

Planning of Low Voltage Electricity Distribution at Griya Arjuna Kejuden Housing

Perencanaan Distribusi Tenaga Listrik Tegangan Rendah Pada Perumahan Griya Arjuna Kejuden

*Deni Wachyudin¹, Amy Fahmy Ardiansyah², Mohammad Soleh³, Agus Siswanto⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Jawa Barat, INDONESIA.

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA: 16 Maret 2022

DIREVISI: 14 April 2022

DISETUJUI: 15 Juni 2022

*KORESPONDENSI PENULIS :

asiswanto.untagcrb@gmail.com

Abstract

In a low-voltage power distribution system, there are often disturbances that result in disruption of electricity distribution to customers, resulting in losses for customers and PLN. The problem that often occurs is the occurrence of voltage drops and power losses so that in planning the construction of a low-voltage electric power distribution network, it is necessary to anticipate the occurrence of these problems. This research is expected to be used as a lesson for the creation of a low-voltage electric power distribution network with suitable and environmentally friendly construction and with low investment costs. collected data by visiting the location to conduct a survey and obtain accurate data related to the state of the research location. The stages in planning the Low Voltage Electricity Distribution Network begin with a field survey to obtain the required data. The installed power for each unit is 1.300 VA, so the total installed power is 122,200 VA and the spare power is 5% of the installed power so that the total installed power is 128.310 VA. during peak load times it is estimated that power consumption will only absorb 80% or 97,760VA. The required substation is a Portal Type Pole with a transformer capacity is 160kVA. The total breakdown of the electricity distribution network budget at the Griya Arjuna Kejuden is IDR 382,333,141.

Keywords: *Distribution of electricity, low voltage distribution network, planning, budget*

Abstrak

Dalam sebuah sistem distribusi tenaga listrik tegangan rendah sering kali terdapat gangguan yang mengakibatkan terganggunya distribusi listrik ke pelanggan sehingga berakibat kerugian bagi pelanggan maupun PLN. Permasalahan yang sering terjadi adalah terjadinya drop tegangan dan rugi-rugi daya sehingga dalam perencanaan pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik tegangan rendah harus mengantisipasi terjadinya masalah tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan pembelajaran agar terciptanya jaringan distribusi tenaga listrik tegangan rendah dengan konstruksi sesuai dan ramah lingkungan serta dengan biaya investasi yang rendah. pengumpulan data dengan cara mendatangi lokasi untuk melakukan survey dan mendapatkan data akurat terkait dengan keadaan lokasi penelitian. Tahap-tahap dalam perencanaan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Tegangan Rendah dimulai dengan survey lapangan sehingga didapatkan data yang dibutuhkan. Total daya terpasang adalah 122.200 VA dan spare daya adalah 5% dari daya terpasang sehingga total daya terpasang adalah 128.310 VA. Pada saat waktu beban puncak diperkirakan pemakaian daya hanya menyerap 80% atau sebesar 97.760VA. Gardu yang dibutuhkan adalah Gardu Tiang Type Portal dengan kapasitas Trafo 160kVA. Rincian Anggaran Biaya Jaringan Distribusi Tenaga listrik pada Perumahan Griya Arjuna Kejuden adalah Rp. 382.333.141.

Kata kunci : Distribusi tenaga listrik, jaringan distribusi tegangan rendah, perencanaan, anggaran biaya.

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan aliran listrik di sebuah kompleks perumahan tidak lepas dari jaringan distribusi tenaga listrik tegangan rendah yang terpasang di kompleks tersebut untuk menyalurkan energi listrik ke rumah-rumah. Perencanaan dan pembangunan

suatu jaringan distribusi tegangan listrik tegangan rendah pada suatu kompleks perumahan diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik warga perumahan tersebut. Ketersediaan aliran listrik di sebuah kompleks perumahan tidak lepas dari jaringan distribusi tenaga listrik tegangan rendah yang

terpasang di kompleks tersebut untuk menyalurkan energi listrik ke rumah-rumah.

Perencanaan dan pembangunan suatu jaringan distribusi tegangan listrik tegangan rendah pada suatu kompleks perumahan diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik warga perumahan tersebut. selain kebutuhan daya, hal yang harus dipertimbangkan pada perencanaan dan pelaksanaan pembangunan harus tetap memperhatikan rencana pembangunan dan perluasan dari sebuah kompleks perumahan agar tidak terdapat perubahan yang berakibat pada bertambahnya nilai investasi yang dibutuhkan untuk pemenuhan kebutuhan tenaga listrik tersebut seperti penentuan titik tiang, penentuan besar penampang penghantar, jenis material yang dibutuhkan dan komponen pendukung lainnya.

Dalam sebuah sistem distribusi tenaga listrik tegangan rendah sering kali terdapat gangguan yang mengakibatkan terganggunya distribusi listrik ke pelanggan sehingga berakibat kerugian bagi pelanggan maupun PLN. Permasalahan yang sering terjadi adalah terjadinya drop tegangan dan rugi-rugi daya sehingga dalam perencanaan pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik tegangan rendah harus mengantisipasi terjadinya masalah tersebut.

II. TUNJANGAN PUSTAKA

1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen yang saling berhubungan dan bekerja sama untuk melayani kebutuhan tenaga listrik bagi pelanggan sesuai kebutuhan [1]. Sistem kelistrikan di Indonesia secara umum terdiri dari pembangkit tenaga listrik, jaringan transmisi, jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Masing-masing komponen sistem ini mempunyai peranan dan fungsi masing-masing [2]. Pembangkit tenaga listrik menghasilkan tegangan berupa tegangan menengah yang dinaikkan menjadi tegangan tinggi (TT) sebesar 70kV dan 150kV serta tegangan ekstra tinggi (TET) sebesar 500kV untuk disalurkan melalui jaringan transmisi. Tegangan yang telah ditransmisikan melalui jaringan transmisi kemudian menuju transformator pada Gardu Induk (GI). Sisi sekunder trafo daya pada GI inilah yang kemudian menghasilkan tegangan sebesar 20kV yang kemudian disalurkan melalui jaringan distribusi primer atau biasa disebut sebagai jaringan tegangan menengah melalui beberapa penyulang baik melalui saluran udara maupun saluran bawah tanah.

2. Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (Bulk Power Source) sampai ke konsumen. Secara umum fungsi sistem distribusi tenaga listrik adalah sebagai pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan) dan juga merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi [3]

Sistem distribusi terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Sistem Distribusi Primer (Jaringan distribusi tegangan menengah) yang memiliki tegangan sebesar 20kV.
- b. Sistem Distribusi Sekunder (Jaringan distribusi tegangan rendah) yang memiliki tegangan sebesar 220/380 V.

3. Sistem distribusi primer

Jaringan distribusi tegangan menengah merupakan suatu jaringan listrik sebagai penyuplai jaringan sekunder. Sistem distribusi tegangan menengah memiliki nilai tegangan 20kV yang disalurkan ke pusat-pusat beban melalui beberapa penyulang. Sistem penyaluran daya listrik sistem distribusi primer dapat dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu [4]:

- a. Saluran Udara Tegangan menengah (SUTM) 6-20kV
- b. Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) 6-20kV
- c. Saluran Kabel Tanah Tegangan menengah (SKTM) 6-20kV

4. Gardu distribusi

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik pada beban baik beban tegangan menengah maupun beban tegangan rendah. Pada gardu distribusi dipasang transformator distribusi. Transformator distribusi digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan tinggi menjadi tegangan terpakai pada jaringan distribusi tegangan rendah (step down transformator).

Macam-macam Gardu Distribusi

- a. Gardu Tembok; Gardu tembok adalah gardu yang secara keseluruhan konstruksinya tersebut dari tembok/beton. Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan switching/proteksi terangkai di dalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton (masonry wall building). Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan [5].



Gambar 1. Gardu Tembok

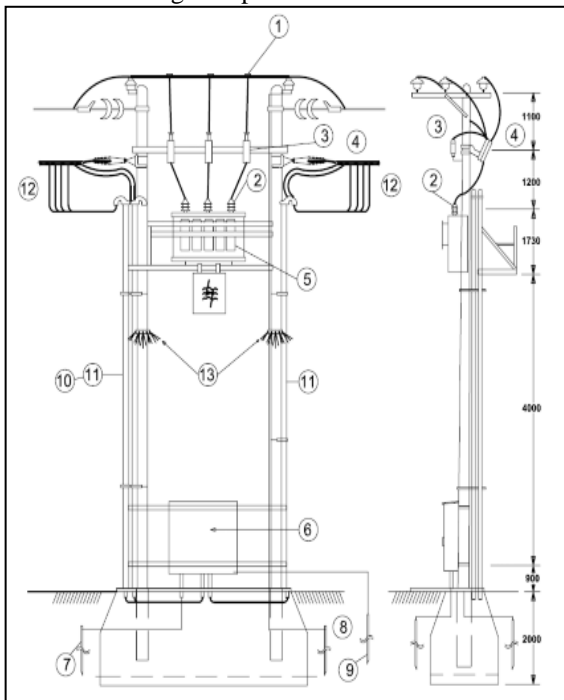
- b. Gardu Kios; Gardu tipe ini adalah bangunan prefabricated terbuat dari konstruksi baja, fiberglass atau kombinasinya, yang dapat dirangkai di lokasi rencana pembangunan gardu distribusi. Gardu ini dibangun pada tempat-tempat yang tidak diperbolehkan membangun Gardu Beton. Karena sifat mobilitasnya, maka kapasitas transformator distribusi yang terpasang terbatas. Kapasitas maksimum adalah 400kVA, dengan 4 jurusan Tegangan Rendah [5].



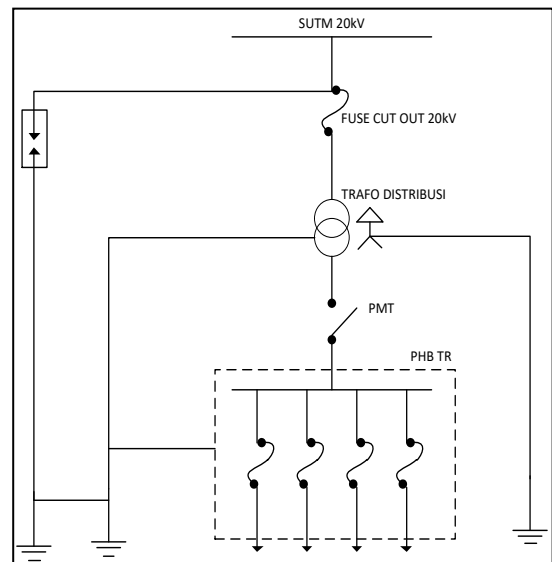
Gambar 2. Gardu Kios

d. Gardu Tiang; Gardu jenis ini adalah gardu yang menggunakan tiang sebagai penyangga, gardu tiang ini biasanya digunakan sebagai gardu distribusi di sebuah komplek perumahan maupun perkampungan dengan jumlah konsumen yang tidak terlalu banyak. Gardu tiang terdiri dari 2 macam, yaitu :

1. Gardu Portal; Merupakan gardu distribusi dengan menggunakan 2 buah tiang sebagai penyangga dan transformator yang digunakan adalah transformator outdoor dengan kapasitas 160kVA – 400kVA.



Gambar 3. Konstruksi Gardu Portal



Gambar 4. Single line Diagram gardu portal

2. Gardu Cantol; Merupakan gardu distribusi dengan menggunakan 1 buah tiang sebagai penyangga dan transformator yang digunakan adalah transformator outdoor dengan kapasitas maksimal 100kVA.

5. Sistem distribusi sekunder

Jaringan distribusi sekunder atau jaringan distribusi tegangan rendah (JDTR) merupakan jaringan tenaga listrik yang menggunakan sistem konfigurasi radial dengan nilai tegangan 220/380V. distribusi sekunder terbagi menjadi 2 (dua), yaitu [4]:

1. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)
2. Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR)

6. Perencanaan Jaringan Distribusi

Perencanaan sistem distribusi tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting dalam mengatasi pertumbuhan kebutuhan tenaga listrik yang cukup pesat. Perencanaan sangat diperlukan karena berkaitan dengan tujuan pengembangan sistem distribusi yang harus memenuhi kriteria teknis dan ekonomis. Perencanaan sistem distribusi dimulai dari sisi konsumen. Pola kebutuhan, tipe dan faktor beban dan karakteristik beban yang dilayani akan menentukan tipe sistem distribusi yang akan dipakai.

7. Penyusunan Rincian Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan dalam suatu proyek konstruksi yang terdiri dari biaya bahan, upah tenaga, serta biaya lain yang berhubungan dengan proyek tersebut berdasarkan perhitungan volume pekerjaan yang telah dilakukan sebelumnya.

III. METODE PENELITIAN

1. Metode Pengumpulan Data

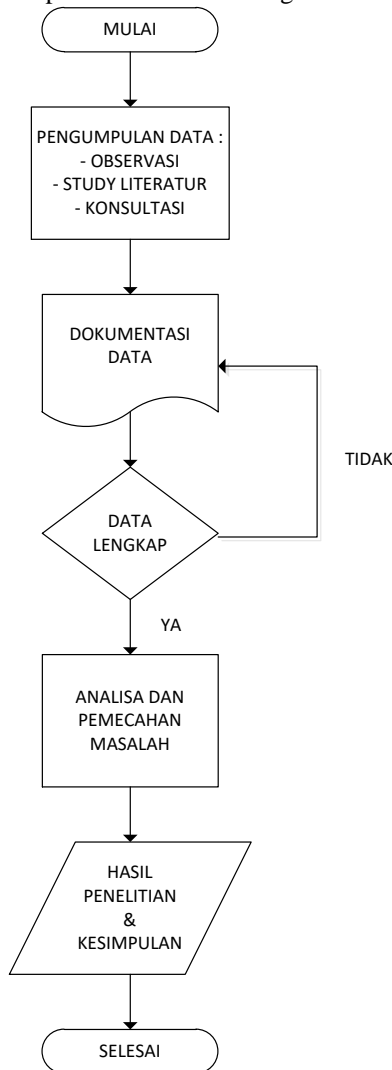
Metode pengambilan data adalah sebagai berikut:

- a. Observasi lapangan
- b. Studi Literatur
- c. Konsultasi

2. Metode Analisa Data

Metode yang digunakan dalam analisis data ini adalah menggunakan metode deskriptif analisis, yaitu data-data yang diperoleh kemudian dituangkan dalam bentuk kata-kata maupun skema, kemudian dideskripsikan sehingga dapat memberikan kejelasan informasi.

Proses analisa data dimulai dengan proses pengumpulan data dengan cara melakukan observasi, study literatur dan konultasi, kemudian setelah data dinyatakan lengkap, penulis melakukan analisa dan pemecahan masalah yang selanjutnya mengemukakan hasil dan menyampaikan kesimpulan serta saran. Adapun alur penelitian adalah sebagai berikut :



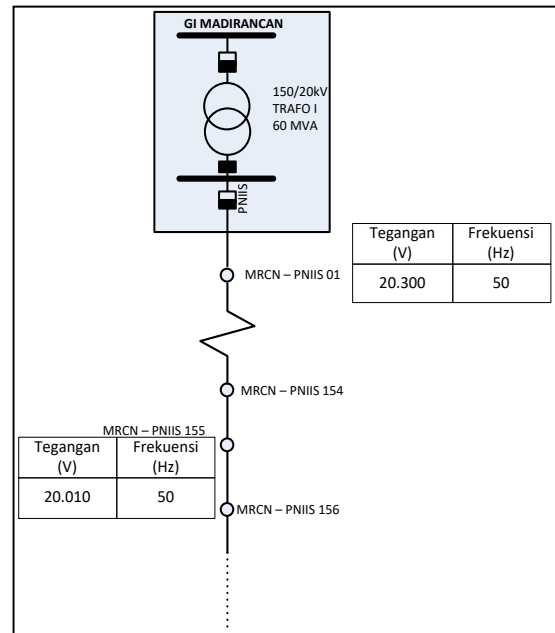
Gambar 5. Flowchart Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Survey

Data yang didapatkan dari hasil survey tersebut penulis gunakan untuk melakukan perencanaan pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik tegangan rendah. Dari pelaksanaan survey jaringan ditemukan bahwa di lokasi tersebut terdapat jaringan tegangan menengah penyulang Pniiis dari Gardu Induk Mandirancan.

Dalam perencanaan jaringan listrik, dibutuhkan data jaringan existing tegangan menengah, maka penulis juga melakukan survey terhadap jaringan existing tegangan menengah pada lokasi tersebut. Adapun data jaringan existing tegangan menengah yang didapatkan dari hasil survey tersebut adalah single line jaringan existing pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Single Line Existing

Setelah mengetahui nilai tegangan dan frekuensi pada jaringan pangkal existing, maka diperlukan data nilai tegangan ujung pada jaringan baru dengan melakukan penghitungan drop tegangan menggunakan rumus

$$V_r = ((\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos[\phi]) / A)$$

Dimana :

V_r :Tegangan jatuh

ρ :Tahanan Jenis

L :Panjang penghantar

I :Besarnya arus

$\cos[\phi]$:Faktor daya

A :Luas penampang penghantar

Setelah mengetahui tegangan jatuh yang diperkirakan hingga ujung jaringan baru, maka diketahui nilai tegangan ujung pada jaringan baru tegangan menengah dengan menggunakan rumus

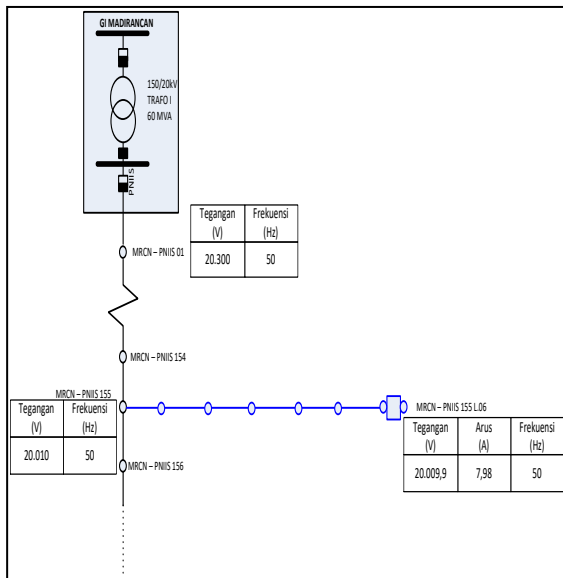
$$V_{Ujung} = V_s - V_r$$

Dimana:

V_s = Tegangan sumber

V_r = Tegangan jatuh

Hasil dari penghitungan tersebut tertuang dalam data gambar single line diagram jaringan tegangan menengah yang direncanakan pada Gambar 7



Gambar 7. Single Line Existing

2. Perencanaan Pembebanan

Masing-masing unit akan diberikan daya sebesar 1.300 VA sehingga kebutuhan beban untuk konsumen rumah tangga dan fasilitas umum pada perumahan tersebut adalah :

$$S = P \times N$$

$$S = 1300 \text{ W} \times 94 \text{ unit}$$

$$S = 122.200 \text{ Watt}$$

Keterangan:

- S = Kebutuhan Daya Total
- P = Daya Terpasang
- N = Jumlah unit

Cadangan yang disiapkan untuk pemenuhan kebutuhan daya tersebut adalah kemungkinan perubahan daya dari pelanggan sebesar 5%, sehingga daya total adalah:

$$S \text{ Total} = S \times 105\%$$

$$S \text{ Total} = 122.200 \times 105\%$$

$$S \text{ Total} = 128.310 \text{ VA}$$

Daya yang terpasang tidak akan sepenuhnya terpakai meskipun pada waktu beban puncak, hal ini karena adanya perbedaan kebutuhan pemakaian masing-masing pelanggan. Setiap pelanggan diperkirakan hanya akan menghabiskan maksimal 80% dari daya terpasang. Berdasarkan nilai persentase tersebut, dapat dihitung kebutuhan beban pada saat waktu beban puncak. Adapun perhitungannya adalah dengan rumus :

$$BP = P \times 80\%$$

Dimana :

- BP : Beban Puncak
- P : Daya Terpasang

Dari hasil perhitungan tersebut, didapatkan data pada saat WBP (Waktu beban puncak) adalah seperti yang tertera pada Tabel 1 sebagai berikut :

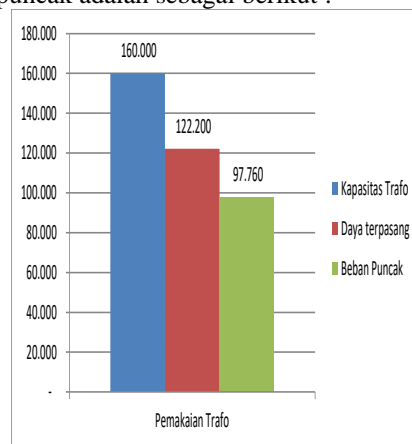
Tabel 1. Tabel Beban Puncak

L i n e	Phasa R		Phasa S		Phasa T		Jumlah	
	Daya (VA)	Arus (A)	Daya (VA)	Arus (A)	Daya (VA)	Arus (A)	Daya (VA)	Arus (A)
2	15.600	71	15.600	71	15.600	71	46.800	213
4	16.640	76	16.640	76	17.680	80	50.960	232

a. Perencanaan Gardu Distribusi

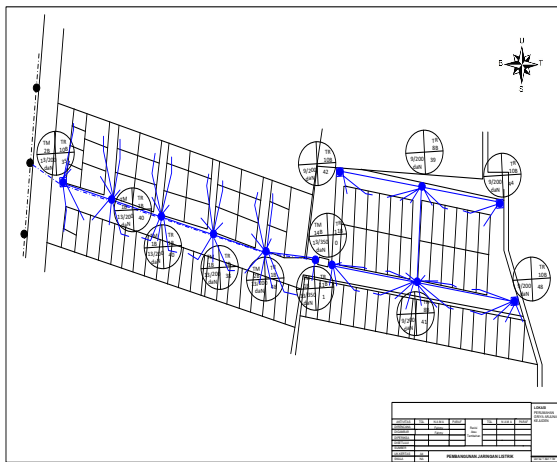
Berdasarkan hasil penghitungan kebutuhan daya dan beban yang telah dilakukan, maka penulis menentukan jenis transformator yang digunakan adalah transformator outdoor dengan kapasitas 160kVA dan gardu yang digunakan adalah gardu tiang type portal.

Berdasarkan data perencanaan pembebanan dan penentuan transformator serta kelengkapan lainnya, maka didapatkan perbandingan antara kapasitas trafo, daya terpasang dan beban puncak adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Perbandingan Kapasitas dan Pemakaian Transformator

Setelah melakukan perencanaan pembebanan dan gardu distribusi, maka dilakukan perencanaan jaringan dengan berpedoman pada siteplan dan hasil survey lokasi. Hasil perencanaan tersebut dituangkan dalam gambar 9 berikut :



Gambar 9. Hasil perencanaan

b. Tegangan Ujung dan Pangkal

Kebutuhan tegangan untuk jaringan sekunder pada Perumahan Griya Arjuna Kejuden adalah 220/380 volt, dan berdasarkan hasil ukur di gardu distribusi tegangan pangkal dari jaringan sekunder adalah seperti yang tertera pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2 Data Pangkal Jaringan Tegangan Rendah

No. Tiang	Tegangan Line - Line (Volt)	Tegangan Line - Neutral (Volt)
KJDC 201	395	221
KJDC 401	393	222

Setelah jaringan saluran udara tegangan rendah terpasang, untuk meyakinkan kita bahwa kebutuhan tegangan pada ujung jaringan tidak mengalami drop yang berakibat pada kerugian bagi konsumen maupun penyedia tenaga listrik maka harus dipastikan dengan menggunakan rumus drop tegangan.

$$V_r = \left(\frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \phi}{A} \right)$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapatkan data seperti yang tertera pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Data Ujung Jaringan Tegangan Rendah

No Tiang Ujung	Daya Terpasang (VA)	Tegangan (V)		Arus (A)	
		L-L	L-N	L-L	L-N
203	39.000	394,9	220,9	98,7	176,5
202 L02	39.000	394,9	220,9	98,7	176,5
202 L01	39.000	394,9	220,9	98,7	176,5
406	65.000	392,9	221,9	165,5	292,7

c. Rincian Anggaran Biaya

Dalam penyusunan rencana anggaran biaya suatu pekerjaan pembangunan jaringan listrik sebelumnya dilakukan analisa harga satuan untuk mendapatkan nilai satuan dari masing-masing jenis pekerjaan. Analisa harga satuan untuk pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik adalah dengan menghitung seluruh komponen-komponen dimulai dari pekerjaan pemasangan tiang untuk penyangga penghantar jaringan tegangan menengah dan tegangan rendah.

Dari hasil perhitungan RAB tersebut, maka biaya untuk pembangunan jaringan distribusi tenaga listrik adalah senilai Rp. 382.333.141

V. KESIMPULAN

Daya terpasang untuk masing-masing unit adalah 1.300 VA, sehingga total daya terpasang adalah 122.200 VA dan spare daya adalah 5% dari daya terpasang sehingga total daya terpasang adalah 128.310 VA. Gardu yang dibutuhkan adalah Gardu Tiang Type Portal dengan kapasitas Trafo 160kVA dan pembatas arus lebih (NH Fuse) yang digunakan adalah 160A. Jumlah Rincian Anggaran Biaya Jaringan adalah senilai Rp. 382.333.141.

REFERENSI

- [1] S. Suropto, "Sistem Tenaga Listrik," ELTEK, Vol 11 Nomor 01, pp. 1–293, 2017.
- [2] D. Suswanto, "Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik," Sist. Distrib. Tenaga List., pp. 137–180, 2009.
- [3] Suhadi.dkk, Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1-2. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional., 2008.
- [4] N. HAQ, "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 KV di Gardu Induk Batang," PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA, 2016.
- [5] PT. PLN (Persero), "Buku 4 Standar konstruksi gardu distribusi dan gardu hubung tenaga listrik," PT PLN, p. 4, 2010.
- [6] Agus Siswanto, S.a. E.S., *The Voltage Stability of Distribution System using the Distribution Generation Biomass Power Plant*. Proceeding of International Conference on Green Technology, 2014. ISSN:2355–3456.
- [7] Ashad, B.A., et al., *Stability Analysis and Fault Changes on Wind Turbine Effect in Multi-Machine Power System*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 875: p. 012048.
- [8] Gunadin, I.C., et al., Comparison of Voltage Stability Index Before and After Wind Turbine Penetrated to Sulseltrabar Interconnection Power System Using Modal Analysis Method. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 875: p. 012043.
- [9] Gunadin, I.C., et al. *Wind Speed Prediction in the area of PLTB Tolo Jeneponto South Sulawesi using Artificial Neural Network*. in 2020 1st International Conference on Information Technology, Advanced Mechanical and Electrical Engineering (ICITAMEE). 2020.
- [10] Gunadin, I.C., et al., Analysis of Transmission Line Stability for Sulselbar Interconnection System with the Penetration of Renewable Energy to Prevent Voltage Collapse. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. 875: p. 012045.
- [11] Siswanto, A., et al., *Stability improvement of wind turbine penetrated using power system stabilizer (PSS) on South Sulawesi transmission system*. AIP Conference Proceedings, 2018. 1941(1): p. 02003