan distribusi spindel merupakan saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM) yang penerapannya cocok di kota-kota besar



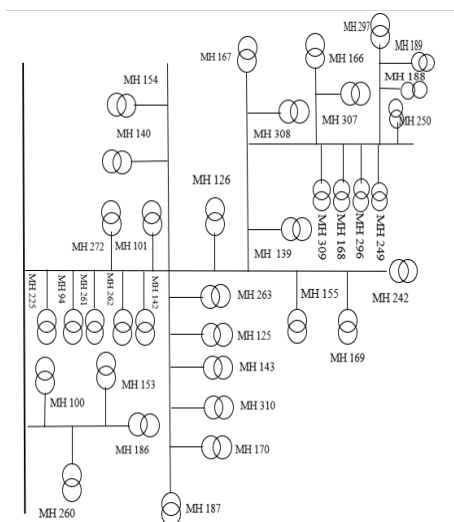
Gambar 3. Jaringan Distribusi Spindel

### III. METODELOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa buah Transformator yang termasuk dalam sistem tenaga listrik di Perumahan GPI Paniki, Adapun data – datanya sebagai berikut dan one line diagramnya.

#### A. Sistem Tenaga Listrik Pada Perumahan GPI

Perumahan GPI Paniki adalah perumahan dengan beban listrik yang sangat besar sehingga kebutuhan listrik yang diperlukan untuk menyuplai listrik di daerah itu menggunakan 36 Transformator distribusi dengan berbagai jenis dan kapasitas yang berbeda-beda. diagram satu garis (*one line diagram*) dari sistem ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



#### B. Data-data Transformator

Transformator adalah alat untuk mengubah energy dari satu rangkaian ke rangkaian lainnya, dan transformator yang digunakan disini merupakan trafo distribusi untuk mendukung kebutuhan energy listrik di Perumahan GPI terlayani dengan baik. Adapun trafo yang digunakan di Kawasan Perumahan GPI Paniki yaitu Sebanyak 36 buah Trafo Distribusi dengan masing-masing berbeda kapasitasnya.

#### C. Transformator 1 (MH 100)

Transformator MH 100 merupakan Transformator yang terpasang di dalam perumahan GPI, berikut adalah spesifikasi trafo yang digunakan:

Tabel 3.1 Data Transformator 1

NO	Nama	Keterangan
1	Kapasitas	150 kVA
2	Merek	SINTRA
3	Jenis	PORTAL
4	Tahun	2009
5	Tap	3( 5 )
6	Lokasi	Jl. Baru

#### D. Data Pengukuran Trafo

Data pengukuran yang diperoleh pada saat dilakukan Pemeliharaan dari transformator, antara lain : pengukuran arus tiap fasa dari tiap transformator dan tegangan fasa-netral dari setiap transformator yang ada.

Pengukuran data Transformator di lakukan di perumahan GPI Paniki. Ada Tiga puluh tujuh (37) transformator yang diukur dalam pengukuran ini.

Data Pengukuran Transformator 1 (MH 100)

Tabel 3.37 Data Pengukuran Transformator 1

Tegangan (V)			Arus(I)		
R	S	T	R	S	T
229	230	230	112	87	95

#### IV. ANALISA DATA

##### A. Analisa Kapasitas Energi di Transformator

Analisa yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui berapa kapasitas trafo yang mampu digunakan dan menghitung berapa jumlah beban yang ada di Perumahan GPI Paniki, serta mengetahui berapa arus beban seimbang untuk setiap fasa.

##### Transformator 1 (MH 100)

Transformator 1 ini memiliki kapasitas sebesar 160 kVA dan menyuplai beban pelanggan di GPI. Pengukuran yang dilakukan di Trafo 1 yaitu rata-rata tegangan pada fasa R 229V dan arus rata-rata 112A. Pada fasa S memiliki rata-rata tegangan yaitu 230V dan arus rata-rata 87. Dan pada fasa T rata-rata tegangan adalah 230V dan arus sebesar 95A. dibawah ini adalah analisa terhadap kapasitas trafo 1 serta persamaan beban seimbang tiap fasa pada transformator 1. Untuk menghitung total daya yang dibebankan pada transformator 1 dengan memakai rumus :  $S = S_R + S_S + S_T$

$$S_R = 229 \times 112 = 25.648 \text{ VA}$$

$$S_S = 230 \times 87 = 20.010 \text{ VA}$$

$$S_T = 230 \times 95 = 21.850 \text{ VA}$$

$$S = 25.648 + 20.010 + 21.850 = 67.508 \text{ VA}$$

Untuk mengetahui berapa persen kapasitas trafo yang digunakan ,

maka dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{dimana ; } n = \frac{S_{out}}{S_{in}} \times 100\%$$

$$S_{out} = 67.508 \text{ dan } S_{in} = 150.000$$

$$n = \frac{S_{out}}{S_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{67.508}{150.000} \times 100\% = 45 \%$$

Dari perhitungan di atas menunjukkan bahwa transformator 1 hanya menggunakan 45% dari total kapasitas transformator yang ada, maka dapat dinyatakan bahwa transformator belum memenuhi kategori pemakaian maksimum karena berada di bawah 50% kapasitas pemakaian.

Arus beban seimbang rumus :  $I_{rata-rata} =$

$$I_R + I_S + I_T \text{ dimana , } I_R = 112 \text{ A; } I_S = 87 \text{ A; } I_T = 95 \text{ A}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{112+87+95}{3}$$

$$= 98 \text{ A}$$

Dari Analisa yang di atas dapat di simpulkan bahwa pembagian beban arus di tiap fasa masih cukup seimbang.

##### B. Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Daya Transformator

Dari perhitungan yang di lakukan dapat dilihat bahwa masih banyak transformator yang belum memenuhi kapasitas beban maksimum transformator karena masih barada di bawah 50% kapasitas pemakaian.

Tabel. 4.2 Rekapitulasi kapasitas daya transformator

NO>Nama Trafo	$S = S_R + S_S + S_T$	$\eta = \frac{S_{Output}}{S_{Input}} \times 100 \%$	$I_{Rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$
MH 260	$S = 10.395 + 9.280 + 15.870$ = 35.549 VA	$\eta = \frac{35.549}{200.000} \times 100 =$ 17,7%	$I_{rata-rata} = \frac{45+40+69}{3} = 51,3A$
MH 100	$S = 25.648 + 20.010 + 21.850$ = 67.508	$\eta = \frac{67.508}{150.000} \times 100 =$ 45%	$I_{rata-rata} = \frac{112+87+95}{3} = 98A$
MH 153	$S = 16.416 + 7.037 + 8.172 =$ 31.625 VA	$\eta = \frac{31.625}{200.000} \times 100 =$ 15,8%	$I_{rata-rata} = \frac{72+31+36}{3} = 46,3A$
MH 186	$S = 0 + 8.352 + 466$ = 8.818 VA	$\eta = \frac{8.818}{100.000} \times 100 =$ 8,8%	$I_{rata-rata} = \frac{0+36+2}{3} = 12,3A$
MH 187	$S = 19.836 + 3.274 + 11.319$ = 34.429 VA	$\eta = \frac{34.429}{100.000} \times 100 =$ 34,4%	$I_{rata-rata} = \frac{87+14+49}{3} = 50A$
MH 170	$S = 12.528 + 14.656 + 13.511$ = 40.695 VA	$\eta = \frac{40.695}{100.000} \times 100 =$ 40,6%	$I_{rata-rata} = \frac{54+64+59}{3} = 59,3A$
MH 310	$S = 4.460 + 4.480 + 3.616$ = 12.556 VA	$\eta = \frac{12.556}{50.000} \times 100 =$ 25,1%	$I_{rata-rata} = \frac{20+20+16}{3} = 18,6A$
MH 143	$S = 14.446 + 15.870 + 15.870$ = 46.186 VA	$\eta = \frac{46.186}{150.000} \times 100 =$ 30,7%	$I_{rata-rata} = \frac{62+69+69}{3} = 66,6A$
MH 125	$S = 37.800 + 30.058 + 27.816$ = 95.674VA	$\eta = \frac{95.674}{150.000} \times 100 =$ 63,7%	$I_{rata-rata} = \frac{168+133+122}{3} = 141A$
MH 263	$S = 20.930 + 22.504 + 22.407$	$\eta = \frac{65.841}{150.000} \times 100 =$	$I_{rata-rata} =$

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan tentang Perencanaan Jaringan Distribusi Sekunder di Perumahan GPI Paniki, maka dapat di Tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemakaian beban di perumahan GPI Paniki terbilang masih begitu kecil di karenakan hanya sedikit rumah yang sudah menggunakan pemakaian arus listrik dan Pembagian jalur beban

di tiap trafo belum cukup seimbang apabila di lihat dari arus beban yang ada saat ini.

2. Penggunaan kapasitas trafo di perumahan GPI Paniki terbilang belum cukup efisien karena pemakaian masih berada di bawah 50% kapasitas trafo.

### B. Saran

Melihat dari analisa data transformator di Perumahan GPI Paniki. Saran dari penulis yang dapat di sampaikan kepada pihak pengelolah perumahan GPI Paniki untuk dapat meratakan penyaluran di setiap fasa pada transformator distribusi. Agar supaya tidak terjadi ketidakseimbangan arus beban yang ada pada transformator sehingga tidak terjadi gangguan yang diinginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sumatera Selatan. (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Evtaleny R. Mauboy dan Wellem F. Galla. 2012. *Perencanaan Kebutuhan Distribusi Sekunder Perumahan RSS Manulai II*
- Abdillah, Fazari, Margo Pujiantara dan Soedibjo. 2014. *Penyeimbang Beban Pada Gardu Distribusi Dengan Metode Seimbang Beban Harian Di PT. PLN Area Bukittinggi*. Surabaya: Indonesia
- Buku PLN Jilid 4. *Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*
- Susanto, Haryanti. 2017. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta Barat: Universitas Mercu Buana
- Fedwina F. Syafira Lihawa. 2021. *Perencanaan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik di Universitas Sam Ratulangi*
- Sandy, D. A. (2018). *Studi Teknik Pengembangan Jaringan Baru Distribusi 20kV Penyulang Cargil Di Gardu Induk Manyar*. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 14(1), 19-29.
- Musaddik, M., & Zaini, S. (2018). *Perencanaan Pembangunan Sistem Distribusi Listrik di Dusun 3 Desa Ulak Bedil Kecamatan IndraLaya Kabupaten Ogan Ilir*

Muhammad Ikhsan Wiranto. 2021. *Analisa Kinerja Transformator Distribusi Di Kawanua Emerald City-Amethyst*

Situmorang, Benson Marnata. 2011. *Analisis Baya Trafo Akibat Rugi-rugi Daya*

*Total Dengan Metode Nilai Tahunan (Annual Worth Method)*. Depok: Indonesia

Muh Randi Wahyu Susanto. 2020. *Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN (PERSERO)ULP Pangkep*



Fransisko Lumiu lahir pada 06 Oktober 1997 di Inobonto II, pada tahun 2016 memulai pendidikan di Universitas Sam Ratulangi, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, dengan mengambil konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik pada tahun 2018. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktek yang bertempat di PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Paniki pada bulan Juni-Agustus tahun 2019. Penulis selesai menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado pada tahun 2022, dengan judul penelitian yaitu Perencanaan Jaringan Distribusi Sekunder di Perumahan GPI Paniki.