

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Desa Timusu merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Ulaweng, Kabupaten Bone. Desa ini memiliki banyak potensi ekonomi yang perlu dikembangkan. Potensi-potensi yang dimaksud, yaitu pertanian dan hasil hutan. Namun sebagian besar aktivitas sehari-hari dilakukan secara tradisional. Hal ini disebabkan belum terjangkaunya jasa pelayanan listrik, utamanya yang menyangkut penerangan listrik dan penggerak mesin-mesin produksi.

Untuk mengatasi masalah di atas, jasa pelayanan listrik sangatlah dibutuhkan. Jasa pelayanan listrik tersebut diharapkan akan membantu masyarakat, terutama peningkatan hasil pertanian, penerangan listrik, dan penerimaan berbagai informasi melalui media elektronik, seperti televisi dan radio. Selain itu, energi listrik juga dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga. Jasa pelayanan listrik itu diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat pada desa tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasar pada latar belakang yang dipaparkan di atas, dirumuskanlah sejumlah masalah berikut ini.

1. Bagaimanakah kelayakan pemasangan jaringan distribusi di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kabupaten Bone?
2. Bagaimanakah perkiraan besar daya yang dibutuhkan untuk instalasi jaringan tegangan rendah di Desa Timusu ?

3. Sistem distribusi apakah yang tepat diterapkan di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kab. Bone berdasarkan tetak geografisnya?

C. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. untuk mendeskripsikan kelayakan pemasangan jaringan distribusi di Desa Timusu;
2. Mendeskripsikan besar daya yang dibutuhkan untuk instalasi jaringan tegangan rendah di Desa Timusu;
3. Mendeskripsikan sistem distribusi yang tepat diterapkan di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng berdasarkan letak geografisnya.

D. Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah ;

1. sebagai bahan acuan dalam perealisasiian pemasangan jaringan distribusi di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kab. Bone; dan
2. dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian lanjutan tentang perencanaan jaringan distribusi.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Perencanaan tegangan menengah jaringan distribusi di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kab. Bone
2. Beban daya jaringan di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kab. Bone
3. Sistem distribusinya di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kab. Bone

E. Metode Penulisan

Ada tiga metode yang digunakan mengumpulkan data, yaitu berikut ini.

1. Studi Pustaka

Penulis melakukan studi pustaka dengan cara mengumpulkan dan membaca literatur yang relevan dengan isi laporan ini.

2. Observasi

Penulis meninjau langsung ke lokasi dengan cara melakukan pengukuran untuk penentuan titik tiang dan mengamati kelayakan perencanaan jaringan distribusi pada daerah lokasi.

3. Tanya Jawab

Dalam mengumpulkan data penduduk dan peta lokasi penulis melakukan tanya jawab langsung dengan pegawai PLN, instansi terkait, dan pemerintah setempat dalam perencanaan jaringan distribusi di lokasi tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi

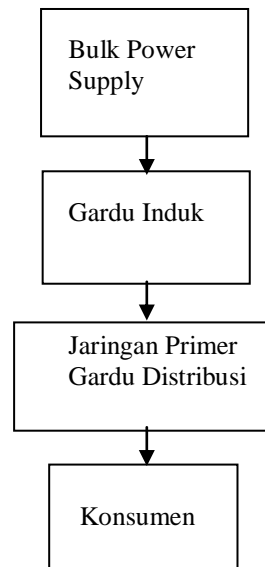
Daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik dipusat pembangkit sangat besar. Oleh karena itu, perlu dibangun sarana penyalur tenaga listrik berupa jaringan transmisi dan jaringan distribusi yang akan menyalurkan daya listrik ke pusat-pusat beban. Jadi, ada tiga komponen pokok yang sangat berperan yaitu:

1. Pusat pembangkit tenaga listrik;
2. penyalur tenaga listrik/sistem distribusi;
3. pemakai tenaga listrik.

Ketiga komponen tadi dilengkapi dengan penghubung, pengamanan, dan pengukur yang kesemuanya disebut sistem tenaga listrik. Salah satu sistem tenaga listrik tersebut apabila tidak berfungsi dengan baik, maka akan mempengaruhi kerja sistem tersebut.

Distribusi tenaga listrik merupakan tahap akhir dari penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit sampai ke pemakai. Tenaga listrik ini disalurkan melalui suatu transformator yang kemudian diteruskan ke jaringan sekunder atau jaringan distribusi tegangan rendah. Barulah kemudian para pemakai tenaga listrik dapat dihubungkan dengan sumber tegangan menurut tegangan yang diinginkan.

Secara umum, bagian suatu sistem distribusi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

B. Pembangkit Tenaga Listrik

Ada beberapa jenis pembangkit di Indonesia yaitu: Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Namun, jenis pembangkit yang biasa digunakan di Sulawesi Selatan ialah PLTA dan PLTU.

Desa Timusu sendiri mendapat aliran listrik dari PLN hanya sekitar 25 %. Sebanyak 75 % lainnya belum menikmati aliran listrik dari PLN karena sebagian besar wilayah yang tidak terjangkau jaringan.

C. Gardu Induk (GI)

Gardu induk adalah bagian dari suatu sistem tenaga yang dipusatkan pada suatu tempat tertentu, berisikan sebagian ujung-ujung saluran transmisi atau distribusi perlengkapan hubung bagi beserta bangunannya dan dapat juga berisi transformator-transformator. Suatu gardu induk dilengkapi peralatan keamanan atau kontrol. Gardu induk dilengkapi dengan fasilitas dan peralatan yang diperlukan sesuai dengan tujuannya, dan mempunyai fasilitas untuk operasi dan pemeliharannya, sebagai berikut;

1. Transformator utama.

Transformator utama digunakan untuk menurunkan atau menaikkan tegangan. Di gardu induk ia menurunkan tegangan, dipusat pembangkit ia menaikkan tegangan. Ada dua jenis transformator yaitu 1 fasa dan 3 fasa.

2. Alat pengubah fasa

Alat pengubah fasa dipakai untuk mengatur jatuh tegangan pada saluran atau transformator dengan mengatur daya reaktif, atau untuk menurunkan rugi daya dengan memperbaiki faktor daya.

3. Peralatan penghubung

Peralatan penghubung terdiri atas pemutus beban dan pemisah. Pemutus beban digunakan untuk menghubungkan atau melepaskan beban. Jika terjadi gangguan pada saluran transmisi atau alat lain, pemutus beban berfungsi untuk memutuskan hubungan secara otomatis. Jika saluran transmisi dan distribusi, trafo dan pemutus beban mengalami perbaikan atau pemeriksaan, maka pemisah digunakan untuk memisahkan saluran dan peralatan tersebut.

4. Panel hubung dan transformator ukur

Panel hubung berfungsi membuka pemutus beban (secara otomatis) melalui rele pengaman dan memisahkan bagian yang terganggu bila terjadi gangguan.

Ada tiga jenis transformator ukur,

- a. transformator tegangan;
- b. transformator arus;
- c. transformator tegangan dan arus.

5. Alat pelindung

Alat pelindung terdiri atas pemutus beban, rel pengaman, arrester, dan peralatan netral.

D. Saluran Transmisi

Saluran transmisi ialah saluran listrik yang dipakai untuk menyalurkan energi listrik dengan tegangan nominal lebih dari 35 KV.

E. Gardu Hubung (GH)

Yaitu merupakan gardu yang tidak berisikan transformator, tetapi hanya perlengkapan hubung bagi (switchgear) dan biasanya rel-rel (busbar). Jenis gardu hubung terdiri dari GH spindel dan GH non-spindel. GH spindel mempunyai maksimum 7 unit saluran sedangkan GH non-spindel mempunyai 3 unit saluran.

F. Saluran Distribusi Primer

Pada umumnya negara-negara industri tidak mempunyai keseragaman standar tegangan saluran primer. Dimana masing-masing perusahaan memilih standar tegangan berdasarkan perhitungan teknis ekonomis negara-negara tertentu, serta kesanggupan pihak industri listrik untuk memproduksi alat-alat listrik yang diperlukan.

Indonesia sebagai negara yang berkembang mengalami berbagai persoalan/perubahan standar tegangan saluran primer seperti pada permulaan pengembangan kelistrikan. Tiap-tiap perusahaan menggunakan tegangan saluran primer menurut perhitungan teknis yang mana paling baik dalam pemeliharaannya sesuai dengan daerah asuhannya masing-masing. Dengan demikian, tingkat tegangan saluran primer yang dikenal di Indonesia: 3 kv, 6kv, 7kv, 12kv, 15kv, dan 20kv.

Jaringan primer biasanya tiga fasa dan berlangsung dari gardu induk sampai pada pusat bebannya dimana kemudian dilakukan percabangan pada sub-feeder tiga fasa, atau dapat pula langsung dihubungkan dengan gardu distribusi.

G. Gardu Distribusi

Gardu distribusi terbagi atas 2 macam sebagai berikut:

1. Gardu tiang

Dibatasi oleh berat dan dimensi transformator dengan memperhitungkan beban angin. Gardu tiang ini dipergunakan sampai 250 KVA, dengan syarat trafo pemasangan luar Semua bentuk gardu harus

memungkinkan adanya pengukuran beban di masing-masing fasa untuk keseimbangan. Gardu tiang terdiri dari 2 macam;

- a. gardu portal;
- b. gardu cantol, gardu control fasa tunggal ada dua macam yaitu yang terpasang pada fasa-fasa dan yang lainnya terpasang pada fasa-netral.

2. Gardu tembok

Dibangun untuk trafo yang lebih besar dari 250 KVA. Dalam gardu tembok pengukuran KWH pun dimungkinkan.

H. Saluran Sekunder

Saluran sekunder berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke rangkaian pemakai yang dihubungkan dengan panel-panel pembagi beban. Jaringan sekunder pada sistem distribusi tenaga listrik adalah 220/380 volt.

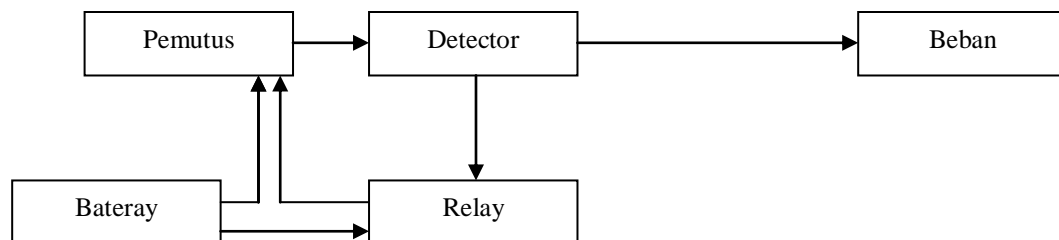
Penghantar pada jaringan sekunder terdiri atas 2 macam yaitu:

1. Penghantar telanjang dari aluminium campuran. Bagi JTR yang memerlukan kabel antara gardu ke tiang pertama digunakan kabel dengan kemampuan hantar arus (KHA) satu tingkat di atas kemampuan hantar arus penghantar telanjangnya.
2. Penghantar berisolasi dipilin dengan penghantar fasa aluminium dan penghantar netral aluminium campuran.

I. Tujuan proteksi

Pada saluran kelistrikan untuk mengisolir bagian yang terkena gangguan digunakan relay proteksi yang masing-masing mempunyai daerah pengamanan tersendiri. Sistem ini lebih dikenal sebagai sistem perlindungan.

Tujuan dari proteksi adalah mengamankan peralatan dan keadaan abnormal sedini mungkin sehingga gangguan tersebut tidak sempat mengakibatkan kerusakan pada peralatan yang semakin besar. Selain itu juga diketahui bahwa nilai investasi peralatan listrik sangat besar, sehingga diperlukan sistem proteksi yang menjamin peralatan listrik dalam keadaan aman dari gangguan dan kerusakan yang fatal. Di bawah ini adalah diagram blok sistem proteksi:



Gambar. 2.2 Diagram blok Relay sistem proteksi

Keterangan:

Pemutus : Berfungsi memutus atau memisahkan rangkaian pada kondisi aktif

Detektor : Berfungsi untuk mendeteksi perubahan parameter dan menginformasikan data tersebut ke relay proteksi.

Relay : Membandingkan besaran parameter yang dibaca oleh detektor dan mengevaluasi apakah akan melanjutkan kepada pemutus jika perlu dan membiarkan jika tidak perlu.

Battrey : Memberikan energi listrik pada relay dan pemutus.

Tipe-tipe pemutus

Tipe-tipe pemutus yang digunakan dalam sistem distribusi yaitu:

a. Relay

Relay adalah alat yang bekerja secara otomatis mengatur/memasukkan suatu rangkaian listrik (rangkaian trip) akibat adanya perubahan rangkaian lain

Relay proteksi berfungsi untuk membandingkan besaran parameter yang dibaca oleh detektor dan menganalisanya, selanjutnya diteruskan ke pemutus dan membiarkan jika tidak dianggap perlu untuk diteruskan,

b. ABS (Air Breaker Switch)

Sektor ini dipasang pada gardu induk atau di atas jaringan tegangan menengah. ABS mempunyai pisau atau blade dengan kontak stationer yang dilengkapi saklar terbuka karena ini akan melebar hingga busur bertambah panjang dan akhirnya putus.

c. DS (Disconnection Switch)

Saklar ini sama halnya dengan ABS hanya tidak dapat dipakai untuk membuka rangkaian yang masih dalam keadaan berarus. Saklar ini (DS) dipakai untuk mengisolir rangkaian yang sudah terputus terhadap jaringan.

d. Cut Out pada Jaringan Menengah

Yaitu pengaman dan pemisah (switch), di setiap cut out dilengkapi fuseling yang sesuai dengan daya trafo.

J. Pentanahan

Pentanahan sistem jaringan bertujuan untuk mencegah kemungkinan timbulnya bahaya akibat adanya gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir.

Salah satu faktor utama dalam setiap usaha pengamanan (perlindungan) rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan benar. Agar sistem pentanahan dapat bekerja efektif, maka harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut.

1. membuat jalur impedansi rendah ketanah untuk pengamanan personil dan peralatan, menggunakan rangkaian yang efektif;
2. dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surya hubung;
3. menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi;
4. menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

Dalam substation-substation distribusi, nilai tahanan maksimum yang diperbolehkan adalah 5 ohm. Dibeberapa tempat, tahanan sebesar 5 ohm sudah cukup memadai tanpa banyak gangguan, sedang di lain tempat sangat sulit dicapai tahanan pentanahan dibawah 100 ohm. Apabila timbul keadaan demikian dapat digunakan beberapa metode untuk menurunkan harga tahanan pentanahan, antara lain: sistem-sistem batang paralel, sistem pasak tanam dalam dengan beberapa pasak, dan perlakuan terhadap kondisi kimiawi tanah. Metode-metode lain juga

telah banyak diperkenalkan, yaitu pelat tanam penghantar tanam dan beton kerangka baja yang secara listrik terhubung.

Dalam sistem pentanahan dikenal istilah dektroda pentanahan hambatan arus yang melewati sistem elektroda tanah mempunyai tiga komponen yaitu;

1. tahanan pasaknya sendiri dan sambungan-sambungannya;
2. tahanan kontak antara pasak dan tanah sekitar;
3. tahanan tanah disekelilingnya.

K. Penangkal Petir

Penangkal petir terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Penangkal petir tipe lemparan

Biasanya terdiri dari dua celah bunga api yang dihubungkan seri. Satu adalah celah terbuka, serupa dengan tanduk bercelah yang mencegah masuknya tegangan catu normal dari catu lain. Celah kedua ini mempunyai tegangan bunga api yang rendah dan tertutup pada tabling serat yang mempunyai satu ujung terbuka.

Tipe ini mempunyai karakteristik pulsa serupa dengan celah bunga api tetapi mempunyai sarana untuk memutus daya arus ikutan dalam batas-batasnya. Dipakai umumnya dalam perlindungan peralatan pada daerah rendah rangkaian tegangan tinggi sampai 36 kV dan rangkaian distribusi yang tidak berselubung. Bagian depan gelombang bunga api penangkal ini lebih tinggi dan tipe tahanan non linier.

Penangkal ini tidak membatasi besarnya amplitude arus ikutan dengan besaran yang berarti sebelum memutusnya dan mempunyai batas arus

pemutusan yang harus dibandingkan dengan arus kesalahan yang diperkirakan dapat terjadi dan sistem pengembalian tegangan transien pada titik instalasi. Penangkal ini dicakup dalam IS : 3070-1966 (Part II).

2. Penangkal petir tipe tahanan tidak linier atau pengalihan

Ini mencakup hampir seluruh masalah yang ada pada alat-alat pembatas tegangan lebih. Tipe ini dapat membatasi dan memutuskan daya aliran arus. Tipe ini dibatasi dengan tegangan frekuensi daya maksimum. Batas menentukan tegangan maksimum frekuensi daya yang lewat ujung-ujung penangkal yang akan memutuskan arus ikutannya. Penangkal ini dicakup pada IS : 3070-1974 (Part I).

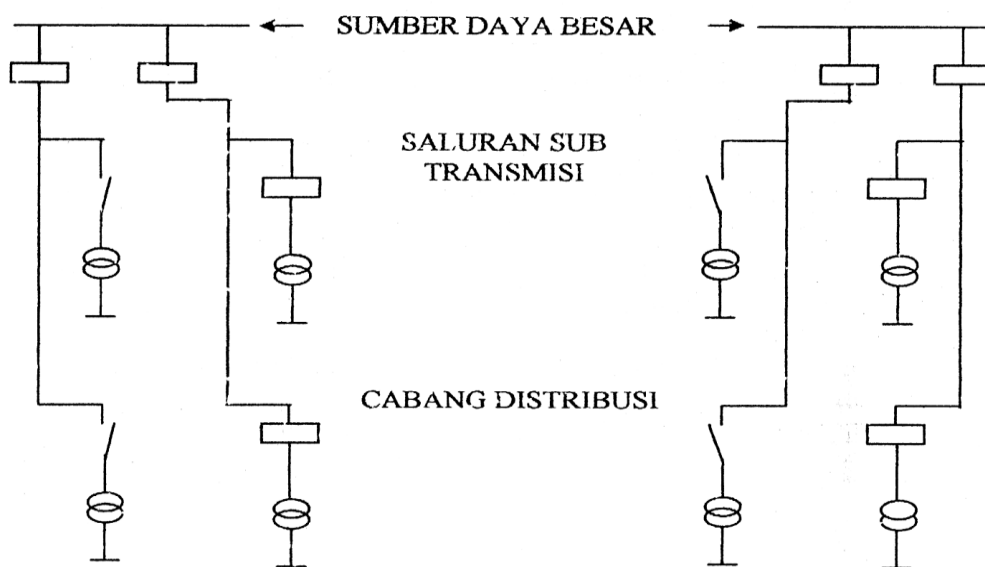
L. Tipe-Tipe Sistem Distribusi

Fungsi utama sistem distribusi adalah menyalurkan daya listrik dari sumber ke pemakai daya listrik dengan sebaik-baiknya untuk saat tertentu serta untuk masa-masa yang akan datang. Sedapat mungkin daya yang disalurkan ke pemakai masih dalam batas-batas tegangan yang diperbolehkan. Pada dasarnya sistem distribusi dapat berbentuk:

1. Sistem distribusi radial

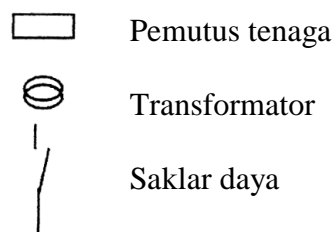
Sistem jaringan distribusi radial merupakan tipe yang paling sederhana dan paling umum digunakan, terutama untuk melayani daerah-daerah dengan kerapatan beban rendah. Jaringan ini mempunyai keandalan yang rendah serta mempunyai jatuh tegangan yang besar, terutama untuk ujung saluran. Kerapatan arus yang besar adalah terletak pada daerah yang dekat dari sumber dan yang terkecil yakni pada ujung saluran.

Berdasarkan kerapatan arusnya, maka panampang penghantarnya dapat berbeda-beda. Keuntungan dari sistem ini adalah kesederhanaannya dan tidak menggunakan terlalu banyak peralatan seperti pada sistem yang lain. Dan kerugiannya yaitu kontinuitas pelayanan kurang baik, jika terjadi gangguan yang bersifat permanen menyebabkan circuit breaker membuka maka seluruh saluran tersebut mengalami pemutusan sampai gangguan tersebut dapat diatasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sistem distribusi radial

Keterangan:



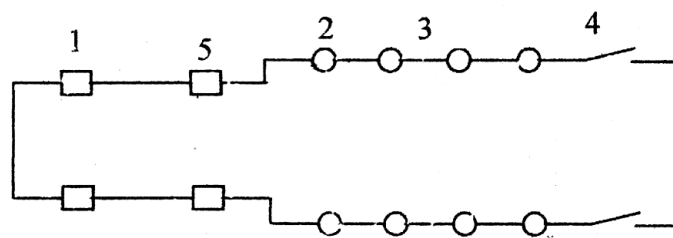
2. Sistem distribusi loop

Sistem distribusi loop berbentuk suatu lingkaran tertutup yaitu dari suatu gardu induk disalurkan melewati daerah beban dan kembali ke gardu semula.

Sistem distribusi loop ini adalah merupakan suatu sistem pengembangan radial, yang pada pengoperasiannya dapat bekerja sebagai sistem radial biasa. Pada keadaan normal saklar daya dalam keadaan terbuka, sehingga jaringan bekerja dalam sistem radial. Jika terjadi gangguan, maka bagian jaringan yang mengalami gangguan akan diisolir. Selanjutnya saklar daya ditutup sehingga daya tetap disalurkan.

Dengan demikian keandalannya lebih tinggi dari sistem radial, sehingga penyaluran daya ke gardu-gardu distribusi tidak akan terputus selama jaringan yang terganggu sedang diperbaiki.

Sistem loop ini lebih mahal karena kapasitas konduktor harus sama dan harus sanggup untuk menanggung beban secara keseluruhan jika salah satu sistem yang dekat dengan GI mengalami gangguan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



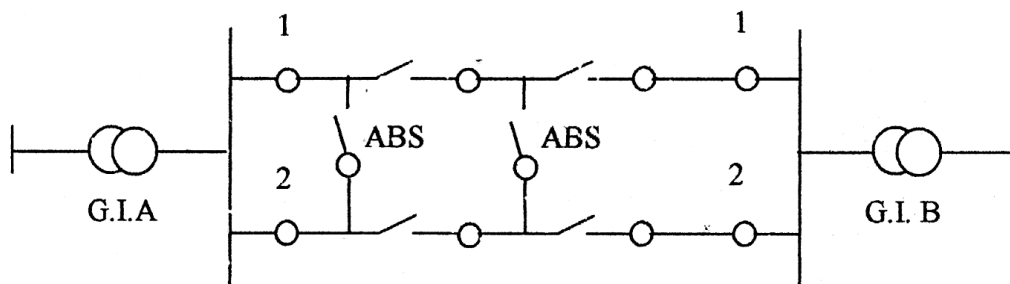
Gambar 2,4 Sistem distribusi loop

Keterangan:

- a. GI Distribusi
- b. Gardu Distribusi
- c. Saluran
- d. Saklar Daya .
- e. Pemutus Tenaga

3. Sistem distribusi grid (jala-jala)

Sistem distribusi grid ini terjadi karena ada beberapa gardu induk yang saling interkoneksi sehingga setiap beban memiliki beberapa kemungkinan untuk menerima daya dari berbagai arah. Kualitas pelayanan sistem ini jauh lebih baik bila dibandingkan dengan sistem radial maupun sistem loop, namun sistem ini memerlukan investasi yang besar dalam pembangunannya sehingga hanya baik untuk suatu beban yang sangat rapat dan besar, sehingga memerlukan kontinuitas pelayanan yang tinggi.



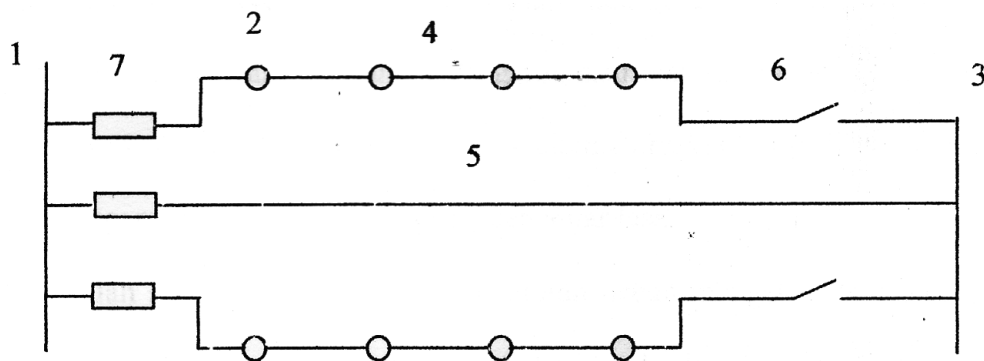
Gambar. 2.5 Sistem distribusi grid

Pada sistem ini memungkinkan gardu distribusi disuplai dari dua atau lebih banyak ABS (Air break switch) dibanding sistem loop. Jadi bila GLA tidak berfungsi maka semua bagian dapat disuplay dari GIB dengan menutup semua ABS pada saluran 1 dan saluran 2. bila keadaan saluran 1 pada gardu induk B terganggu maka dengan membuka ABS (AJ dan menutup salah satu

ABS antar saluran, maka semua gardu distribusi pada bagian yang tidak terganggu akan mendapat suplay tenaga listrik dari saluran (B) pada GLB.

4. Sistem distribusi spindle

Tipe spindle adalah tipe radial yang dilengkapi dengan gardu hubung dan express feeder sehingga memungkinkan gardu distribusi salah satu feeder disuplay express feeder. Dari sistem tersebut tingkat kelangsungan pelayanan daya listrik akan lebih baik bila dibandingkan dengan tipe radial biasa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.6 Sistem distribusi spindle

Keterangan:

- G.I. Distribusi
- Gardu Distribusi
- Gardu Hubung
- Saluran

Adapun ciri-ciri tipe spindle sebagai berikut:

- Beberapa feeder/saluran (maksimum 7 saluran), keluar dari rel tegangan rendah gardu induk dan berkumpul pada gardu hubung.
- Satu dari saluran-saluran suatu tipe spindle yang disebut kabel express menghubungkan langsung dari gardu induk ke gardu hubung.

- c. Pada pengusahaan normal, saluran/kabel express tidak dibebani dan hanya berfungsi sebagai saluran cadangan melalui gardu hubung bagi kabel/saluran-saluran yang lain bila terjadi gangguan
- d. Pada pengusahaan normal, pemutus beban pada gardu hubung terbuka sehingga kabel/saluran-saluran melayani gardu-gardu distribusi secara radial.
- e. Tiap feeder/saluran diamankan dengan circuit breaker yang dilengkapi dengan alat pengaman arus lebih untuk gangguan antar fasa.
- f. Bila salah satu sisi dari kabel suatu saluran beban mengalami gangguan, maka circuit breaker bekerja pada pemutus beban gardu distribusi di kedua ujung sisi tersebut dapat dibuka untuk mengisolir saluran yang terganggu

M. Tipe-Tipe Beban

Berdasarkan keadaan dan sifat pemakaian listrik dari konsumen maka beban dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Beban rumah tangga ,

Beban rumah tangga merupakan beban yang terdiri dari peralatan-peralatan listrik seperti lampu penerangan , kipas angin, dan alat-alat rumah tangga lainnya. Pada beban rumah tangga kebutuhan maksimum biasanya berlangsung pada malam hari yaitu pada pukul 18.00 sampai 22.00. dimana pada selang tersebut konsumen akan mengkonsumsi daya listrik untuk keperluan penerangan serta untuk keperluan hiburan.

2. Beban perdagangan/komersial

Beban komersial adalah beban listrik yang terdiri dari peralatan listrik yang terdiri dari peralatan listrik yang biasanya digunakan pada pusat-pusat perbelanjaan, restoran, perhotelan serta tempat-tempat hiburan. Kebutuhan terbesar untuk beban usaha biasanya berlangsung antara pukul 09.00 sampai 15.00, karena untuk kurun waktu tersebut kegiatan usaha berlangsung.

3. Beban industri.

Beban industri merupakan beban yang digunakan pada industri sebagai sumber daya listrik selain dari pembangkit sendiri. Beban ini merupakan beban yang cukup besar.

N. Konstanta – Konstanta

1. Metode-metode perkiraan beban

Analisis Regresi

a. Kecenderungan

Analisis regresi atau kecenderungan adalah cara mempelajari perubahan deret waktu suatu proses dari waktu yang lalu ke waktu yang akan datang yang dapat diketahui dari sekarang. Adapun metode yang biasa digunakan yakni kecenderungan linter dan eksponensial.

b. fungsi regresi

- 1) Garis kuadrat terkecil
- 2) Parabola kuadrat terkecil
- 3) Eksponen kuadrat terkecil
- 4) Regresi ganda Regresi Linier

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

Y = Jumlah penduduk

X = Variabel waktu

a = konstanta (titik potong grafik dengan sumbu Y)

b = konstanta (koefisien arah dari grafik)

Akibat persamaan secara simultan nilai akhir a dan b diperoleh:

$$a = \frac{\begin{vmatrix} S_2 & S_1 \\ S_4 & S_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N_2 & S_1 \\ S_1 & S_3 \end{vmatrix}}$$

sehingga

$$a = \frac{S_2 S_3 - S_1 S_4}{N S_3 - S_1 S_1} \dots\dots\dots (2)$$

$$b = \frac{\begin{vmatrix} N & S_2 \\ S_1 & S_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N & S_1 \\ S_1 & S_3 \end{vmatrix}}$$

sehingga :

$$b = \frac{N S_3 - S_1 S_1}{S_2 S_3 - S_1 S_4} \dots\dots\dots (3)$$

2. Penentuan KHA dan arus nominal (In)

Arus nominal (In) adalah arus kerja yang mendasari pembuatan peralatan listrik.

KHA. atau kemampuan hantar arus adalah kemampuan suatu penghantar untuk mengalirkan arus sampai ke beban secara terus menerus.

Untuk menentukan kemampuan hantar arus pengaman dan luas penampang penghantar yang diperlukan, pertama-tama maka harus ditentukan arus nominal

$$\text{Untuk arus bolak balik 1 phasa : } I = \frac{P}{V \cos \varphi} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Untuk arus bolak balik 3 phasa: } I = \frac{P}{V \cos \varphi \sqrt{3}} \dots \dots \dots (5)$$

Untuk instalasi dengan saluran-saluran yang sangat panjang, harus juga diperhitungkan rugi tegangan dalam saluran-saluran ini. Susut tegangan di tiap-tiap titik beban tidak boleh melebihi 5 % daripada tegangan di perlengkapan hubung bagi utama, yaitu perlengkapan hubung bagi yang berada di dekat KWH meter PLN. Berdasarkan rugi tegangan dan rapat arus harus digunakan luas penampang penghantar yang berbeda, harus dipilih luas penampang yang paling besar. Akan tetapi pengaman lebur yang digunakan harus tetap berdasarkan beban yang dihubungkan karena aparatur yang dihubungkan harus diamankan terhadap beban lebih. Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan luas penampang penghantar yang diperlukan berdasarkan rugi tegangan adalah :

$$\text{Untuk arus bolak balik 1 phasa : } A = \frac{2 \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \Delta V} \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{Untuk arus bolak balik 3 phasa : } A = \frac{1,731 \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \Delta V} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

A = luas penampang nominal (mm²)

I = kuat arus dalam penghantar (Ampere)

AV = rugi tegangan dalam penghantar

γ = daya hantar jenis dari bahan penghantar yang digunakan, dalam S/m.

Untuk tembaga : $\gamma = 56,2 \cdot 10^6$ S/m;

Untuk aluminium $\gamma = 33 \cdot 10^6$ S/m

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

a. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Januari 2016 sampai dengan Juni 2016 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

b. Tempat

4. Penelitian dilaksanakan di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kab. Bone

B. Metode Penelitian

Metode penelitian ini berisikan langkah-langkah yang ditempuh penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Metode penelitian ini disusun untuk memberikan arah dan cara yang jelas bagi penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.

Adapun langkah-langkah yang ditempuh oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Metode Pustaka

Yaitu mengambil bahan-bahan penulisan tugas akhir ini dari referensi-referensi serta literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

Metode Penelitian

Mengadakan penelitian dan pengambilan data di Desa Timusu, Kecamatan Ulaweng, Kab. Bone, Kemudian mengadakan pembahasan/analisa hasil pengamatan dan menyimpulkan hasil analisa tersebut.

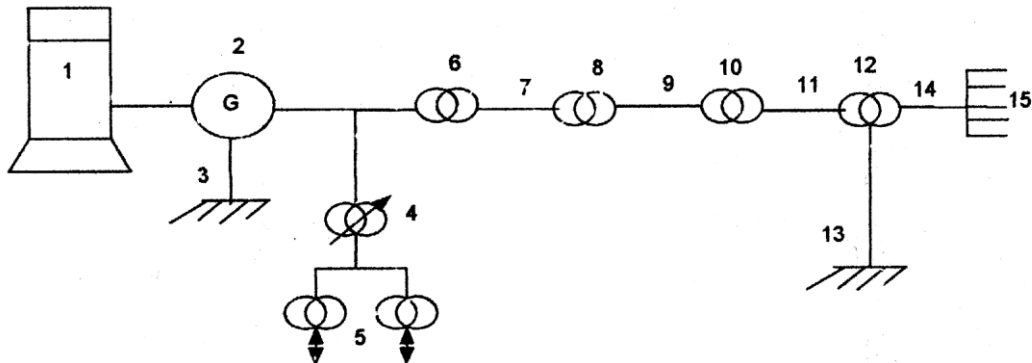
Metode Diskusi/Wawancara

Yaitu mengadakan diskusi/wawancara dengan dosen yang lebih mengetahui bahan yang akan kami bahas atau dengan pihak praktisi.

C. Gambar Blok Diagram

Bagian-bagian Sistem Distribusi

Secara umum, bagian suatu sistem distribusi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Sistem Distribusi tenaga listrik

Keterangan:

1. mesin penggerak mula;
2. generator tiga fasa 50 Hz (pembangkit);
3. pentanahan netral;

4. step down trafo pemakaian sendiri;
5. pemakaian sendiri pada pusat pembangkit;
6. gardu induk (GI) pusat pembangkit dengan transformator step UP 10/150 KV ;
7. saluran transmisi dengan saluran ganda pada tegangan 150 KV;
8. gardu induk pusat beban dengan trafo step down 150/70 KV;
9. saluran sub transmisi 30-70 KV;
10. gardu hubung dengan trafo step down 70/20 KV;
11. saluran distribusi primer (saluran tegangan menengah) pada 20 KV;
12. gardu distribusi primer trafo step down 20 KV/380 V antar fasa dan 220 V fasa-netral;
13. pentanahan netral;
14. saluran distribusi sekunder pada tegangan 380 / 220 V;
15. beban / konsumen.

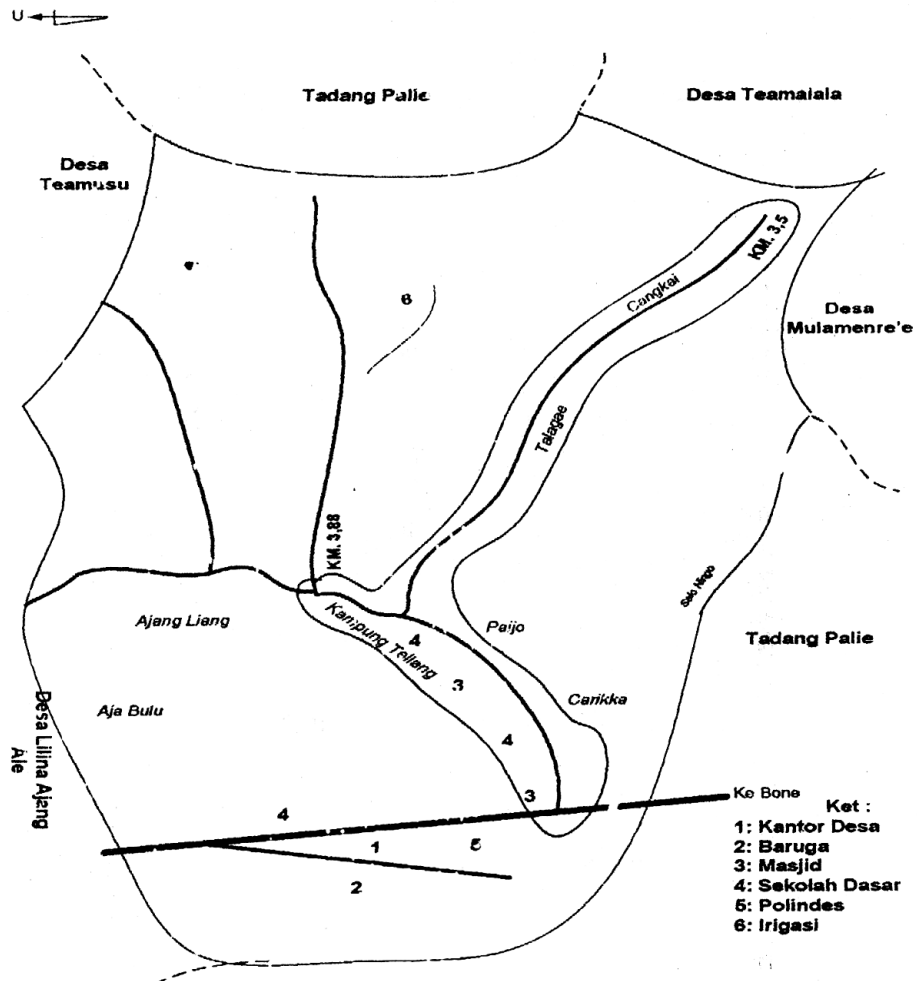
BAB IV

HASI PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan jaringan Distribusi

Dalam membuat suatu jaringan, yang perlu diperhatikan adalah mengenai gambar lokasi pemasangan jaringan dan data penduduk.

1. Gambar Lokasi Jaringan



Gambar 3.1 Gambar lokasi Perencanaan

2. Data Penduduk

Tabel 3.1 Data penduduk 5 tahun terakhir

Tahun	Penduduk	Rumah tangga	Sosial
2011	1270	254	3
2012	1314	265	3
2013	1362	279	3
2014	1414	292	4
2015	1466	307	4

B. Ketentuan Teknis

1. Tiang listrik

Ketentuan pemasangan tiang Untuk 20 KV

- a. Untuk saluran lurus, tiang-tiang penarik (strain) tiang akhir, digunakan tiang tipe 13A yang panjangnya 13 meter.
- b. Untuk tiang sudut dan percabangan digunakan tipe 14A yang panjangnya 14 meter.

Ketentuan pemasangan tiang Untuk 6 KV

- a. Tiang lurus, tiang penarik dan tiang akhir digunakan tipe 12RB yang panjangnya 12 meter,
- b. Untuk tiang sudut dan percabangan digunakan tipe 13RB yang panjangnya 13 meter.

Untuk saluran 20 KV atau 6 KV yang agak berubah arah dan membentuk sudut + 30° dari arah lurus, maka pemakaian tiang tetap

seperti pada saluran yang digunakan dibuar berganda (dobel). Jarak antara tiang ditetapkan 40 meter, tetapi disesuaikan dengan kondisi setempat boleh diubah menjadi antara 30 dan 50 meter. Panjang tiang yang ditanam adalah untuk:

Tabel 3.2 Panjang penanaman tiang berdasarkan jenis tanah

Panjang Tiang Yang di tanam	Panjang tiang (meter)		
	12	13	14
Pada tanah normal ..	2	2,2	2,4
Pada tanah lembek	2,3	2,4	2,6

Jenis tiang

Tiang listrik yang dapat digunakan pada sistem distribusi jaringan udara adalah:

a. Tiang besi

Tiang besi dipergunakan untuk:

- 1) Tempat transformator distribusi.
- 2) Tempat ABS (Air Break Switch).
- 3) Medan yang berat sehingga penggunaan tiang biasa tidak memadai, maka digunakan tiang khusus.

b. Tiang beton

Konstruksi tiang beton adalah merupakan standarisasi yang digunakan di Indonesia dimana digunakan panjang dan kekuatan

mekanis yang berbeda-beda sesuai dengan bentuk sistem distribusi dan kondisi medan setempat.

Bila dibandingkan dengan tiang besi, maka tiang beton mempunyai kelebihan sebagai berikut;

- 1) kekuatan mekanisnya lebih besar dibanding dengan tiang besi untuk harga yang sama;
- 2) ukuran ekonomisnya lebih besar karena tahan terhadap karatan;
- 3) konstruksi kekuatan mekanisnya dapat dibuat lebih bervariasi dibandingkan dengan tiang besi yang harus mengikuti standarisasi tiang besi.

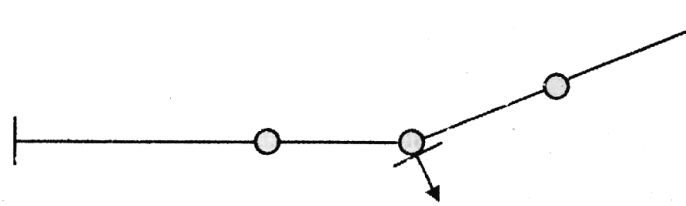
Kelemahan tiang beton adalah terletak pada sistem transportasi yang lebih sulit karena tiang beton jauh lebih berat dibanding tiang besi,

2. Tupang tarik dan tupang tekan

Oleh karena saluran distribusi biasanya mengikuti jalan raya atau disesuaikan dengan medan yang ditempuh, maka saluran distribusi tidak selamanya lurus, sehingga dibutuhkan konstruksi penopang agar tiang-tiang listrik tetap tegak dan besar gaya mekanik horizontal pada tiang sama dengan nol. Adapun jenis penopang yang biasa digunakan adalah:

a. Tupang tarik.

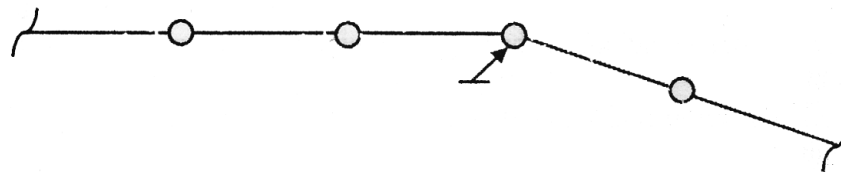
Medan yang berbentuk sudut 0° hingga 90° dimana daya tarik kawat memberi gaya vertikal berlawanan arah dengan arah penarikan kawat, sehingga diimbangi dengan pemasangan tupang tarik seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.2. Tupang Tarik

b. Tupang tekan

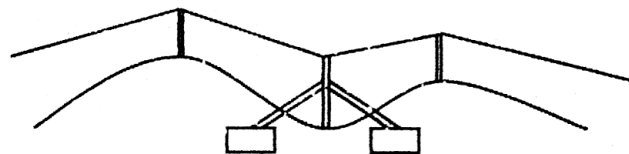
Tupang tekan digunakan pada sudut yang dibentuk oleh saluran distribusi antara 180° sampai dibawah 360° seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.3. Tupang tekan.

c. Tupang tarik yang diimbangi tupang tekan

Medan yang berbukit dimana gaya tarik kawat memberi gaya vertikal ke atas pada tiang listrik sehingga harus diimbangi dengan pemasangan tupang tarik seperti pada gambar dibawah:



Gambar 3.4. Tupang tarik dengan tupang tekan

- d. Pada medan yang sulit digunakan tupang tarik ataupun tupang tekan maka diberi tupang tarik tiang batu.

3. Traverst dan isolator

a. Traverst

Dipasang pada tiang listrik dengan menggunakan strop sebagai tempat pemasangan isolator, traverst ini terbagi atas :

- 1) Traverst aspan, tempat pemasangan isolator aspan pada tiang-tiang ujung.
- 2) Traverst tumpu, tempat pemasangan isolator tumpu.

b. Isolator

Isolator adalah suatu alat untuk mengisolasi penghantar dari tiang listrik atau dengan tiang. Adapun jenisnya sebagai berikut:

- 1) Isolator Gantung.

Isolator ini dipakai pada tiang-tiang sudut dan tiang-tiang akhir, isolator ini terdiri dari bagian-bagian yang diletakkan satu sama lain untuk menambah unit-unit supaya lebih panjang, tergantung dari kebutuhan dan tingginya tegangan, konstruksi harus kuat menahan daya horizontal.

- 2) Isolator pasak.

Isolator ini dipakai vertikal dengan lengan tiang atau di ujung tiang untuk menyangga penghantar.

4. Penghantar

Tipe-Tipe Penghantar Pada Saluran Distribusi

Penghantar untuk saluran udara adalah berupa kawat tanpa isolasi (bare, telanjang) yang padat (solid) berlilit (stranded) atau berongga (hollow) dan terbuat dari logam biasa, logam campuran (Alloy) atau logam paduan (Composik). Untuk tiap-tiap penghantarnya dapat berbentuk tunggal maupun sebagai kawat berkas (bundled conductors).

Pada awal penyaluran daya listrik, penghantarnya biasa terbuat dari tembaga, tetapi kini penghantar terbuat dari aluminium telah banyak digunakan sebagai pengganti tembaga karena faktor ekonomis dan lebih ringan dari penghantar tembaga dengan resistansi yang sama. Penghantar aluminium juga memiliki diameter yang lebih besar dibanding dengan penghantar tembaga dengan resistansi yang sama, hal ini akan menguntungkan. Berdasarkan diameternya dimana garis-garis fluks listrik yang berasal dari penghantar akan terpisah lebih jauh pada permukaan dari penghantar tersebut dengan tembaga yang sama, Hal itu berarti gradien tegangannya lebih rendah pada permukaan dari penghantar tersebut, sehingga mengurangi kecenderungan akan terjadinya ionisasi udara sekitar penghantar tersebut. Lambang-lambang yang menunjukkan berbagi jenis penghantar aluminium sebagai berikut:

AAC : All Aluminium Conductor, Penghantar aluminium;

AAAC : All Alluminium Alloy Conductor, penghantar aluminium paduan;

ACSR : Aluminium Conductor Steel-Reinforced, penghantar aluminium diperkuat dengan baja;

ACAR :Aluminium Conductor Alloy Reinforced, penghantar aluminium diperkuat dengan logam paduan.

Penghantar aluminium paduan mempunyai kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan penghantar aluminium biasa. ACSR terdiri dari inti pusat yang terbuat dari lilit baja yang dikelilingi oleh lapisan lilit aluminium. ACAR mempunyai inti pusat yang terbuat dari aluminium dengan kekuatan yang lebih tinggi yang dikelilingi oleh beberapa lapisan penghantar aluminium biasa.

Jenis. penghantar yang dikenal adalah ACSR diperbesar (expanded) menggunakan pengisi seperti kertas yang memisahkan lilit baja dari lilit aluminium luarnya. Kertas tersebut memperbesar diameter penghantar sehingga menurunkan ionisasi.

Sambungan Pada Saluran Distribusi

Ada dua macam sambungan menurut tempatnya yaitu:

- a. Sambungan di tengah-tengah antara tiang
- b. Sambungan di tiang-tiang penegang

Pada sambungan pertama digunakan tension joint sleeve AAAC. Sedangkan pada sambungan di tiang-tiang penegang ada dua macam yang digunakan:

- a. Non tension joint sleeve AAAC

- b. Paralel groove. Paralel groove dipakai agar dapat dibuka waktu mencari gangguan.

Section pole/tension pole dipasang pada setiap +15 gawang, dan pada tension pole inilah paralel groove dipasang agar dapat dibuka waktu mencari gangguan. Bila ada tiang yang menggunakan isolator penegang tetapi bukan section pole (misalnya karena sudut), maka penyambungan memakai non tension joint sleeve, karena tidak perlu dibuka-buka. akan tetapi agar isolasi penegang ini hanya dipasang pada tension pole sebagai section pole.

5. Arrester

Arrester adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk melindungi peralatan listrik di gardu distribusi dari tegangan lebih akibat petir atau switching. Arrester terdiri dari dua unsur yakni:

- a. Celah api (spark gap)
- b. Tahanan tak linier atau tahanan kran (valve resistor).

Kedua unsur ini dihubungkan secara sen. Bila terjadi suatu tegangan lebih akibat sambaran petir yang harganya melebihi kemampuan isolasi peralatan gardu distribusi, maka akan terjadi busur api (hubung singkat pada celah percikan) sehingga terjadi hubungan tanah.

6. Gardu tiang distribusi

Pada gardu tiang distribusi terdapat transformator distribusi. Transformator distribusi berfungsi menurunkan tegangan distribusi primer

(6kv, 12kv, dan 20kv) ke tegangan distribusi sekunder (220 Volt dan 380 Volt).

Ada beberapa kapasitas transformator yang dipakai untuk gardu distribusi sesuai dengan standar PLN yaitu:

- a. Transformator 3 phasa mempunyai rating kapasitas 50 KVA, 100 KVA, 160 KVA, 200 KVA, 250 KVA, 315 KVA, 450 KVA, 500 KVA sampai 5 MVA
- b. Transformator I phasa mempunyai rating kapasitas 16 KVA, 50 KVA, 100 KVA, sampai 500 KVA.

7. Pentanahan

Ketentuan Pemasangan;

- a. Untuk jaringan dengan pengaman JTR dan JTM terpisah dan tahanan pentanahan maximum 5 ohm. Untuk keadaan khusus, misalnya pada JTR dengan transformator berkapasitas kecil (maksimum 50 KVA satu fasa atau 150 KVA tiga) dimana jumlah konsumen masih rendah dan tahanan jenis tanahnya tinggi, sehingga sulit didapat harga 5 ohm, maka tahanan pentanahan diperkenankan sampai 10 ohm;
- b. untuk jaringan dengan pentanahan pengaman JTR dan JTM yang digabungkan dimana JTM adalah kabel tanah, tahanan pentanahannya sama dengan point (a);
- c. untuk jaringan dengan pentanahan pengaman JTR dan JTM yang digabungkan dimana JTR dan JTM terpasang pada tiang yang sama,

tahanan maksimumnya 7 ohm. Hal ini berlaku di JTM tidak lebih besar dari 300 Ampere;

- d. untuk jaringan dimana JTR dan JTM mempunyai hantaran netral bersama, tahanan pentanahannya mempunyai pentanahan sekurang-kurangnya 4 buah dan setiap tahanan elektroda pentanahannya adalah 25 ohm, atau dengan kata lain pentanahan menyeluruh dari hantaran netral tersebut adalah 6,25 ohm untuk setiap 1,6 KM;
- e. pentanahan di JTR dilakukan setiap lima gawang, di tiang awal dan di tiang akhir. Pentanahan di tiang awal ini juga merupakan pentanahan netral sekunder trafo distribusi. Pentanahan setiap 5 gawang dimaksudkan pula membantu pentanahan I yang dirumah-rumah;
- f. pentanahan pada JTR menggunakan kawat CU 50 mm² terisolasi;
- g. pentanahan pada JTM tidak dilaksanakan di setiap tiang, tetapi dilakukan hanya di tiang awal dan tiang-tiang yang ada peralatan proteksi seperti recloser, load break switch, sectionalizer, dan arrester;
- h. pada JTM, kawat penghubung pada tiang ke tanah digunakan kawat CU 50 mm² dipilin terbuka hanya dilindungi oleh pipa galvanis untuk perlindungan mekanis; pada JTM, bentuk pentanahan didalam tanah melingkari tiang agar stepping voltgenya rendah dan pada lingkaran itu dipasang rod.

8. Transformator distribusi

Pada perencanaan ini transformator yang digunakan adalah:

- a. Transformator 3 phasa
- b. I nominal pada sisi primer = 20 KV
- c. I nominal pada sisi sekunder = 220/380 Volt
- d. Daya nominal trafo = 500 KVA

C. Syarat Teknis

1. Tiang listrik

- a. Tiang yang digunakan adalah tiang beton yang ukuran dan spesifikasinya sudah ditentukan oleh pabrik dan pihak PLN, sedangkan untuk tiang tumpu digunakan tiang besi.
- b. Pemasangan tiang harus tegak lurus dan panjang bagian yang ditanam disesuaikan dengan panjang tiang ($1/6 \times$ panjang tiang) (lihat lampiran : 20)j
- c. Penimbunan sekeliling tiang harus sedikit lebih dari permukaan tanah semula (lebih kurang 15 cm).
- d. Tiang diberi penghalang panjat ± 3 (tiga) meter diatas permukaan tanah

2. Tupang tarik dan Tupang tekan

- a. Tupang tarik sedapat mungkin membentuk sudut 45° dari tiang.(lihat lamp: 16)
- b. Tupang tekan sedapat mungkin membentuk sudut 60° dari tiang,(lihat lamp:20)

- c. Tupang tarik atau tupang tekan ditanam sedalam 1,5 meter dan diberi plat beton bertulang (lihat lamp: 19)
- d. Jarak strain insulator minimal 1 meter dari tiang dan 2,5 meter dari tanah
- e. Spanscroof harus dipasang sebelah atas.)
- f. Tupang tekan diberi selubung beton sepanjang 60 cm (40 cm diatas tanah dan 20 cm di bawah tanah). Tebal selubung beton 5 cm dan bahan selubung beton ditanggung pemborong.
- g. Khusus untuk tupang tank dengan tiang bantu pada JTM atau JTR harus menggunakan strain insulator tegangan menengah yang telah ditentukan. Khusus untuk JTR harus menggunakan insulator telur.
- h. Pemasangan tupang tekan dan tupang tank dengan tupang bantu harus cukup baik (sehingga kemungkinan bengkoknya tiang disebelah atas dapat dicegah.
- i. Tupang tarik atau tupang tekan di tempatkan dan dipasang sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan lalu lintas

3. Traverst dan isolator

- a. Pemasangan traverst dan isolator harus baik dan kuat sesuai syarat teknis. Traverst harus horizontal dan diberi tupang traverst.
- b. Isolator harus dipasang sedemikian rupa sehingga hantaran yang dipasang tetap pada jarak yang ditetapkan antara hantaran dan bagian konstruksi lainnya.

- c. Bila dalam pemasangan digunakan isolator tumpu dan digunakan kawat pengikat, maka pada perubahan arah penghantar tersebut harus sedemikian rupa sehingga beban mekanis yang timbul akibat perubahan arah penghantar tersebut langsung dipikul oleh isolatornya.

4. Penghantar

- a. Penghantar yang digunakan untuk saluran JTM adalah jenis kawat AAAC dengan luas penampang 50 mm^2 , dengan berat 94 Kg/Km , diameter konduktor $17,5 \text{ mm}^2$, jumlah kawat 7 yakni dengan spesifikasi sebagai berikut;

diameter kawat = 2,5;

tahanan pada 20° C maksimal $0,0328 \text{ mm}^2 / \text{ m}$;

koefisien muai panjang per $^\circ \text{ C} = 23 \times 10^{-6}$;

koefisien perubahan tahanan per $^\circ \text{ C}$ pada masa tetap = 0,0036 ;

toleransi pada standar IEC 104,208 = ± 1.1

- b. Kabel yang digunakan untuk saluran JTR adalah jenis kabel LVTC 4 x 25 mm^2 .
- c. Pemasangan dan penarikan kawat harus menggunakan rolling yang terbuat dari aluminium atau kayu dan dilaksanakan dengan hati-hati agar kawat tersebut tidak mengalami kerusakan.
- d. Penyambungan kawat atau penghantar udara dengan cara yang sesuai dengan peraturan yang disetujui oleh pengawas.

- e. Mengikat kawat terhadap isolator dilaksanakan sesuai dengan standar teknis dan dengan hati-hati guna mencegah kerusakan kawat penghantar.
- f. Kawat tidak boleh ditarik sehingga menggesek batu atau benda keras lainnya.
- g. Sambungan kawat harus diluruskan dengan menggunakan palu karet dan tidak boleh lebih dari satu sambungan pada satu gawang (jarak antara dua tiang) dan letaknya harus lebih dari 3 meter dari isolator penyangga.)
- h. Pemasangan unimax klem dan klem lainnya yang mempunyai baut sedapat mungkin kepala bautnya harus sebelah atas.
- i. Kawat yang telah ditarik harus segera disangging dalam waktu tidak lebih dari 72 jam.
- j. Andongan dari semua kawat penghantar yaitu AAAC dan LVTC harus diusahakan dengan teliti menurut daftar yang diberikan dan disetujui oleh pimpinan proyek.
- k. Bilamana JTR melintasi jaringan telepon, maka JTR harus lewat di atasnya dengan jarak minimum 120 cm dan bila memotong JTM, maka JTR harus lewat dibawahnya dengan jarak 120 cm. Bila JTR memotong JTR, maka jarak minimum 60 cm dan bila JTR memotong JTM, maka jarak minimum 120 cm.
- l. Jarak minimum antara JTR listrik dengan jalan umum adalah minimum 5 meter.

- m. Sambungan antara saluran penyambung (juniper) ke jaringan sambungan kawat harus memakai unimax.
- n. Sambungan kawat tembaga baik pada jaringan maupun pada ujung jaringan harus dirancang sesuai standar.

5. Arrester

Spesifikasi arrester yang digunakan adalah:

- a. Nominal sistem voltage 20 /11,5 KV
- b. Maksimal sistem bvoltage 24 / 13,8 KV
- c. Start point earthing low resister
- d. Nominal discharge current !0 atau 5 KA
- e. Max impulse spark over voltage 87 KV
- f. Max wave from spark over voltage 100 KV

Bagi perlindungan kabel digunakan yang nominal discharge current 10 KV dan yang melindungi peralatan 5 KA.

6. Gardu distribusi

- a. Lokasi gardu tiang harus ada persetujuan dari pemilik tanah.
- b. Tiang gardu distribusi dipasang tegak lurus dan kokoh.
- c. Konstruksi gardu tiang dipasang dengan baik. Platform harus benar-benar horizontal.
- d. Platform terletak di reducer tiang bawah.
- e. Penghalang panjat dipasang pada tiang 3 meter diatas permukaan tanah.
- f. Trafo dipasang sesuai pada tempat yang telah direncanakan.

- g. Kawat feeder dari jaringan trafo melalui fusecut out menggunakan kabel NYA yang penampangnya tergantung pada kapasitas tegangan primer trafo. Fuse utama tegangan rendah lebih kecil dari kapasitas trafo
- h. Kabel turun (dari trafo ke panel bagi) dan kabel naik (dari lemari bagi ke JTR) adalah:
 - 1) kabel turun 3 fasa adalah NYA 1 x 95 mm²;
 - 2) kabel naik 3 fasa adalah NYA 1 x 50 mm²;
 - 3) kabel turun 1 fasa adalah NYA 1 x 70 mm²; dan
 - 4) kabel naik 1 fasa adalah NYA 1 x 35 mm².
- i. Menaikkan transformator harus menggunakan kaki tiga atau crane. Tidak dibenarkan menggunakan kairok pada hole liang beton untuk menaikkan trafo karena hal tersebut dapat merusak tiang beton.

7. Pentanahan

- a. Bagian jaringan yang ditanahkan yaitu:
 - 1) Tiang JTM tertentu
 - 2) Arrester dan konstruksi gardu distribusi
 - 3) Netral trafo
 - 4) Arrester dan kotak ujung kabel
 - 5) Netral ujung JTR
- b. Penghantar pentanahan memakai kabel NYA 1x50 mm², kecuali pentanahan tiang menggunakan kawat BC 50 mm².
- c. Pentanahan tiang dan pentanahan kotak ujung kabel harus terpisah
- d. Pentanahan netral trafo, dan pentanahan arrester harus terpisah

- e. Masing-masing elektroda pentanahan harus mempunyai jarak minimum 2 meter. Ujung atas elektroda berada minimum 30 cm dibawah permukaan tanah.
- f. Tahanan pentanahan maksimum 5 ohm, jika hasil pengukuran pentanahan melebihi 7 ohm, maka pemborong harus segera meminta petunjuk pengawas mengenai kemungkinan penambahan elektroda pentanahan.

8. Pemasangan transformator distribusi

Pemasangan luar

Transformator dipasang diluar dengan salah satu cara berikut ini:

- a. Pemasangan langsung

Pemasangan ini, trafo langsung diklem dengan klem yang cocok pada tiang. Cara ini cocok dipakai untuk transformator berkapasitas kecil sampai 25 KVA.

- b. Pemasangan pada tiang H

Transformator dipasang dengan lengan silang yang dipasang diantara dua tiang dan diikat erat terhadapnya. Cara ini cocok untuk transformator berkapasitas sampai 200 KVA.

- c. Pemasangan pada platform

Sebuah platform dibuat pada suatu struktur terdiri dari empat tiang untuk menempatkan transformator. Cara ini dianjurkan bagi tempat-tempat yang bahaya bila menempatkan transformator diatas tanah.

d. Pemasangan di lantai

Cara ini cocok untuk semua ukuran transformator. Permukaan lantai harus lebih tinggi dari sekelilingnya guna mengatasi banjir. Sebaiknya dibuat pondasi dari beton. Jika sejumlah transformator ditempatkan berdekatan sekali, harus dibuat dinding pemisah yang tahan api untuk mengurangi kerusakan yang timbul jika terjadi kecelakaan atas salah satu transformator tersebut. Di sekeliling transformator yang terpasang dilantai harus direncanakan adanya aliran udara bebas pada semua transformator. Jika mungkin, transformator yang terpasang diluar harus dilindungi terhadap sinar matahari secara langsung. Hal ini akan meningkatkan umur cat dan juga memperpanjang umur transformator.

Pemasangan Dalam

Konstruksi bangunan rumah transformator harus cukup luas agar trafo dapat bebas masuk dari setiap sisi serta cukup tinggi agar dapat membuka transformator tersebut. Jarak minimum berikut ini dari sisi dinding dianggap memuaskan.

Tabel 3.3 Jarak Pemasangan Transformator

	Jarak minimum dari sisi dinding
Dinding pada satu sisi saja,	0,25
Dinding pada dua sisi	0,75
Dinding pada tiga sisi	1,00
Dinding pada empat sisi	1,25

Jalan dan pintu harus cukup lebar. Transformator yang besar dapat dengan mudah dipindahkan untuk perbaikan dan lain-lain. Transformator yang terpasang didalam ruangan harus dilengkapi dengan ventilasi yang baik, karena hal ini sangat vital.

Aliran udara bebas pada semua sisi transformator dan di dalam gedung harus terjamin. Lubang pemasukan udara harus ditempatkan sedekat mungkin dengan lantai, sedangkan lubang pembuangan udara dapat setinggi mungkin agar udara panas dapat keluar. Menurut aturan, luas ventilasi untuk pembuangan paling sedikit dua meter persegi dan satu meter persegi untuk pemasukan udara, bagi setiap kapasitas transformator 1000 kVA. Bila hal ini tidak mungkin, harus digunakan kipas Daring) (untuk memaksa aliran udara. Lubang masuk dan keluar udara harus dilindungi terhadap percikan air hujan, binatang dan lain-lain.

9. Gambar Pemasangan Jaringan

Dalam membuat suatu perencanaan jaringan, yang perlu diperhatikan adalah mengenai gambar pemasangan jaringan. Gambar dibuat sedemikian rupa sesuai dengan keadaan dilapangan, sehingga nampak dengan jelas terhadap semua komponen-komponen jaringan listrik yang diperlukan pada saat pelaksanaan teknis nantinya pada gambar perencanaan jaringan distribusi memuat:

- a. Rute tata letak tiang penghantar jaringan listrik yang direncanakan
- b. Tata letak tupang listrik; yakni tupang tekan, tupang tank, dan tupang tekan dengan tupang tank.

- c. Jarak antar tiang jaringan sesuai dengan data pengukuran di lapangan. d. Letak transformator distribusi. disamping itu dalam gambar perencanaan tersebut dimaksudkan untuk menghitung volume atau jumlah material yang akan digunakan yang untuk (selanjutnya dilakukan penghitungan anggaran yang dibutuhkan pada perencanaan jaringan tersebut.

D. Perhitungan Teknis

1. Perkiraan jumlah penduduk 15 tahun kedepan.

Tabel 3.4 Jumlah Penduduk Pada Tahun 2011-2015

Tahun	X	Penduduk (Y)	X ²	XY
2011	1	1270	1	1270
2012	2	1314	4	2628
2013	3	1362	9	4086
2014	4	1414	16	5656
2015	5	1466	25	7330
Σn=5	ΣX =15	ΣY = 6826	ΣX ² =55	ΣXY= 20970

$$a = \frac{\begin{vmatrix} S_2 & S_1 \\ S_4 & S_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N & S_1 \\ S_1 & S_3 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 6826 & 15 \\ 20970 & 55 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}}$$

$$a = \frac{S_2 S_3 - S_1 S_4}{N S_3 - S_1 S_1} = \frac{6826 \times 55 - 20970 \times 15}{5 \times 55 - 15 \times 15} = \frac{375430 - 314550}{275 - 225}$$

$$= \frac{60880}{50}$$

$$= 1217,6$$

$$b = \frac{\begin{vmatrix} N & S_2 \\ S_1 & S_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N & S_1 \\ S_1 & S_3 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 6826 \\ 55 & 20970 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}}$$

$$b = \frac{NS_4 - S_1S_2}{NS_3 - S_1S_1} = \frac{5 \times 20970 - 55 \times 6826}{5 \times 55 - 15 \times 15} = \frac{104850 - 102390}{275 - 225}$$

$$= \frac{2460}{50}$$

$$= 49,2$$

maka untuk tahun ke-6 (2016) diperoleh :

$$Y = a + bX$$

$$= 1217,6 + 49,2 (6)$$

$$= 1512,8 \text{ jiwa}$$

$$= 1513 \text{ jiwa}$$

2. Perkiraan jumlah pelanggan 15 tahun akan datang

Tabel 3.5 Jumlah Konsumen Pada Tahun 2011-2015

Tahun	X	Konsumen (Y)	X ²	XY
2011	1	254	1	254
2012	2	265	4	530
2013	3	279	9	837
2014	4	292	16	1168
2015	5	307	25	1535
Σn=5	ΣX =15	ΣY = 1397	ΣX ² = 55	ΣXY = 4324

$$a = \frac{\begin{vmatrix} S_2 & S_1 \\ S_4 & S_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N & S_1 \\ S_1 & S_3 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 1397 & 15 \\ 4324 & 55 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}}$$

$$a = \frac{S_2 S_3 - S_1 S_4}{N S_3 - S_1 S_1} = \frac{1397 \times 55 - 4324 \times 15}{5 \times 55 - 15 \times 15} = \frac{76835 - 64860}{275 - 225}$$

$$= \frac{11875}{50}$$

$$= 239,5$$

$$b = \frac{\begin{vmatrix} N & S_2 \\ S_1 & S_4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} N & S_1 \\ S_1 & S_3 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 1397 \\ 15 & 4324 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}}$$

$$b = \frac{N S_4 - S_1 S_2}{N S_3 - S_1 S_1} = \frac{5 \times 4324 - 15 \times 1397}{5 \times 55 - 15 \times 15} = \frac{21620 - 20955}{275 - 225}$$

$$= \frac{665}{50}$$

$$= 13,3$$

Maka untuk tahun ke-6 (2016) diperoleh :

$$Y = a + bX$$

$$= 239,5 + 13,3 (6)$$

$$= 319,3 \text{ Pelanggan}$$

$$= 320 \text{ Pelanggan}$$

Dengan menggunakan metode perhitungan seperti diatas maka diperoleh

jumlah penduduk dan konsumen untuk 15 tahun kedepan yaitu

Tabel 3.6 Perkiraan jumlah penduduk dan konsumen 15 tahun mendatang.

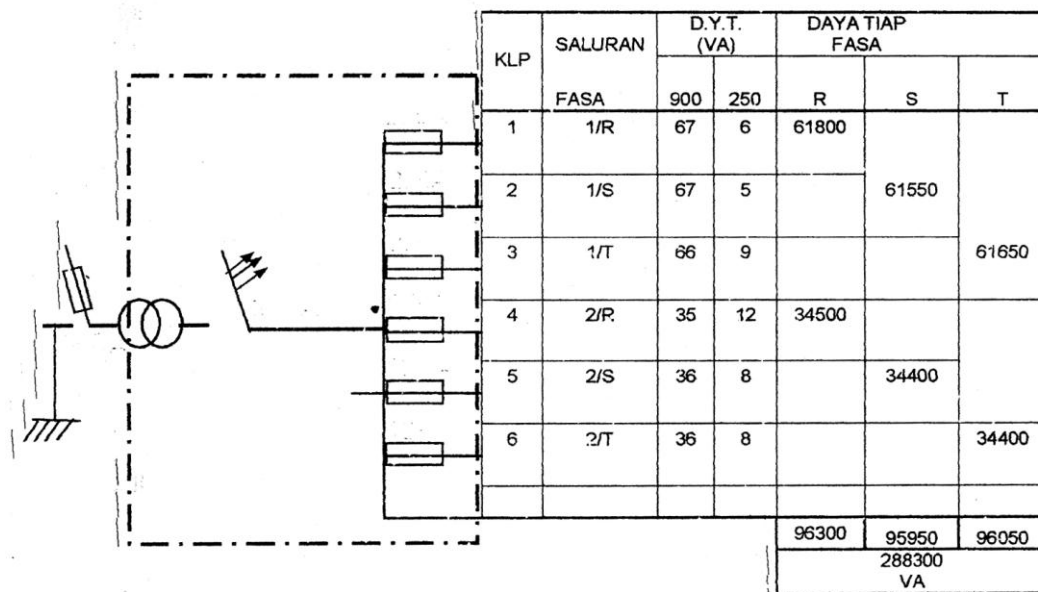
Tahun	Penduduk	Konsumen
2016	1513	320
2017	1564	334
2018	1614	348
2019	1665	362
2020	1715	376
2021	1766	390
2022	1816	404
2023	1866	418
2024	1917	432
2025	1967	456
2026	2017	470
2027	2067	484
2028	2118	498
2029	2168	512
2030	2218	526

3. Jumlah Pelanggan rencana pemasangan sekarang

Data jumlah pelanggan di Desa Timusu Kecamatan Ulaweng sebanyak 307 (Unit rumah yang dibagi atas dua saluran yakni sebagai berikut:

- a. Untuk saluran 1 = 200 Unit rumah
- b. Untuk saluran 2 = 107 Unit rumah

4. Diagram Daya



5. Penentuan Pembagian Saluran

Jaringan ini direncanakan untuk 2 saluran, di mana tiap saluran dibagi menjadi tiga fasa.

Jadi jumlah kelompok = Jumlah saluran x Jumlah fasa

$$= 2 \times 31$$

$$= 6 \text{ kelompok.}$$

Adapun daya tiap-tiap kelompok dapat dilihat pada diagram daya dengan perhitungan sebagai berikut:

Kelompok 1, yakni daya tersambung pada konsumen 900 VA, serta digunakan penerangan jalan umum 250 VA (lampu pijar $\text{Cos } \varnothing - 1$).

$$\text{Cos } \varnothing \text{ lampu mercury} = 1$$

$$900 \text{ VA} \times 67 = 60.300 \text{ VA}$$

$$250 \times \text{Cos } \varnothing \times 6 \text{ lampu jalan} = \underline{1.500 \text{ VA}}$$

$$= 61.800 \text{ VA}$$

Kelompok 2

$$\text{Cos } \emptyset \text{ lampu mercury} = 1$$

$$900 \text{ VA} \times 67 = 60.000 \text{ VA}$$

$$250 \times \text{cos } \emptyset \times 5 \text{ lampu jalan} = \underline{1.250 \text{ VA}+}$$

$$= 61.500 \text{ VA}$$

Kelompok 3

$$\text{Cos } \emptyset \text{ lampu mercury} = 1$$

$$900 \text{ VA} \times 66 = 59.400 \text{ VA}$$

$$250 \times \text{cos } \emptyset \times 9 \text{ lampu jalan} = \underline{61.650 \text{ VA}+}$$

$$= 61.650 \text{ VA}$$

Kelompok 4

$$\text{Cos } \emptyset \text{ lampu mercury} = 1$$

$$900 \text{ VA} \times 35 = 31.500 \text{ VA}$$

$$250 \times \text{cos } \emptyset \times 12 \text{ lampu jalan} = \underline{3.000 \text{ VA}+}$$

$$= 34.500 \text{ VA}$$

Kelompok 5

$$\text{Cos } \emptyset \text{ lampu mercury} = 1$$

$$900 \text{ VA} \times 36 = 32.400 \text{ VA}$$

$$250 \times \text{cos } \emptyset \times 8 \text{ lampu jalan} = \underline{2.000 \text{ VA}+}$$

$$= 34.400 \text{ VA,}$$

Kelompok 6

$$\begin{aligned}\text{Cos } \varnothing \text{ lampu mercury} &= 1 \\ 900 \text{ VA} \times 36 &= 32.400 \text{ VA} \\ 250 \times \text{cos } \varnothing \times 8 \text{ lampu jalan} &= 2.000 \text{ VA} \\ &= 34.400 \text{ VA}\end{aligned}$$

Jadi total daya terpakai untuk pemasangan sekarang (6 kelompok) = 288.300 VA. Sehingga pada perencanaan pemasangan sekarang digunakan 3 buah transformator 3 ϕ dengan daya masing - masing 100 KVA.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan jumlah penduduk dan keadaan daerah yang belum terjangkau listrik serta faktor permintaan pemasangan jaringan oleh penduduk sehingga daerah tersebut dinilai layak dan memenuhi syarat untuk pengadaan jaringan listrik.
2. Dari hasil data penduduk yang diperoleh serta perhitungan perkiraan pertambahan jumlah penduduk untuk 15 tahun mendatang yakni sampai tahun (2030 menunjukkan bahwa :
 - Besar beban yang dibutuhkan untuk pemasangan sekarang = 288.300 VA, sehingga direncanakan pemasangan transformator 3 ϕ 100 KVA sebanyak 3 buah.
 - Sedangkan besar beban yang dibutuhkan berdasarkan peramalan beban untuk 15 tahun mendatang yakni sebesar 485.400 VA. Sehingga untuk memenuhi permintaan pertambahan beban sampai 15 tahun mendatang (tahun 2030) akan diperlukan penambahan transformator 3 ϕ 100 KVA sebanyak 2 buah, yang mana penambahan tersebut akan dilakukan pada tahun 2017 dan 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- A.S. Pabla and Hadi Abdul Ir, Sistem Distribusi Daya Listrik, Erlangga, Jakarta, 2012
- B.M. Weady, Sistem Tenaga Listrik, Edisi Ketiga, Aksara Persada Indonesia, 2012
- Bappeda Tingkat II Barru, Perencanaan Pendahuluan Kabupaten Barru, 2013
- Jhon Parson and H.G. Barnet, Electrical Translation and Distribution Reference Book, Westinghouse Electrical Corporation, Eats Pittsburg, Fourth Edition, 2010.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL), jakarta, 2013.
- PLN Wilayah VIII, Basil Rapat Dinas Tahunan PLN Wlayah VIII, Makassar, 10Mei2013.
- R.F Lawrence, General Considiration of Distribution, Westinghouse Electrical Corporation, Pennsylvania, Volume 3, Taun 1965.
- Soemarto Sudirman Ir., Pola Pengaman Sistem Distribusi, Topik I, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 2013.
- Tahir Harahap Ir., Studi Distribusi Sulawesi Selatan dan Tenggara, Perusahaan Listrik Negara, Makassar, 18 April 2013.
- Workshop, Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Jakarta, Desember, 2014.
- .