

PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH 3 PHASA 380 VOLT UNTUK MENANGGULANGI KEBUTUHAN DAYA LISTRIK DI DAERAH TERPENCIL

Kuirinus Fansisius Jago¹, Ir. Prastyono Eko Pambudi, MT², Mujiman, ST.MT³
¹Mahasiswa, ²Dosen Pembimbing I, ³Dosen Pembimbing II
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND
Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222 Telp.(0274)563029

ABSTRACT

Electricity is a means of support that is needed by people to do all the activities of life. However, there are still some areas in Indonesia are still not affordable electricity, one of them is wuliwalo village, subdistrict mauponggo, Nagekeo District, Flores, East Nusa Tenggara.

The purpose of this research is to create a medium voltage distribution network planning (JTM) 20 kV to low voltage network (JTR) 220V / 380V for the region that is decent in terms of mechanical and electrical are adapted to the natural conditions and topography.

Steps were taken to plan the power distribution network is a survey of the location, route determination distribution network, distribution network design, installation design household, calculate the amount of material requirements for the construction of the power grid. In this planning process refers to the electricity distribution network construction standards used PT PLN (Persero), the standard PLN 87 in 1991 regarding the construction of rural electrification standards.

The results of this planning is the electrical network, details of equipment required for the construction of JTM to JTR. Wuliwalo village has 92 prospective customers spread in three-point distribution of the load to be served by the 2465 meters and 1880 meters JTM JTR and a 50 kVA transformer.

Keywords : Planning, JTM, JTR, Rural Electrification Construction Standards.

INTISARI

Listrik merupakan sarana penunjang yang sangat dibutuhkan oleh penduduk untuk melakukan segala aktivitas kehidupan. Akan tetapi, masih terdapat beberapa daerah di Indonesia yang masih belum terjangkau aliran listrik, salah satunya adalah di Desa Wuliwalo, Kecamatan Mauponggo, Kabupaten Nagekeo, Flores, NTT.

Tujuan penelitian ini adalah membuat perencanaan jaringan distribusi listrik dari jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV sampai dengan jaringan tegangan rendah (JTR) 380V/220V untuk desa tersebut yang layak dari segi mekanis maupun elektris yang disesuaikan dengan kondisi alam dan topografi. Langkah-langkah yang dilakukan untuk merencanakan jaringan distribusi tenaga listrik adalah survey lokasi, penentuan rute jaringan distribusi, mendesain jaringan distribusi, mendesain instalasi rumah tangga, mendata jumlah kebutuhan material untuk pembangunan jaringan listrik. Dalam proses perencanaan ini mengacu pada standar konstruksi jaringan distribusi listrik yang digunakan PT PLN (Persero), standar PLN 87 tahun 1991 mengenai standar konstruksi listrik perdesaan.

Hasil dari perencanaan ini adalah rute jaringan listrik, detail perlengkapan yang dibutuhkan untuk pembangunan JTM sampai JTR. Desa Wuliwalo memiliki 92 calon pelanggan yang tersebar di tiga titik persebaran beban yang akan dilayani oleh 2465 meter JTM dan 1880 meter JTR dan sebuah trafo 50 kVA.

Kata Kunci : Perencanaan, JTM, JTR, Standar Kontruksi Listrik Perdesaan.

A. Pendahuluan

“Listrik untuk kehidupan yang lebih baik”. Slogan ini merupakan suatu kenyataan yang tidak bisa dipungkiri bahwa listrik merupakan sarana penunjang yang sangat dibutuhkan oleh penduduk untuk melakukan segala aktivitas kehidupan. Akan tetapi, masih terdapat beberapa daerah di Indonesia yang masih belum terjangkau aliran listrik, salah satunya adalah di Desa Wuliwalo, Kecamatan Mauponggo, Kabupaten Nagekeo, Flores, NTT. Selama bertahun-tahun desa ini tidak dialiri listrik sehingga penduduk setempat agak terhambat melakukan aktivitas pada malam hari. Hal ini berdampak juga pada prestasi siswa siswi yang agak kurang, karena tidak adanya penerangan pada malam hari.

Untuk menjawab masalah diatas maka pada tahun 2015 PT. PLN berencana untuk melakukan pembangunan jaringan listrik di desa tersebut. Tentu untuk membangun jaringan yang handal dibutuhkan perencanaan yang baik. Perencanaan diperlukan sebab berkaitan dengan tujuan pembangunan dan pengembangan sistem jaringan distribusi yang harus memenuhi beberapa kriteria teknis dan ekonomis. Dalam perencanaan sistem distribusi harus dilakukan secara sistemik dengan pendekatan yang didasarkan pada peramalan beban untuk memperoleh suatu pola pelayanan yang optimal. Berdasarkan pada hal tersebut penulis tertarik untuk membantu Perencanaan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Tegangan Rendah 3 phasa 380 volt di Desa Wuliwalo. Dan sebanyak 92 calon pelanggan akan dipasang instalasi listrik.

B. Landasan Teori

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. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah;

- 1) Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan).
- 2) Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani

langsung melalui jaringan distribusi. (Suhadi, dkk. 2008).

Energy listrik merupakan energy yang paling mudah dipindahkan daripada energy lain, tetapi untuk dalam proses pensuplaian energy listrik agar sampai ke masyarakat bukanlah proses yang sederhana, tetapi melibatkan infrastuktur yang luas dan kompleks.

Infrastuktur tersebut meliputi :

1. Pembangkit listrik yaitu fasilitas permesinan yang berfungsi mengubah energy sumber menjadi energy listrik
2. Saluran transmisi yaitu saluran yang menghubungkan pusat-pusat pembangkitan ke gardu induk dipusat beban, yang memiliki panjang ratusan kilometer. Saluran transmisi di Indonesia tegangannya bervariasi, mulai 150 kV sampai 500 kV.
3. Saluran distribusi tegangan menengah yaitu saluran yang menghubungkan gardu induk dengan jaringan konsumen tegangan rendah. Jaringan tegangan menengah panjangnya dalam orde kilometer. Di Indonesia jaringan tegangan menengah bertegangan 20 kV.
4. Saluran distribusi tegangan rendah yaitu saluran yang menghubungkan gardu distribusi dengan pelanggan. Jaringan tegangan rendah panjangnya secara radial dalam orde kilometer. Di Indonesia jaringan tegangan rendah bertegangan 220V/380V.
5. Gardu listrik berisi trafo beserta segala perlengkapannya. Fungsi utamanya adalah merubah level tegangan listrik dari suatu level tegangan ke level tegangan yang lain. Gardu yang berhubungan langsung dengan saluran transmisi disebut gardu induk. Sedangkan yang bekerja pada tegangan distribusi disebut gardu distribusi/trafo distribusi.

Dalam melakukan perencanaan saluran distribusi tersebut harus mempertimbangkan beberapa factor antara lain factor keamanan, kualitas, dan factor ekonomi. Dengan begitu energy listrik dapat dikirimkan ke pelanggan dengan aman, handal dan ekonomis sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik oleh pelanggan guna menunjang berbagai kegiatan.

Berikut ini dipaparkan dasar-dasar Perencanaan Jaringan Distribusi:

Kriteria Teknik Saluran

1. Tekanan angin, dengan mengacu kecepatan angin maksimum 80km/jam atau 25 m/detik,temperature minimum 26,8⁰C maka diasumsikan tekanan adalah : konduktor tunggal adalah 40kg/m².
2. Tegangan system,SUTM : nominal 20kV,maksimum 24kV, 3 kawat sementara untuk SUTR : nominal 380V/ 240V, 4 kawat.
3. Regulasi tegangan secara umum pada sisi konsumen + 5% - 10%.
4. Jatuh tegangan pada SUTM 5%, Trafo 3%, SUTR 4% dan pada SR yang diambil dari SUTR 2%,bila diambil langsung 12%.
5. Pentanahan titik netral pada system 20kV,pentanahan dengan tahanan 500 ohm.
6. Pentanahan pada SUTM, seperti kelengkapannya dari pemasangan arrester,trafo,lbs,recloser,AVS dan pada ujung jaringan.
7. Pentanahan pada SUTR dipasang pada setiap 5 gawang atau lebih dan pada ujung jaringan. Besarnya tahanan pentanahan maksimum 5 Ohm.
8. Jarak bebas

Batasan jarak bebas Jaringan	SUTM(m)	SUTR(m)
Dari permukaan tanah	6,0	4,0
Menyilang jaringan 20kV	2,0	2,0
Menyilang jaringan 220V	1,0	1,0
Dengan bangunan	3,0	2,0
Dengan pohon	2,0	0,3

Perencanaan Konstruksi

1. Tingkat Isolasi
 - ❖ Tingkat isolasi yang dipakai sesuai dengan standard SPLN yaitu : Impulse withstand test voltage: 125 kV crest,Power frequency test distance : 50 kVrms, Isolator crepage distance : 500 mm.
 - ❖ Untuk daerah kepulauan dan pantai diperhitungkan dengan kontaminasi garam,maka dipakai isolator dengan crepage distance 500mm.
2. Pelindung surja petir
 - a) Pelepasan arus petir secara umum dibedakan dalam pelepasan didalam antara awan serta pelepasan dari awan ke tanah yang disebut sambaran ketanah. Kerusakan instalasi listrik disebabkan oleh sambaran ketanah yang dimaksud.
 - b) Berdasarkan map isokeraunic level,dengan asumsi 120kl,maka arrester pelindung surja petir yang diklasifikasikan:pada outgoing cable 20 kV : rating 10 kA,pada bagian lain : rating 5 kA(yang dimaksud bagian lain adalah pada trafo,pada tiang yang terpasang kabel tanah,pada pemasang saklar dan tiang akhir).
3. Konfigurasi saluran
 - a) Jaringan distribusi primer: Saluran udara 3 kawat/3phase, Tipe radial, saklar untuk mengisolasi gangguan: LBS,recloser,untuk sectionalizer.
 - b) Jaringan distribusi sekunder : Saluran udara 4 kawat/3phase, Saluran udara 2 kawat/1 phase, Tipe radial, Pengaman dengan fuse atau saklar pemutus
4. Penghantar

Ukuran konduktor harus dipilih dengan memperhitungkan jumlah beban sekarang, jumlah beban yang diperkirakan,hubungan pendek/kosleting, kapasitas arus konduktor, kerugian tegangan,kerugian daya, kekuatan mekanikal. Terlalu banyak ukuran tidak dapat dipakai untuk percabangan feeder.

Jenis konduktor untuk SUTM dipakai AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*),suatu campuran aluminium dengan silicium (0,4 – 0,7%) magnesium(0,3 – 0,35%) dan ferum (0,2 – 0,3%) mempunyai kekuatan yang lebih besar

daripada aluminium murni, tetapi kapasitas arusnya lebih rendah. Untuk SUTR dipakai kabel pilin udara (*twisted cable*) suatu kabel dengan inti AAC berisolasi XLPE (*crosslinked polyethylene*), dilengkapi dengan kawat netral AAAC sebagai penggantung dan dipilin. Kapasitas arus adalah kemampuan hantar arus pada ambient temperature 35°C, dengan kecepatan angin 0,5 m/det, serta daya tahan termal XLPE pada suhu 450°C.

a. Pemilihan ukuran

Konduktor AAAC ukuran yang tersedia yaitu 16,25,35,50,70,110,150 dan 240mm², sedangkan untuk twisted cable tersedia ukuran 3x25,1x25,3x35 +1x25; 3x50+1x35; dan 3x70+1x50; 2x25+1x25; 2x35+1x25; 2x50+1x35mm²

b. Pemasangan saluran udara.

Konduktor harus ditarik tidak terlalu kencang dan juga tidak boleh terlalu kendur, agar konduktor tidak menderita kerusakan mekanis maupun kelelahan akibat tarikan ayunan, dilain pihak dicapai penghematan pemakaian conductor. Sebagaimana diketahui bahwa harga konduktor berkisar 40% dari harga perkilometer jaringan.

Perhitungan panjang konduktor, maka panjang konduktor adalah:

AAAC : panjang konduktor = jarak gawang + 1%

TC : panjang konduktor = jarak gawang + 2%

Perhitungan ini diperoleh dengan cara dan rumus sebagai berikut:

$$S^1 = S + (8 \times a^2) (3 \times S)$$

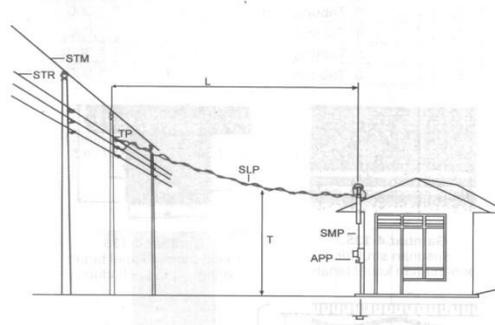
Keterangan S¹ = panjang konduktor (m)

S = panjang andongan (m)

A = andongan (m)

Sambungan Pelayanan

Ketentuan umum yang perlu diperhatikan dalam sambungan layanan pelanggan antara lain adalah jarak aman saluran kabel, jumlah pelanggan pada setiap sambungan luar pelanggan (SLP) Batasan-batasan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar Ketentuan Umum Sambungan Pelanggan

Keterangan

JTR = STR s/d APP (STR + SLP + SMP + APP)

SP = SLP s/d APP (SLP + SMP + APP)

SR = SLP s/d SMP (SLP + SMP)

L = 30 m untuk kabel isolasi dipilin (LVTC)

= 45 m untuk kabel jenis DX/QX

T = 6 m melintasi simpang jalan umum.

= 5,5 m melintasi rel kereta api

= 5 m melintasi jalan umum

= 4 m tidak melintasi jalan umum

Ketentuan- ketentuan sambungan pelayanan antara lain :

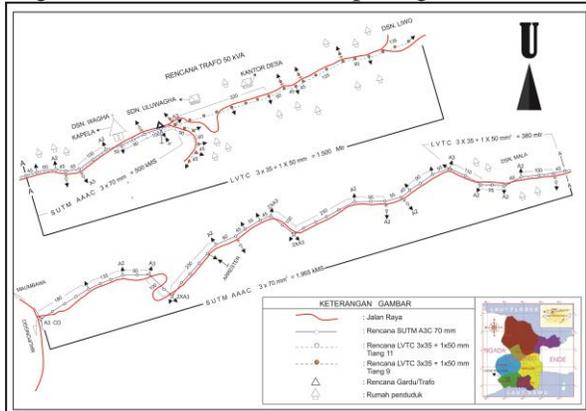
1. Dari satu tiang boleh dipasang maksimum 5 SLP.
2. Dari SLP satu boleh disambung berturut-turut (seri) maksimum 5 pelanggan dan tetap memperhatikan beban dan susut tegangan.
3. Jarak sambungan dari tiang kerumah atau dari rumah kerumah maksimum 30 meter untuk SLP jenis twisted dan maksimum 45 m untuk SLP jenis DX/QX.
4. Jarak sambungan dari tiang kerumah atau dari rumah terakhir maksimum 150 m dan tetap memperhatikan susut tegangan yang diijinkan.
5. Susut tegangan sepanjang SR yang diijinkan maksimum 2% bila SLP disambung pada STR maksimum 10% bila SLP disambung pada gardu trafo/peti TR.
6. Pada suatu atap boleh dipasang maksimum 3 SLP.

C. Perencanaan Sistem dan Penentuan Rute Jaringan Distribusi

Sebelum kita menentukan rute jaringan tentu diawali dengan Survey lokasi,menentukan tata letak tiang,trafo dan perlengkapan lain

jaringan distribusi. Setelah merekam semua data di lapangan baru di desain untuk rute jaringan distribusi.

Berikut ini adalah gambar rencana rute jaringan listrik yang akan dibangun di Desa Wuliwalo, Kecamatan Mauponggo, Kabupaten Nagekeo, Flores, NTT di lihat pada gambar



Gambar Rencana Rute Jaringan Listrik di Desa Wuliwalo, Kecamatan Mauponggo, Kabupaten Nagekeo, Flores, NTT.

D. Perkiraan Beban dengan Kapasitas Pemakaian Trafo 3 phase 50 kV

Berdasarkan gambar perencanaan jaringan distribusi SUTM, SUTR dan gardu distribusi di Desa Wuliwalo, menggunakan 1 unit trafo 3 phase 50 kV dapat dihitung beban yang digunakan. Adapun daya yang disalurkan untuk setiap rumah sebesar 450 VA dan 900VA dengan kapasitas trafo yaitu 50 kV

Dari data survey yang dilakukan diperoleh calon pelanggan yang terdata :

- a. Calon pelanggan dusun Mala = 25 calon pelanggan
- b. Calon pelanggan dusun Wagha = 39 calon pelanggan
- c. Calon pelanggan dusun Liwo = 28 calon pelanggan

Dengan masing-masing pelanggan akan mendapatkan daya tersambung sebesar:

- a. 450 VA sebanyak 74 calon pelanggan
- b. 900VA sebanyak 18 calon pelanggan

Maka dapat dihitung kapasitas daya yang dibutuhkan yaitu

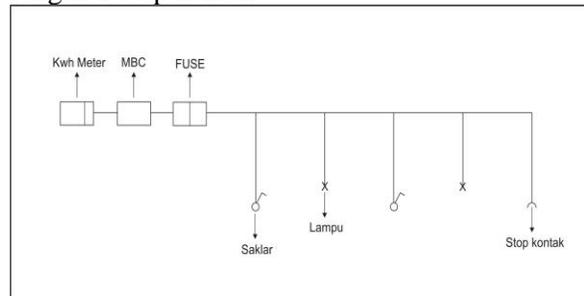
- a. $450 \text{ VA} \times 74 = 33300 \text{ VA} (33,3\text{kVA})$

- b. $900 \text{ VA} \times 18 = 16200 \text{ VA} (16,2\text{kVA})$
Jadi total daya yang dibutuhkan yaitu **48.500VA(48,5kVA)**

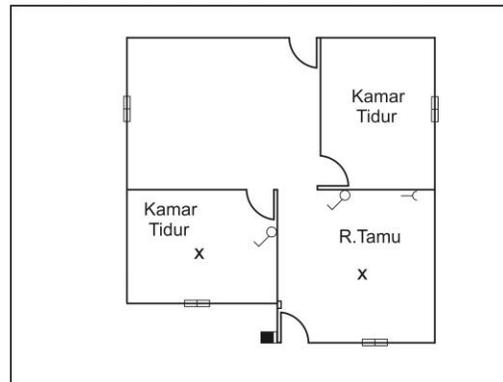
Berdasarkan perhitungan di atas, trafo dengan kapasitas 50 kV tidak mengalami kelebihan beban (*over load*). Sehingga trafo tersebut mampu untuk mengaliri arus listrik berdasarkan jumlah kebutuhan listrik disetiap rumah. Namun apa bila terjadi pertumbuhan penduduk dan mengalami kekurangan pasokan listrik tidak menutup kemungkinan akan ditambah beberapa buah trafo untuk membantu penyaluran energi listrik.

E. Perencanaan Instalasi Rumah Tangga

Untuk merencanakan suatu instalasi rumah tangga maka harus mengetahui sketsa ruangan yang akan dipasang instalasi listrik. Dengan begitu akan mudah untuk menentukan tata letak komponen. Gambar berikut merupakan salah satu sample rumah warga. Untuk itu dari PT. PLN memberikan kewenangan kepada jasa kontraktor untuk memasang 2 titik lampu dengan 1 stop kontak.



Gambar 4.2. Rencana Instalasi Rumah Tangga



Gambar 4.3. Tata Letak Ruangan Pemasangan rating pengaman pada beban terpasang :

- 1. Beban 450 VA maka $I = P/V \cdot \text{Cos Phi}$
 $I = 450/220 \times 0,85$
 $I = 2,4 \text{ A}$

Dipasaran tdk terdapat MCB sebesar arus maka dipakai **MCB 2A**

2. Beban 900 VA maka $I = 900/220 \times 0,85$
 $I = 4,81$

Dipasaran tdk terdapat MCB sebesar arus maka dipakai **MCB 6 A**

F. Kesimpulan

Dari perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik di Desa Wuliwalo, Kecamatan Mauponggo, Kabupaten Nagekeo, Flores, NTT dapat disimpulkan bahwa:

1. Rencana rute pembangunan jaringan distribusi listrik sudah dibuat sesuai hasil survey. Jaringan ini akan melayani 3 titik persebaran beban dengan jumlah calon pelanggan 92 pelanggan yang akan dilayani oleh total 2.465 meter JTM dan total 1.880 meter JTR.
2. Untuk membangun jaringan distribusi yang handal PT. PLN mempersiapkan material berupa: Tiang listrik, Konduktor, Isolator, guywire, Peralatan proteksi (arrester, fuse), komponen pembumian, transformator distribusi, dan peralatan pendukung lainnya.
3. Penghantar yang digunakan oleh PT. PLN untuk pembangunan JTM direncanakan menggunakan penghantar AAAC $3 \times 70 \text{ mm}^2$ dan penghantar JTR LVTC $3 \times 35 \text{ mm}^2 + \text{N}25 \text{ mm}^2$ serta satu buah trafo distribusi dengan kapasitas daya sebesar 50 kVA.
4. System jaringan distribusi yang direncanakan oleh PT. PLN di Desa Wuliwalo adalah system radial karena bentuknya paling sederhana, mudah dan efektif. Tiang distribusi direncanakan menggunakan besi dan jarak antara tiang berkisar antara 45 meter sampai 60 meter untuk JTM dan 45 meter sampai 50 meter untuk JTR.

DAFTAR PUSTAKA

Djitung Marsudi., 2006, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Graha Ilmu, Yogyakarta.

Hadi, Abdul., 1986, "*Sistem Distribusi Daya Listrik*" Erlangga, Jakarta.

Harten ,P, Van dan E. Setiawan ,1991, "*Instalasi Listrik Arus Kuat I*", Bina Cipta, Bandung

Novi Muzaroh., 2010, "*Perencanaan Jaringan Distribusi Tegangan Rendah 3 Phasa 380 Volt di Desa Atuka Distrik Mimika Timur Kab Mimika Papua*", Skripsi, UGM.

Suhadi, dkk., 2008, "*Teknik Distribusi Tenaga Listrik*", Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.

.....PT. PLN (Persero)
No.606.K/DIR/2010: "*Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*", Jakarta Selatan.

.....PT. PLN (Persero)
No.473.K/DIR/2010: "*Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik*", Jakarta Selatan.

.....SPLN 74:1987, "*Standar Listrik Perdesaan*", Departemen Pertambangan dan Energi, Jakarta

.....SPLN 87:1991, "*Standard Konstruksi Listrik Perdesaan*", Departemen Pertambangan dan Energi Jakarta.

.....SNI No. 04-0225-2000: Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000.