

SKRIPSI

ANALISIS KEBUTUHAN JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK KABUPATEN BARRU DESA PALLAKA



SUTRA ABBAS

105 820 0761 11

MUS TARI

105 820 0713 11

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2016



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : Analisis kebutuhan Jaringan Distribusi tenaga Listrik
Kabupaten Barru Desa Pallaka

Nama : 1. SUTRA ABBAS
2. MUSTARI

Stambuk : 1.105820076111
2.105820071311

Makassar, 13 Mei 2017

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng


Rizal A Duyo, ST., MT.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro


Umar Katu, ST., MT.
NBM : 990 410



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama SUTRA ABBAS dengan nomor induk Mahasiswa 105820076111 dan MUSTARI dengan nomor induk Mahasiswa 105820071311, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 420/05/A.5-II/V/38/2017, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 13 Mei 2017 M.

Panitia Ujian : Makassar, 16 Sya'ban 1438 H
 17 Mei 2017 M

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
 Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
 Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M. Sc
- b. Sekretaris : Anugrah, ST., MT

3. Anggota

- 1. Rizal A Duyo, ST., MT
- 2. Adriani, ST., MT
- 3. Umar Katu, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng

Rizal A Duyo, ST., MT.



Dekan

Dr. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah :
“Analisis Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Kabupaten Barru Desa Palakka”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulis maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Umar Katu, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak. DR. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng, Selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal A Duyo, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
 4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
 5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutam dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
 6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2011 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bernabfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, September 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penulisan.....	3
D. Manfaat	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Metode Penulisan.....	4
G. Sistematika Penulisan.....	5
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Pembangkit Tenaga Listrik.....	7
B. Bentuk Umum Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7
C. Bagian-bagian Sistem Distribusi.....	12
D. Standar tegangan primer	13
E. Fleksibilitas Jaringan Distribusi.....	14
F. Komponen-komponen Utama Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	15
G. Tinjauan Umum Kelistrikan.....	28

H. Pengembangan Jaringan Distribusi	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	45
A. Waktu dan Iempat	45
B. Metode Penelitian	46
C. Gambar Blok Diagram	48
D. Metode Perkiraan beban.....	52
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	58
A. Perkiraan Jumlah Penduduk	58
B. Analisis Perencanaan jaringan Distribusi.....	63
BAB V PENUTUP.....	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran-saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
Lampiran	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkat beban maksimum trafo yang diizinkan berdasarkan umur pengharapan yang normal pada suatu trafo distribusi	25
Tabel 2.2 Tingkat beban maksimum trafo yang diizinkan untuk umur pengharapan yang normal suatu transformator	26
Tabel 2.3 Beban maksimum trafo yang diizinkan dalam penggunaan trafo distribusi produksi PT. UNINDO	27
Tabel 2.4 Beban maksimum trafo yang diizinkan untuk lama beban 1 jam dan 1/2 jam	28
Tabel 2.5 Jarak minimum pada rumah transformator	44
Tabel 4.1 Keadaan Penduduk Desa Palakka Kecamatan Barru Kabupaten Barru	59
Tabel 4.2 Jumlah penduduk pada tahun 2010 -2014	59
Tabel 4.3 Jumlah penduduk pada tahun 2010 - 2015	61
Tabel 4.4 Perkiraan Jumlah Penduduk dan Konsumen Desa Palakka dari tahun 2016-2030	62
Tabel 4.5 Prakiraan VA yang terpasang tahun 2016-2030	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Distribusi Radial	8
Gambar 2.2 Jaringan Distribusi Loop	9
Gambar 2.3. Jaringan Distribusi Gird	10
Gambar 2.4. Jaringan Distribusi Type Spindel	11
Gambar 2.5. Sistem Distribusi dan Bagian-bagiannya	13
Gambar 2.6. Tupang tank	17
Gambar 2.7. Tupang Tarik yang Diimbangi dengan Pemasangan Tupang Tekan	17
Gambar 2.8. Tupang Tekan.....	18
Gambar 2.9. Travers.....	19
Gambar 2.10. Variasi Demand dengan Demand Intervalnya	23
Gambar 3.1. Sistem Distribusi dan Bagian-bagiannya	48
Gambar 4.1. Grafik prakiraan Jumlah Konsumen Listrik di desa Palakka tahun 2016-2030.	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Desa Palakka merupakan salah satu desa yang berada pada Kecamatan Barru, Kabupaten Barru yang memiliki banyak potensi ekonomis yang perlu dikembangkan. Desa Palakka saat ini sedang berkembang dengan ditingkatkannya sarana dan prasarana seperti pembangunan jalan yang akan meningkatkan mobilitas produksi hasil pertanian yang akan dipasarkan ke kota.

Ditinjau dari aspek, kehidupan sosialnya, penduduk desa Palakka pada umumnya adalah petani. Sebagian besar aktivitas tersebut dilakukan secara tradisional seperti memisahkan padi dengan tangkainya, menumbuk padi dan aktifitas sehari-hari lainnya. Hal ini disebabkan belum terjangkaunya jasa pelayanan listrik, utamanya yang menyangkut penerangan listrik dan penggerak mesin-mesin produksi.

Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, maka jasa pelayanan listrik yang dalam hal ini Program Listrik Masuk Desa sangatlah dibutuhkan, sebab dengan adanya jasa pelayanan listrik tersebut diharapkan akan membantu masyarakat terutama peningkatan hasil pertanian, penerangan listrik dan penerimaan berbagai informasi penting melalui media elektronik seperti televisi dan radio. Selain itu energi listrik juga dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga. Jadi dengan adanya jasa pelayanan listrik tersebut diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat. Adanya jasa pelayanan listrik tersebut diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

Berdasarkan pertimbangan perlunya energi listrik dalam membantu memperlancar aktivitas kehidupan masyarakat khususnya di Desa Palakka Kecamatan Barru, Kabupaten Barru yang berpenduduk rata-rata hidup sebagai Petani untuk mengelola dan meningkatkan hasil produksinya, oleh karena itu maka perlu dibuat suatu analisis jaringan distribusi tenaga listrik yang diperlukan .

Sejalan dengan latar belakang dari tugas akhir ini sangat tertarik untuk mengadakan analisis mengenai jaringan distribusi tegangan listrik di Desa Palakka Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. Oleh karena itu judul dalam penulisan tugas akhir ini adalah "AnalisisKebutuhan Jaringan Distribusi Tenaga listrik di Desa Palakka, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru".

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang di buat pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana memenuhi kebutuhan energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok dewasa ini, baik untuk kebutuhan industri, penerangan jalan maupun untuk perumahan ?
2. Bagaimana sistem pemerataan distribusi untuk desa Palakka, kecamatan Barru, kabupaten Barru ?
3. Bagaimana menghadapi kebutuhan peningkatan energi sesuai data-data jaringan distribusi untuk mendapatkan sistem yang lebih baik ?

C. Tujuan Penulisan

Berdasarkan masalah yang telah ditetapkan, maka adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kebutuhan energi listrik yang telah menjadi kebutuhan pokok baik untuk kebutuhan industri, penerangan jalan maupun untuk perumahan.
2. Untuk mengetahui sistem pemerataan distribusi untuk desa Palakka, kecamatan Barru, kabupaten Barru
3. Untuk mengetahui peningkatan kebutuhan energi sesuai data-data jaringan distribusi untuk mendapatkan sistem yang lebih baik.

D. Manfaat

Adapun manfaat penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk merehabilitasi jaringan mengingat kebutuhan listrik yang semakin mendesak
2. Untuk mengembangkan kerapatan beban sehingga konstruksi gardu distribusi dapat ditingkatkan pada sistem distribusi desa Palakka kecamatan Barru,
3. Untuk pengembangan jaringan distribusi pada desa Palakka, kecamatan Barru, kabupaten Barru membutuhkan

E. Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan mengenai analisis jaringan distribusi tenaga listrik ini, maka dalam pembahasan tugas akhir ini penulis merasa perlu membatasi permasalahan yang akan dibahas antara lain:

1. Sistem pemerataan distribusi untuk desa Palakka, kecamatan Barru, kabupaten Barru
2. Perencanaan distribusi untuk mendapatkan sistem yang lebih baik, sehingga diperoleh alternatif pemilihan sistem distribusi.

F. Metode Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menggunakan metode dan teknik penulisan sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah kegiatan penelitian dengan mengumpulkan data lewat buku literatur, yang ada hubungannya dengan obyek penulisan dan sejumlah teori-teoriserta rumusan para ahli dan sarjana baik mengenai perencanaan, standarisasi dan peraturan-peraturan mengenai masalah yang dibahas yang menunjang laporan ini.

2. Observasi

Oservasi adalah pengamatan langsung di mana penulis terjun langsung ke lokasi yang akan direncanakan jaringan listriknya.

3. Interview

Interview adalah kegiatan yang dilakukan dengan mengadakan tanya jawab dengan pegawai yang menangani masalah perencanaan pada kantor PLN Wilayah VIII Sulawesi Selatan dan Cabang Parepare untuk menanyakan hal-hal yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

G. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang kami gunakan dalam penulisan ini terbagidalam lima bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang, alasan memilih judul, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan dan Sistematika Penulisan

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Mengemukakan pembahasan teoritis tentang sistem kelistrikan secara umum yang bertujuan untuk meninjau secara mendalam terhadap masalah yang dibahas berdasarkan pada teori-teori sehingga dapat dijadikan landasan yang akurat untuk menunjang penulisan.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Mengemukakan tentang bagaimana merencanakan suatu instalasi jaringan tegangan rendah khususnya di Desa Palakka untuk 15 tahun mendatang yang meliputi:

- Umum
- Beban daya
- Metode perkiraan beban

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi perencanaan Jaringan yang meliputi:

- a. Gambar perencanaan "
- b. Uraian Teknis
- c. Proposal anggaran

BAB V : PENUTUP

Memuat kesimpulan dari pembahasan masalah dan saran-saran untuk melengkapi uraian yang telah ada.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Tenaga Listrik

Energi listrik dibangkitkan pada pusat pembangkit tenaga listrik yang umumnya berupa 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), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PUTS) dan Pembangkit Listrik lainnya.

Untuk Desa Palakka sendiri mendapat aliran listrik dari PLN hanya sekitar 10 % wilayahnya. Meskipun terdapat dua pembangkit mikro-hidro yang dikelola oleh swasta, namun kapasitasnya sangat terbatas dan hanya dapat membangkitkan listrik di musim hujan saja saat debit air memungkinkan.

B. Bentuk Umum Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Fungsi utama Sistem distribusi adalah menyalurkan daya listrik dari sumber ke pemakai daya listrik dengan cara sebaik-baiknya untuk saat yang 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 type yang paling sederhana dan paling umum digunakan, terutama untuk melayani daerah-daerah dengan kerapatan beban rendah. Jaringan ini mempunyai keandalan yang rendah serta

mempunyai jatuhbeban rendah. Jaringan ini mempunyai keandalan yang rendah serta mempunyai jatuh tegangan yang sangat besar, terutama untuk ujung saluran. Kerapatan arus yang besar adalah terletak pada daerah yang lebih dekat dari sumber dan yang terkecil pada ujung saluran.

Berdasarkan kerapatan arusnya, maka penampang penghantarnya dapat berbeda-beda. Keuntungan dari sistem ini adalah kesederhanaannya dan tidak menggunakan terlalu banyak peralatan seperti pada sistem yang lain. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Jaringan Distribusi Radial

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 pengembangan sistem radial, yang pada operasinya dapat bekerja sebagai sistem radial biasa.

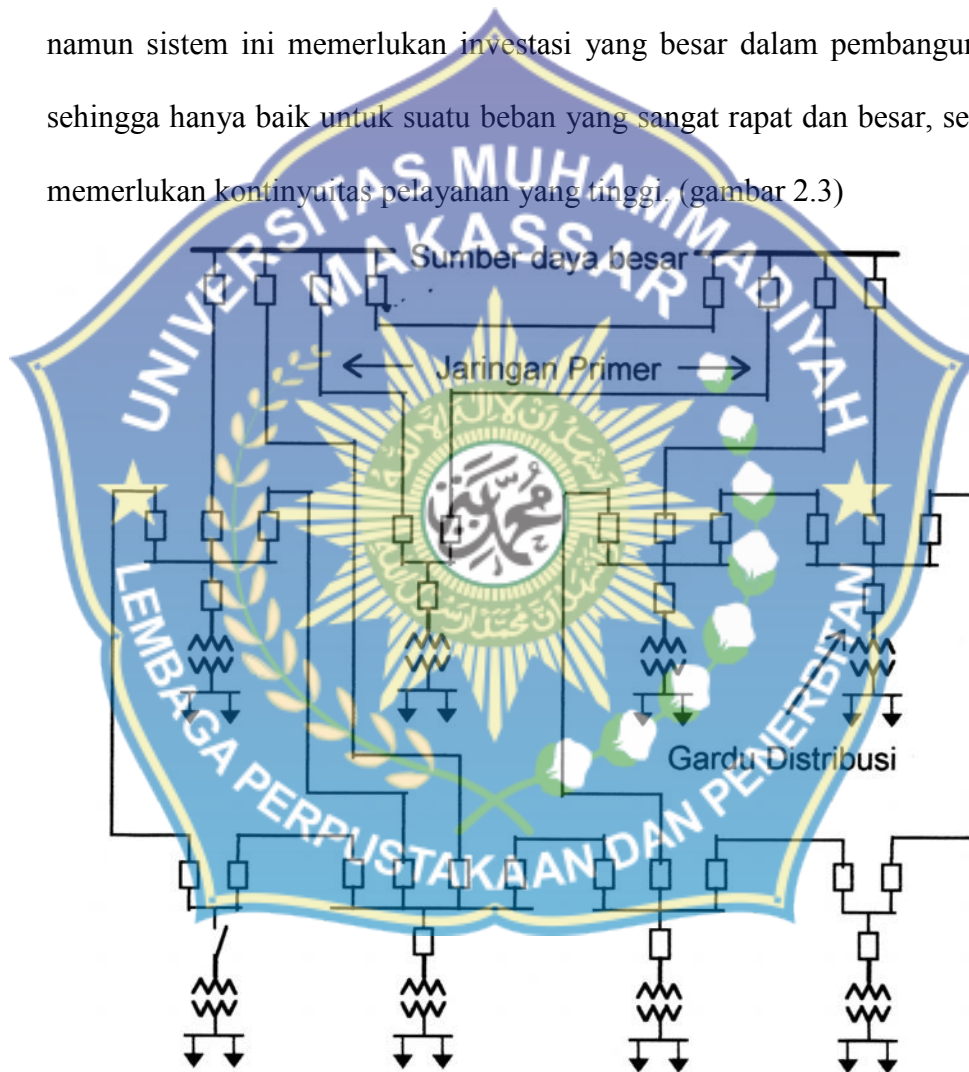
Bentuk tertutup diperoleh dengan menghubungkan kedua sistem radial dengan peralatan penghubung sehingga keandalan lebih baik dari sistem radial. Sistem loop membutuhkan konduktor dengan penampang yang sama besar serta sanggup memikul beban salurannya.



Gambar 2.2 Jaringan Distribusi Loop

3. Sistem distribusi Grid (jala-jala)

Sistem distribusi Grid ini terjadi karena ada beberapa gardu induk yang saling inter koneksi sehingga setiap beban memiliki beberapa kemungkinan untuk menerima daya dari berbagai arah. Kualitas pelayanan sistem ini jauh lebih baik bila dibandingkan dengan kedua 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 2.3)



Gambar 2.3. Jaringan Distribusi Grid

4. Sistem distribusi Spindle

Type spindle adalah type radial yang diperlengkapi dengan gardu hubung dan express feeder sehingga memungkinkan gardu distribusi salah satu feeder disupply dari express feeder. Dari sistem tersebut tingkat kelangsungan pelayanan daya listrik akan lebih baik bila dibandingkan dengan type radial biasa.



Gambar 2.4. Jaringan Distribusi Type Spindel

Adapun ciri-ciri type 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 type spindle yang disebut kabel express menghubungkan langsung dari gardu induk ke gardu hubung.
- Pada perusahaan normal, saluran/kabel express tidak dialiri beban dan hanya berfungsi sebagai saluran cadangan dengan melalui gardu hubung bagi kabel/saluran-saluran yang lain bila terjadi gangguan.

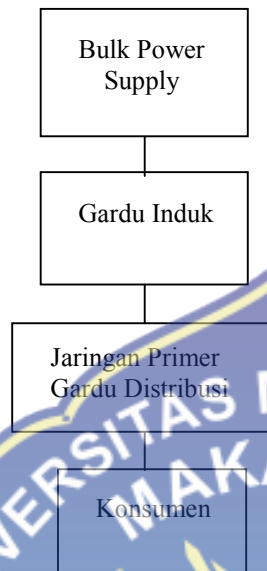
- d. Pada pengusahaan normal, pemutus beban pada gardu hubung terbuka, sehingga kabel/saluran-saluran melayani gardu-gardu distribusi secara radial
- e. Tiap feeder/saluran diamankan dengan Circuit Breaker yang dilengkapi dengan alat pengaman arus lebih untuk gangguan antara fasa.
- f. Bila salah satu sisi dari kabel suatu saluran beban mengalami gangguan, maka circuit breaker bekerja pada pemutus beban pada gardu distribusi di kedua ujung sisi tersebut dapat dibuka untuk mengisolir sisi kabel yang terganggu.

C. Bagian-bagian Sistem Distribusi

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 2.5. Sistem Distribusi dan Bagian-bagiannya

D. Standar Tegangan Primer

Pada umumnya negara-negara industri tidak mempunyai keseragaman standar tegangan saluran primer. Hal ini sangat menonjol di beberapa negara di mana sistem kelistrikan banyak dikelola oleh perusahaan listrik swasta, di mana masing-masing perusahaan listrik memilih standar tegangan berdasarkan perhitungan teknis ekonomi negara-negara tertentu, serta kesanggupan pihak industri listrik untuk memproduksi alat-alat listrik yang diperlukan.

Demikian halnya di Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang mengalami berbagai persoalan/perubahan standar tegangan saluran primer seperti pada permulaan pengembangan kelistrikan negara-negara industri. Kelistrikan di Indonesia dikelola oleh berbagai perusahaan listrik swasta Belanda, dimana masing-masing 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, 6 kv, 7 kv, 12 kv, 15 kv dan 20 kv.

Selain karena hal tersebut di atas, keanekaragaman tegangan primer yang dimiliki oleh PLN, juga disebabkan karena masih mengimpor alat-alat listrik dari Negara industri. Dalam hal pemilihan standar tegangan yang akan di pakai berdasarkan kepada:

1. Rekomendasi International Electrotechnical Commission (IEC) penerbitan ke-35 tahun 1967 yang menyatakan bahwa peralatan sistem distribusi untuk tegangan kerja adalah 20 kv.
2. Surat Keputusan Direktorat Jenderal Tenaga Listrik Departemen Pekerjaan Umum No. 08/K/70 tertanggal 16 Juni 1970 tentang tegangan jaringan Distribusi tegangan Menengah.

Hasil keputusan Workshop Elektrifikasi/tenaga listrik tanggal 17 sampai dengan 19 Desember 1969, Direksi PLN dalam prasarannya menyarankan agar pemakaian tegangan kerja 20 kv untuk jaringan tegangan menengah terutama dimulai pada daerah pemasangan jaringan baru.

E. Fleksibilitas Jaringan Distribusi

Faktor fleksibilitas dan suatu jaringan listrik merupakan suatu faktor yang turut menentukan apakah keadaan jaringan itu baik atau tidak.

Pada jaringan primer, faktor fleksibilitas ini jauh diartikan sebagai kemampuan peralatan-peralatan jaringan untuk melayani penambahan beban yang dibatasi oleh pertimbangan ekonomi. Jadi dalam hal ini ukuran penghantar yang

dipakai harus sedemikian rupa sehingga tidak terlalu boros, tetapi kemampuannya cukup besar untuk melayani penambahan beban. Tetapi untuk mempertinggi fleksibilitas jaringan, maka pemilihan kawat penghantar tersebut harus memperhitungkan kemungkinan perkiraan besarnya beban pada masa yang akan datang.

F. Komponen-komponen Utama Sistem Distribusi Tenaga Listrik,

1. Tiang Listrik

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

a. Tiang besi

Tiang besi dipergunakan untuk :

- tempat transformator distribusi
- tempat ABS (Air break switch)
- Medan yang berat sehingga penggunaan tiang biasa tidak memadai, maka digunakan tiang khusus.

Tinggi tiang berbeda-beda dimaksudkan untuk :

- 1) Tiang ukuran 8 dan 9 meter untuk saluran udara distribusi sekunder (saluran udara tegangan rendah)
- 2) Tiang ukuran 10 dan 11 meter untuk saluran udara distribusi hantaran udaraprimer bersama-sama dengan saluran udara distribusi sekunder.

3) Tiang ukuran 12 dan 13 meter untuk:

- Saluran udara distribusi primer bersama-sama saluran udara distribusi sekunder pada medan yang sulit misalnya pada daerah berbukit atau melewati sungai.
- Saluran udara distribusi primer paralel yang ditambah dengan saluran-saluran udara distribusi sekunder.

b. Tiang beton

Konstruksi tiang beton adalah merupakan standarisasi yang digunakan di Indonesia di mana digunakan panjang dan kekuatan mekanis yang berbeda-beda sesuai dengan design sistem distribusi dan kondisi medan setempat.

Bila dibandingkan dengan tiang besi maka tiang beton mempunyai kelebihan sebagai berikut:

Kekuatan mekanisnya lebih besar dibanding tiang besi untuk harga yang sama.

- Ukuran ekonomisnya lebih panjang karena tahan terhadap perkaratan.
- 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 di banding tiang besi.

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. Jenis penopang yang biasa digunakan adalah:

- 1) Medan yang membentuk sudut 0° hingga 90° dimana gaya tarik kawat memberi gaya vertikal berlawanan arah dengan arah penarikan kawat, sehingga diimbangi dengan pemasangan tupang tarik seperti pada gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.6. Tupang tarik

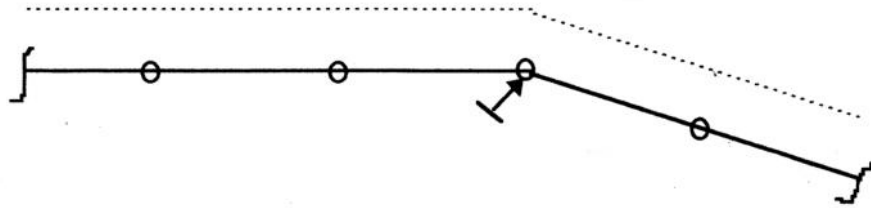
- 2) Medan yang berbukit dimana gaya tarik kawat memberi gaya vertikal ke atas pada tiang listrik sehingga arus diimbangi dengan pemasangan tupang tarik seperti gambar 2.6 di bawah ini:



Gambar 2.7 Tupang tarik yang diimbangi dengan pemasangan

Tupang tekan

- 3) Tupang tekan digunakan pada sudut yang dibentuk oleh saluran distribusi antara 180° sampai dibawah 360° seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8. Tupang Tekan

- 4) Untuk medan khusus yang sulit untuk menggunakan tupang tank ataupun tupangtekan diberi tupang tarik tiang batu

2. Isolator

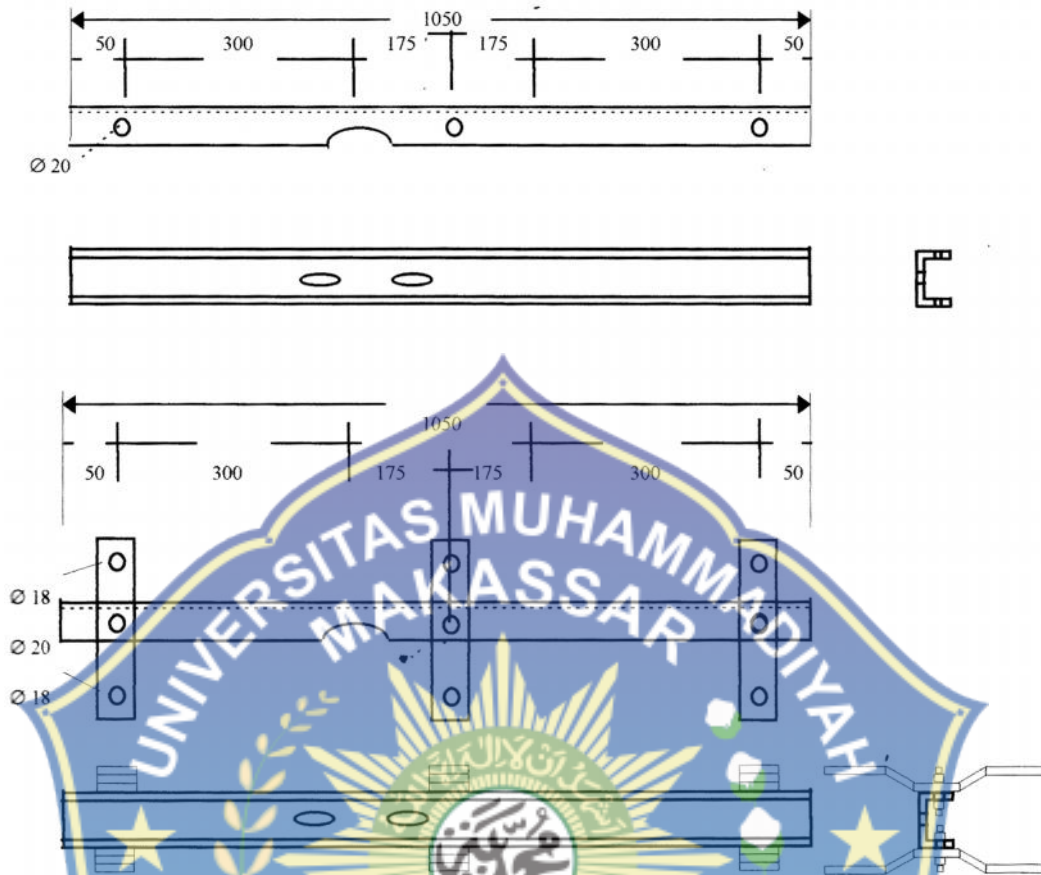
Isolator berfungsi untuk memisahkan bagian yang bertegangan atau bagian yang berhubungan dengan bumi misalnya antara kawat penghantar dengan travers/tiang listrik.

Menurut cara pemasangannya isolator dapat dibedakan ke dalam dua jenis sebagai berikut:

- a. Isolator Gantung
- b. Jenis pasak

3. Travers

Travers berfungsi untuk memegang atau menahan isolator atau kawat penghantar. Sesuai dengan fungsi dan letaknya pada saluran distribusi, maka dapat dibedakan atas 2 (dua) macam seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.9.Travers

4. Kawat Penghantar (Conductor)

Penghantar untuk saluran udara adalah berupa kawat-kawat tanpa isolasi (bare, telanjang) yang padat (solid) berlilit (stranded) atau berongga (hollow) dan terbuat dari logam biasa, logam campuran (alloy) atau logam paduan (komposit). Untuk tiap-tiap penghantarnya dapat berbentuk tunggal maupun sebagai kawat berkas atau (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. Suatu penghantar aluminium juga memiliki diameter yang besar dibanding dengan penghantar tembaga dengan resistansi yang sama, hal ini akan menguntungkan. Berdasarkan diameternya dimana garis-garis fluks listrik yang berasal dari penghantarakan 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 berbagai jenis penghantar aluminium sebagai berikut:

AAC : All Aluminum Conductor, Penghantar aluminium.

AAAC :All Aluminium 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 (tensile strength) yang lebih tinggi dibandingkan dengan penghantar aluminium biasa.ACSR terdiri dari inti pusat yang terbuat dari lilit-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 ACSR) menggunakan pengisi seperti kertas yang memisahkan lilit-lilit baja dari lilit-lilit aluminium luarnya. Kertas tersebut memperbesar diameter penghantar sehingga menurunkan ionisasi.

5. Transformator Distribusi

Transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan distribusi primer (6 KV, 12 KV, atau 20 KV) ke tegangan distribusi sekunder (220 volt atau 380 volt).

Konstruksi pada saluran distribusi dapat berupa :

a. Gardu tiang

Konstruksi terbatas oleh kekuatan konstruksi (tiang, travers, jenis tupang dll).

b. Gardu MC (Metal Clad)

Trafo distribusi ditempatkan dalam box metal yang didudukkan di atas pondasi beton.

c. Gardu Distribusi Batu

Gardu distribusi batu biasanya dipasang ditempat-tempat yang kerapatan bebannya besar. Karena pada gardu distribusi ini dapat menampung beberapa trafo apabila diperlukan penambahan daya.

d. Gardu Distribusi Trauler

Gardu distribusi ini adalah sebagai cadangan apabila ada suatu gardu distribusi yang tidak beroperasi.

Karakteristik Beban trafo

Beban trafo distribusi biasanya berubah-ubah. Beban tersebut ada yang diatur oleh pemakai, dan ada pula yang dikontrol oleh Perusahaan Listrik. Dapat disimpulkan bahwa karakteristik setiap trafo mungkin berbeda, tergantung faktor rugi-rugi, demikian kebiasaan pemakai dan kondisi musim (beban pada musim panas mungkin berbeda dengan beban musim dingin).

a. Type Beban

Type beban pada daerah perumahan berbeda dengan type beban pada daerah industri. Beban industri mungkin saja tetap besarnya (pabrik yang mesinnya bekerja 24 jam) atau kurang dari itu. Type beban pada daerah perumahan dapat terdiri dari kurva siklus tahunan. Untuk siklus harian biasanya mempunyai dua puncak, dipagi hari dan di sore/malam hari (biasanya lebih besar).

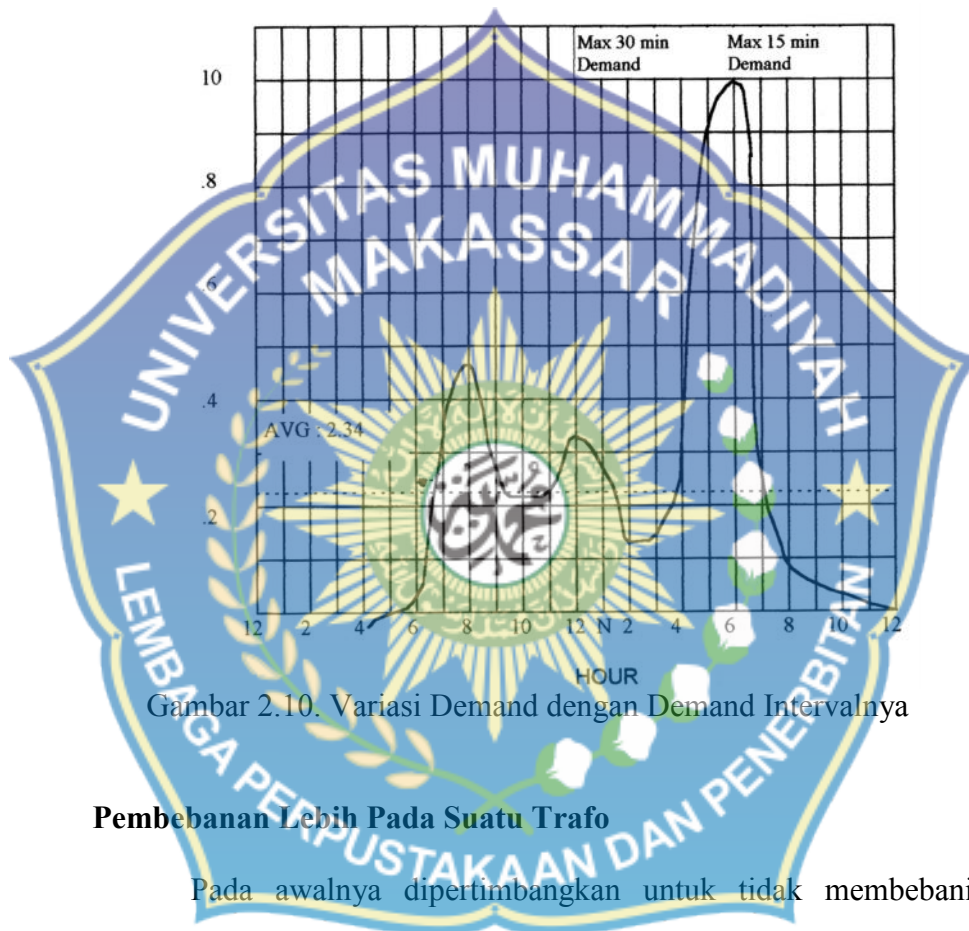
Besarnya beban berubah-ubah sepanjang tahun, dan terjadinya puncak tahunan mungkin di musim panas atau di musim dingin.

b. Demand

Faktor beban puncak adalah merupakan pertimbangan utama dalam pembebanan suatu trafo, ini penting diperhatikan secara khusus. Untuk suatu kurva, beban maksimum dapat diungkapkan sebagai nilai sesaat atau suatu demand.

Demand didefinisikan sebagai beban rata-rata pada suatu interval waktu tertentu. Demand dapat dinyatakan dalam satuan kilowatt, kilovar, kilovolt-ampere.

Suatu variasi dalam demand dengan demand interval untuk beban tertentu, diperlihatkan dalam gambar 2.10 dibawah ini :



Gambar 2.10. Variasi Demand dengan Demand Intervalnya

Pembebanan Lebih Pada Suatu Trafo

Pada awalnya dipertimbangkan untuk tidak membebani trafo melebihi rating kapasitasnya. Tetapi semakin tingginya teknologi banyaknya pengalaman pengoperasian, pengertian dari gejala penuaan sehingga mulai diizinkan untuk membebani trafo melebihi ratingnya sebab :

- a. Jika beban puncak dibatasi oleh ratingnya maka trafo akan menjadi "Underloaded" di sebagian besar waktu operasinya. Penghasilan dari investasi trafo kadang sesekali membenarkan adanya pembebanan lebih

(ini terutama terasa oleh perusahaan listrik swasta yang sangat mengharapkan pengembalian modalnya dengan cepat).

- b. Pembebanan lebih untuk waktu yang singkat terutama dalam suhu ruangan yang rendah, mungkin tidak akan mengurangi trafo dalam orde yang cukup berarti.

Dengan alasan ini dibutuhkan pengertian tentang akibat pembebanan lebih terhadap umur pelayanan trafo ekonomisasi pengoperasian kualitas pelayanan. Pada umumnya setiap pabrik trafo distribusi memberikan data mengenai pembebanan lebih setiap trafo distribusi yang dibuatnya seperti yang terlihat pada tabel 2.1 dibawah ini yang menjelaskan tentang data pembebanan lebih trafo distribusi yang dibuat oleh pabrik "Westinghouse". Tabel 2.1 ini dapat dipergunakan sebagai petunjuk dalam penggunaan trafo distribusi yang dihasilkan oleh pabrik "Westinghouse".

Tabel 2.1 Tingkat beban maksimum trafo yang diizinkan berdasarkan umur pengharapan yang normal pada suatu trafo distribusi.

Lama Beban Maksimum (jam)	Beban Maksimum (p.u rating trafo)		
	Beban awal (p.u rating trafo)		
	0,9	0,7	0,5
0,5	1,59	1,77	1,89
1,0	1,40	1,54	1,60
2,0	1,12	1,33	1,37
4,0	1,24	1,14	1,19
8,0	1,06	1,08	1,08

Pada Tabel 2.1 tersebut diatas, temperatur ruangan atau ambient temperatur tidak diperhitungkan, seperti diketahui bahwa temperatur sekitarnya mempengaruhi tingkat beban maksimum yang diperkenankan bagi suatu trafo distribusi. hal ini diperlihatkan oleh W.H. Prevey, dari Canadian General electric Company Limited, dalam Tabel 2.2 dibawah ini ;

Tabel 2.2 Tingkat beban maksimum trafo yang diizinkan untuk umur pengharapan yang normal suatu transformator.

Temperatur Sekitar	Lama Beban Maksimum (jam)	Beban Maksimum (p.u rating trafo)		
		Beban awal (p.u rating trafo)		
		0,9	0,7	0,5
Musim panas (70°F)	1	1,62	1,77	1,90
	2	1,54	1,62	1,68
	6	1,39	1,40	1,43
Musim Dingin (40°F)	1	1,80	U95	1,08
	2	1,72	1,80	1,86
	6	1,57	1,58	1,61

Dari Tabel 2.2 tersebut diatas, dapat dilihat bagaimana pengaruh temperatur disekitarnya terhadap tingkat beban maksimum yang diperkenankan, begitupun sebaliknya.

Sedangkan Tabel 2.3 dibawah ini adalah tabel yang berlaku untuk trafo distribusi yang dibuat oleh pabrik " UNINDO" tanpa mengurangi umur.

Tabel 2.3 Beban maksimum trafo yang diizinkan dalam penggunaan trafo distribusi produksi PT. UNINDO.

Keadaan Pengoperasian	Beban Maksimum (% rating trafo)	Lama Beban (Maksimum)
Dimulai pada Temperatur Kamar	150 125 110	1/2 jam 1/2 jam 1 jam
Sesudah 12 jam Melayani beban 50% rating trafo	150 125 110	- 1/4 jam 1/2 jam
Sesudah 6 jam Melayani beban Penuh	150 125 110	- - -

Dengan memperhatikan contoh tabel tersebut diatas, dimana kapasitas terminal trafo yang diproduksi P.T. UNINDO dan lama beban maksimum yang izinkan untuk selang waktu 1/2 jam sampai 1 jam yang dimulai pada temperatur kamar. Jadi beban maksimum yang diizinkan hanya pada batas 110% sampai 125% kapasitas nominal trafo.

Dengan memperhatikan Tabel 2.4 berikut, maka dapat diketahui kapan trafo distribusi harus diganti dengan trafo distribusi yang berkapasitas besar, apabila keadaan beban lebih telah melebihi waktu yang diizinkan.

Tabel 2.4 Beban maksimum trafo yang diizinkan untuk lama beban 1 jam dan 1/2 jam.

Kapasitas nominal trafo (KVA)	Beban maksimum Trafo (KVA)	
	Lama Beban Maks. 1 Jam	Lama Beban Maks. 1/2 Jam
50	55,00	2,00
100	110,00	125,00
160	176,00	200,00
200	220,00	250,00
250	275,00	312,00
315	346,00	393,00
500	550,00	625,00
630	693,00	787,00
800	880,00	1000,00
1000	1100,00	1250,00
1250	1375,00	1562,00
1600	1760,00	2000,00

6. Lightning Arrester (LA)

Lightning Arrester adalah peralatan listrik yang gunanya melindungi peralatan listrik di gardu distribusi dari tegangan lebih akibat petir atau switching. Adapun konstruksinya dapat dilihat pada gambar lampiran 2. Pada gambar tersebut terlihat bahan Lightning Arrester terdiri dari dua unsur yakni:

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

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

7. Cut out

Cut Out berfungsi untuk memisahkan bagian dari saluran distribusi sekunder dengan saluran distribusi primer. Secara detail dapat dilihat pada lampiran.

8. Air Break Switch (ABS)

Air Break Switch berfungsi untuk memisahkan bagian saluran distribusi primer dalam keadaan berbeban.

G. Tinjauan Umum Kelistrikan

1. Jaringan Sekunder

Jaringan sekunder pada sistem distribusi tenaga listrik masing-masing 127/220 volt dan 220/380 volt. Pada pemasangan-pemasangan baru digunakan tegangan sekunder 220/380 volt. Tegangan 220/380 volt merupakan anjuran dari international Electrotechnical Commisioan (IEC) untuk menggantikan tegangan pemakai 220/380 volt, juga merupakan keputusan yang telah diambil oleh workshop sistem distribusi tegangan listrik untuk mengubah tegangan distribusi

sekunder dari 127/220 volt menjadi 220/380 volt untuk seluruh wilayah kerja PLN.

Jaringan sekunder memakai kawat hantaran udara. Besar ukuran kawat yang digunakan tergantung dari beban yang akan dilayani, ukuran dan jenis hantaran udara yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Kawat tembaga 16 mm², 25 mm², 35 mm² , dan 50 mm²,
- Kawat aluminium 25 mm², 35 mm², 50 mm², dan 70 mm²,

2. Beban Listrik

Beban listrik atau pemakaian listrik pada PLN beraneka ragam meliputi beban listrik untuk pemakai-pemakai listrik dikenakan ongkos pemakaian listrik oleh PLN. PLN menentukan pemakaian berdasarkan tarif listrik, dimana tarif listrik ini digolongkan menurut kepentingan dan batas daya tersambung pada konsumen.

3. Ramalan Beban

Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik pada masa yang datang, maka perlu diadakan suatu ramalan beban, sehingga dapat diadakan suatu perluasan untuk mengimbangi kebutuhan tenaga listrik pada masa yang akan datang.

Perhitungan ramalan beban atau prakiraan kebutuhan tenaga listrik didasarkan atas anggapan-anggapan sebagai berikut :

- a. Jumlah konsumen setiap tahun

- b. Perbandingan jumlah konsumen terhadap jumlah rumah tangga (electrification ratio) akan meningkatkan setiap tahunnya.
- c. Tingkat pendapatan masyarakat dimasa yang akan datang
- d. Faktor keandalan akan semakin baik dimasa yang akan datang.

H. Pengembangan Jaringan Distribusi

1. Sistem Distribusi Yang Akan Dikembangkan

Jaringan distribusi sesuai dengan fungsinya untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari sumber ke konsumen, terdiri dari beberapa bagian (jaringan primer, gardu distribusi, dan jaringan sekunder).

Dalam pemilihan sistem distribusi yang akan dikembangkan akan dititik beratkan pada pemilihan sistem :

- Gardu transformator distribusi dan
- Jaringan distribusi

Gardu Transformator Distribusi

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

- Transformator 3 0 (tiga phasa) mempunyai rating kapasitas 50 KVA, 100 KVA, 160 KVA, 200 KVA, 250 KVA, 315 KVA, 450 KVA, 500 KVA sampai 5 MVA.
- Transformator 1 0 (satu phasa) mempunyai rating kapasitas 16 KVA, 25 KVA, 50 KVA, 100 KVA, sampai 500 KVA. Sistem Jaringan Distribusi

Ditinjau dari jaringan distribusi yang akan dikembangkan adalah mencakup :

- a. Konstruksi Jaringan
- b. Bentuk Jaringan
- c. Level Jaringan

2. Pengembangan Gardu Distribusi

Dengan melihat keadaan dan kondisi serta kerapatan beban pada masing-masing daerah pelayanan yang ada maka untuk daerah atau pusat beban dalam wilayah kerja PLN tersebut, secara garis besar dapat dibagi dalam tiga tingkatan, yaitu ;

- Daerah dengan kerapatan beban padat (100-200) konsumen per KM-sirkuit selanjutnya disebut daerah tingkat I.
- Daerah dengan kerapatan beban sedang (50-100) konsumen per KM-sirkuit, selanjutnya disebut daerah tingkat II.
- Daerah dengan kerapatan beban rendah (0-50) konsumen per KM-sirkuit selanjutnya disebut dengan daerah tingkat III.

Pengembangan dan penambahan kapasitas unit dari transformator distribusi disesuaikan dengan kebutuhan daya yang akan dilayani. memenuhi penyeragaman dan pengadaan dalam pemilihan transformator distribusi diambil dari besar kapasitas unit transformator distribusi yang digunakan dalam perencanaan ini.

Ditentukan bahwa gardu distribusi di perkantoran maupun di luar perkantoran agar menghemat biaya pembangunannya dipilih jenis gardu tiang. Hal ini dilakukan juga karena kemungkinan kenaikan beban yang pesat karena penambahan penduduk. Selanjutnya dalam pelaksanaan

kerapatan beban yang masih relatif rendah pada tiap-tiap pusat beban maka transformator-transformator yang digunakan adalah dengan kapasitas : 200 KVA, 160 KVA, 100 KVA dan 50 KVA.

Dasar penempatan dan jumlah unit transformator distribusi yang dibutuhkan, selain ditentukan oleh besarnya daya, juga didasarkan pada keadaan dan besarnya kerapatan beban untuk daerah pusat beban.

3. Pengembangan Jaringan Distribusi

Pengembangan sistem jaringan distribusi dibuat dengan memenuhi kebutuhan (demand), sesuai dengan hasil ramalan dari jumlah konsumen dan besarnya daya dan energi listrik pertahun.

a. Pengembangan Jaringan Karena Adanya Pertambahan Beban

Dengan memperhatikan pertambahan konsumen PLN yang sejalan dengan perkembangan kota dan penduduk serta masalah yang menyangkut kelistrikannya, maka harus dilakukan evaluasi terhadap jaringan yang sudah ada. Beberapa kemungkinan pendekatan untuk pemecahan problem yang dapat dilakukan adalah :

- Mengganti ukuran kawat hantaran yang lebih besar sehingga drop tegangan lebih kecil.
- Menambah saluran baru paralel dengan saluran lama
- Menambah transformator sisipan

Untuk mengevaluasi untuk mengadakan penambahan jaringan dapat dilihat berdasarkan keadaan dan sifat pemakaian listrik dari konsumen sebagai berikut:

- Perumahan
- Perdagangan/Komersil dan
- Industri

4. Rehabilitasi Jaringan Keseluruhan

Pemakaian Tegangan Distribusi .

Pelaksanaan perubahan tegangan di suatu tempat akan memperoleh keuntungan-keuntungan apabila kriteria berikut ini dipakai sebagai pedoman :

- a. Perubahan tegangan dari 127/220 Volt menjadi 220/380 Volt sebaiknya dilaksanakan apabila langganan satu dengan lainnya masih berjauhan lokasinya {terpencil} dengan perkataan lain jumlah langganan per kilometer penghantar masih kecil. Dalam hal ini perubahan tegangan mendapat keuntungan teknis terhadap rugi-rugi tegangan dan Kwh.
- b. Perubahan tegangan baru diperlukan apabila dalam daerah tersebut sudah tidak mungkin lagi dibangun gardu transformator, tidak ada fasilitas tanah atau dimensi gardu transformator yang ada tidak memenuhi syarat sedangkan kebutuhan listrik pada daerah tersebut masih sangat terbatas.
- c. Perubahan tegangan baru diperlukan apabila jaringan tegangan rendah dari gardu transformator tidak mungkin lagi secara fisik diperbesar penampangnya (jaringan berkapasitas maksimum), sedangkan kebutuhan listrik di daerah tersebut besar.

- d. Perubahan tegangan sebaiknya dilaksanakan pada saat-saat di mana peralatan listrik langganan masih sederhana sehingga mudah untuk menyesuaikan dengan tegangan yang baru,

Di samping keuntungan-keuntungan dengan mengikuti pola pelaksanaan dialas, dapat pula diperbaiki pengaturan tegangan sehingga pemakaian tegangan 220/380 Volt ini akan diperbesar kapasitas penyaluran dari jaringan yang sekarang dipakai.

Penggantian kawat hantaran distribusi

Seperti telah disebutkan terdahulu bahwa kawat hantaran yang selama ini dipakai mempunyai ukuran yang berbeda-beda yaitu 16 mm², 25 mm², 35 mm², dan 50 mm² untuk kawat tembaga, sedangkan untuk kawat aluminium berukuran 25 mm², 35 mm², 50 mm² dan 70 mm².

Penggantian kawat distribusi dapat dilakukan jika kapasitas hantarnya telah dilampaui, drop tegangan terlalu besar, adanya data bahwa pemakaian daya dari konsumen setempat telah berlebihan sehingga memenuhi syarat pergantian dan adanya catatan bahwa fuse pada saluran yang bersangkutan sering putus.

Dengan mengganti kawat hantaran ini maka diharapkan pula kapasitas daya yang dapat disalurkan akan bertambah pula, sehingga dapat mengatasi kekurangan kapasitas penyaluran jaringan seperti yang telah disebutkan di atas.

5. Panjang maksimum hantaran distribusi

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan panjang maksimum saluran udara tegangan rendah yaitu :

- Saluran udara tegangan rendah adalah 3 phasa
- Penampang penghantar yang digunakan yaitu 16 mm², 25 mm², 35 mm², dan 50mm² untuk kawat tembaga. 25 mm², 35 mm², 50 mm² dan 70 mm² untuk penghantar aluminium
- Untuk setiap daerah pelayanan, beban dibagi ke dalam dua sifat beban yaitu penerangan dengan $\cos\phi = 0,9$, dan beban industri dengan $\cos\phi = 0,85$.
- Tegangan nominal diambil 220 volt phasa ke netral atau 380 volt phasa ke phasa.
- Rugi tegangan untuk saluran udara tegangan rendah adala 5%.

Agar memudahkan perhitungan, diambil beberapa asumsi sebagai berikut :

- Jarak antara tiang untuk setiap saluran sama yaitu 40 meter.
- Beban setiap tiang besarnya sama.
- Arus yang diperbolehkan mengalir besarnya sama dengan arus pengaman yang sesuai dengan penghantar.

Cara menentukan panjang hantaran

Panjang maksimum hantaran dapat dihitung melalui persamaan :

$$L = \frac{L \cdot E \cdot q}{50 \cdot I \cdot \cos \phi} \dots \dots \dots (2-1)$$

$$U = \frac{Lx i \lambda}{\lambda 10} \frac{\cos \phi \sin t}{x E X E q} : \frac{100}{\dots \dots \dots} \dots \dots \dots (2-2)$$

di mana:

L = Panjang saluran (meter)

U = Rugi tegangan (persen)

E = Tegangan fasa ke netral (volt)

q = Penampang saluran (mm²)

I = Arus yang mengalir (ampere)

Pada saluran hantaran ini beban-beban, terbagi sepanjang saluran seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut ini, sehingga perhitungannya merupakan penjumlahan dari bagian-bagian yang sesuai dengan banyaknya beban.



Untuk gambar diatas maka rugi tegangan adalah :

$$U = \frac{100 \cos \phi}{q \cdot \lambda} (I_1^2 l_1 + I_2^2 l_2 + I_3^2 l_3 + \dots + I_T^2 L) \dots \dots \dots (2-3)$$

$$U = \frac{100 \cos \phi}{q \cdot \lambda} (I_1 + I_T) \dots \dots \dots (2-4)$$

Di mana:

L₁ = l = jarak antar tiang (meter)

L = Panjang saluran (meter)

T = Banyaknya Tiang

$$= \frac{L}{1}$$

I = Jumlah semua arus (ampere), sama dengan arus pengaman maksimum kawat hantaran.

Dengan memasukkan harga T dan i, maka rumus di atas akan berubah menjadi :

$$U = \frac{50.I.\cos \phi}{E.I.\lambda} (1+L) \dots \dots \dots (2-5)$$

Maka λ maksimum hantaran adalah :

$$L = \frac{E q}{50.I.\cos \phi} \dots \dots \dots (2-6)$$

6. Hantaran Sambungan Langganan

a. Pemilihan hantaran sambungan langganan

Hantaran sambungan langganan yang umum dipakai adalah kawat udara, namun akhir-akhir ini penggunaan kawat udara sudah tidak dipakai lagi untuk pemasangan-pemasangan baru dan diganti dengan kabel udara.

Ditinjau darisegi peralatan yang dipakaimemang kabeludara lebih menguntungkan dari pada kawat udara, di bawah ini diberikan gambaran tentang peralatan yang dipakai masing-masing jenis hantaran pada sambungan langganan.

1) Peralatan yang dipakai pada sambungan kawat adalah:

- Kawat hantaran udara
- Pemasangan isolator pada tiap rumah

- Tiang penyanggan di rumah
 - kadang-kadang diperlukan isolator tambahan pada tiang penyangga saluran.
- 2) Peralatan yang dipakai pada sambungan kabel adalah;
- Kabel tegangan rendah sebagai hantaran
 - Kawat baja kecil sebagai penggantung dan juga sebagai pengikat

Dilihat dari peralatan yang dipakai maka terdapat keuntungan-keuntungan dari kabel udara dibandingkan dengan kawat udara yaitu sebagai berikut :

- 1) Tidak memerlukan isolator porselin baik pada tiang rumah maupun sebagaigambaran pada tiang penyangga saluran
- 2) Kemungkinan pencurian listrik pada tiang di atas rumah tidak ada.
- 3) Kemungkinan hubungan singkat pada hantaran karena gangguan luar tidak ada.
- 4) Untuk kapasitas yang kecil dan untuk jarak yang dekat(sekitar 15 meter ke bawah), maka sambungan kabel lebih murah.

Dengan demikian pemilihan kabel udara sebagai sambungan langganan lebihtepat dengan melihat keempat point di atas.

b. Panjang Maksimum Hantaran Sambungan Langganan

Panjang maksimum hantaran sambungan langganan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

Untuk satu phasa :

$$L = \frac{U \cdot E \cdot a \cdot 1}{2 \cdot i \cdot \cos \phi} \times \frac{1}{100} \dots \dots \dots (2-7)$$

$$L = \frac{I \cdot E^2 \cdot q \cdot \lambda}{2N \cdot \cos \phi} \dots \dots \dots (2-8)$$

Untuk kapasitas

$$L = \frac{1}{n^2} \frac{J \cdot E^2 \cdot q \cdot \lambda}{N \cdot \cos \phi} \dots \dots \dots (2-9)$$

dimana

L = Panjang maksimum hantaran sambungan langganan

q = Penampang kawat (mm²)

= Daya hantaran jenis, untuk tembaga - 56

E = Tegangan sistem (volt)

I = Arus (ampere)

N = Beban (Va) dan

U = Jatuh tegangan (persen)

Harga sambungan langganan

Terdapat perbedaan harga antara kedua jenis hantaran sambungan langganan. Untuk kapasitas arus yang kecil dan jarak yang dekat, maka sambungan langganan dengan memakai kabel lebih murah

Sedangkan untuk kapasitas arus besar dan jarak yang relatif jauh maka sambungan kawat udara biasa akan lebih ekonomis.

7. Penampang Jaringan

Untuk memberikan kontinuitas pelayanan yang baik dan menghindarkan kemungkinan bahaya-bahaya yang terjadi pada jaringan, baik terhadap sistem jaringan itu sendiri maupun terhadap manusia dan

lingkungannya, maka sistem jaringan memerlukan pengamanan-pengaman yang baik.

Pengaman sistem jaringan dapat ditingkatkan dengan usaha-usaha :

- Pencegahan kemungkinan gangguan
- Melokalisir gangguan yang terjadi sehingga tidak mengganggu jaringan yang lain atau merusak peralatan-peralatan.

Pencegahan kemungkinan gangguan pada dasarnya meliputi pembersihan saluran hantaran secara berkala dari kemungkinan gangguan alam seperti pohon-pohon, bangunan dan lainnya, pertanahan system jaringan dan menjaga keseimbangan beban.

Pentanahan

Perubahan tegangan memerlukan peninjauan kembali pada sistem jaringan. Pentanahan sistem jaringan bertujuan untuk mencegah kemungkinan timbulnya bahaya akibat adanya gangguan tegangan lebih misalnya akibat sambaran petir.

Tahapan pentanahan tergantung dari macam jaringan, yaitu:

- a. Untuk jaringan dengan pentanahan pengaman JIR dan JIM terpisah dan tahanan pentanahannya maximum 5 Ohm. Untuk keadaan khusus, misalnya pada JTR dengan transformator berkapasitas kecil (maksimum 50 KVA satu fase atau 150 KVA tiga fase) dimana jumlah konsumen masih rendah dan tahanan jenis tanahnya tinggi sehingga sukar 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 empat 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.

Untuk setiap sistem pentanahan titik netral jaringan tegangan rendah dapat dilakukan dengan pentanahan pada tiang awal dan tiang akhir dari JTR.

Keseimbangan Beban

Keseimbangan beban pada jaringan hams diperhatikan untuk menjaga pengaturan tegangan yang baik. Dengan adanya penambahan daya pada langganan, maka pengambilan daya pada tiang saluran harus diperhitungkan pembagian yang sama untuk fasa RST dari saluran. Pengaturan penyeimbangan bahan ini biasanya dilakukan dengan mengukur beban tiap-tiap fasa. Bilamana diantara ketiga fasa tersebut ada yang

mempunyai beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan fasa-fasa lainnya maka hal ini dapat ditempuh dengan jalan mengadakan pengalihan pada fasa yang mempunyai beban terendah.

8. Pemasangan Transformator Distribusi

Pemasangan Luar

Transformator dipasang di luar dengan salah satu cara berikut ini:

a. Pemasangan Langsung

Langsung diklem dengan klem yang cocok pada tiang. Cara ini cocok dipakai untuk transformator berkapasitas kecil sampai 25 kVA saja.

b. Pemasangan pada tiang H

Transformator dipasang dengan lengari silang yang dipasang di antara 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 berbahaya bila menempatkan transformator di atas 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 di lantai 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

Bangunan rumah transformator harus cukup luas agar dapat bebas masuk dari setiap sisi dan cukup tinggi agar dapat membuka transformator tersebut. Jarak minimum berikut ini dari sisi dinding dianggap memuaskan.

Tabel 2.5 Jarak minimum pada rumah transformator

Jarak dari (m)	Minimum 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 (seperti pada ruang tertutup)	1,25

Jalan dan pintu harus cukup lebar transformator yang paling besar dapat dengan mudah dipindahkan untuk perbaikan dan lain-lain.

Transformator yang terpasang di dalam 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 dari lantai, sedangkan lubang pembuang udara setinggi mungkin agar udara panas dapat keluar. Menurut aturan ibu jari, 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 angin untuk memaksa aliran udara. Lubang masuk dan keluar udara harus dilindungi terhadap percikan air hujan, burung dan lainlain.

Transformator jenis 'dry resin encapsulated' lebih cocok untuk daerah pemukiman. Transformator minyak tidak boleh diletakkan di tempat yang lembab.



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 Maret 2016 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

b. Tempat

Penelitian dilaksanakan pada jaringan distribusi tenaga listrik Kabupaten Barru Pallaka.



B. Metode Penelitian

FLOWCHARD



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

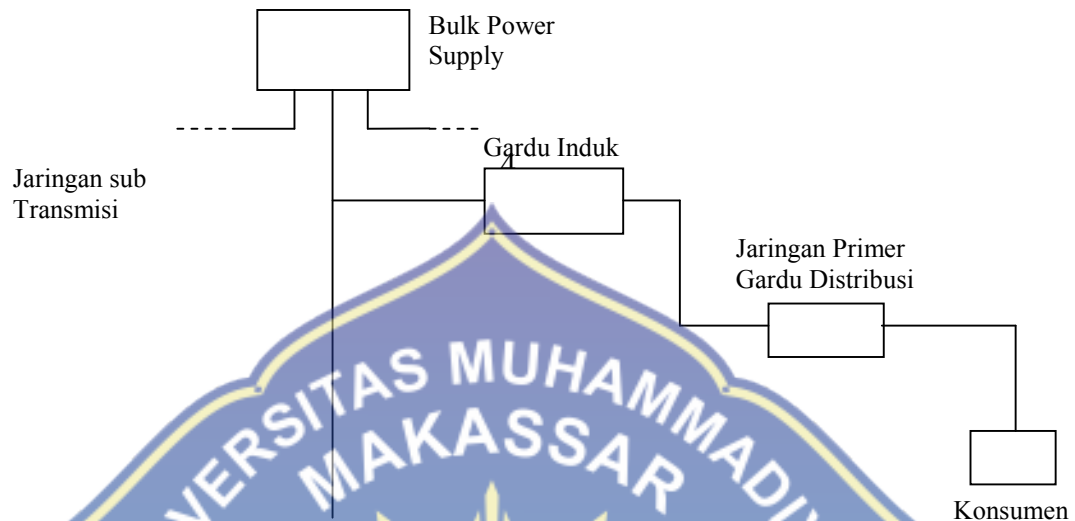
Mengadakan penelitian dan pengambilan data pada sistem kelistrikan pada jaringan distribusi tenaga listrik Kabupaten Barru Desa Pallaka. Kemudian mengadakan pembahasan/analisa hasil pengamatan dan menyimpulkan hasil analisa tersebut.

Metode Diskusi/Wawancara

Yaitu mengadakan diskusi/wawancara dengan dosen yang lebih mengetahui bahan yang akan kami bahas atau dengan pihak praktisi pada sistem kelistrikan pada jaringan distribusi tenaga listrik Kabupaten Barru Desa Pallaka.

C. Gambar Blok Diagram

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



Gambar 3.1 Sistem Distribusi dan Bagian-bagiannya

Bagian-bagian dari suatu sistem Distribusi terdiri dari Bulk power supply, Jaringan sub transmisi, jaringan primer, gardu distribusi dan jaringan sekunder:

1. Bulk power supply (sumber daya besar)

Dalam hal ini dapat berupa gardu-gardu induk yang disupply oleh pembangkit daya utama melalui saluran transmisi, atau dapat pula berupa suatu pembangkit tenaga listrik.

2. Jaringan sub transmisi

Berlangsung dari sumber daya utama sampai ke berbagai gardu induk yang berada di daerah beban. Jaringan sub transmisi dapat berupa kabel tanah, hantaran udara terbuka, atau kombinasi diantaranya.

3. Gardu induk

Biasanya melampaui suatu daerah tertentu dan dari gardu ini tegangan sub transmisi diturunkan ke tegangan distribusi primer.

4. Jaringan Primer

Jaringan primer biasanya 3 phasa dan berlangsung dari rel menengah gardu induk sampai pada pusat bebannya dimana kemudian dilakukan percabangan pada sub feeder 3 phasa, atau dapat pula langsung dihubungkan dengan gardu distribusi.

5. Gardu distribusi

Gardu distribusi berguna untuk menurunkan tegangan sampai ke tegangan pemakai. Biasanya pada gardu distribusi ditempatkan alat ukur seperti Volt meter, Ampermeter, Kwh-meter, pengaman dan lain-lain.

6. Jaringan sekunder

Jaringan sekunder berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke rangkaian pemakai yang dihubungkan dengan panel-panel pembagi beban.

A. Perkiraan Beban

Pada dasarnya perkiraan merupakan langkah penentuan untuk terjadinya suatu peristiwa di masa mendatang. Oleh karena itu waktu yang dibutuhkan belum berlangsung, maka jelaslah bahwa langkah yang selalu dihadapkan pada suatu hal

atau keadaan ketidakpastian sehingga orang tidak bisa memperkirakan secara utuh dan tepat.

Perkiraan beban dibuat berdasarkan pada pengumpulan dan pengolahan data, yang ada hubungannya dengan kebutuhan energi listrik dan juga faktor yang dapat mempengaruhi kebutuhan tersebut

B. Beban Daya

1. Kebutuhan Beban (Load Demand)

Kebutuhan beban dari suatu daerah tergantung dari daerah, penduduk dan standar kehidupannya, rencana pengembangannya sekarang dan masa datang, harga daya dan sebagainya. Kebutuhan beban juga tergantung dari jenis beban yang diklasifikasikan menurut keadaan lingkungan, langganan, atau jadwal pelayanan.

2. Karakteristik Beban (Load Characteristics)

a. Sifat Beban adalah perlu mengetahui sifat beban secara umum yang karakteristiknya ditentukan oleh faktor kebutuhan (Demand Factor), faktor beban (Load Factor), atau faktor diversitas (Diversity Factor).

- Faktor Kebutuhan (Demand Factor)
- Faktor beban (Load Factor), adalah perbandingan jumlah satuan energi yang diberikan selama perioda tertentu dengan jumlah yang telah diberikan untuk memenuhi kebutuhan maksimal selama perioda yang sama.

- Faktor keragaman (Diversity Factor) adalah perbandingan jumlah kebutuhanmaksimalseorangdalamkelompokkonsumenterhadapkebutuhanmaksimum kelompok tertentu.

b. Tipe-tipe Beban Pada umumnya tipe-tipe beban dapat dibagi dalam kategori berikut:

- Perumahan (domestik) ini terdiri dari penerangan, kipas angin, alat-alat rumah tangga.
- Komersial (commercial) terdiri atas penerangan untuk toko-toko dan reklame kipas angin, AC, pemanas dan alat-alat listrik lainnya yang dipakai pada bangunan perdagangan seperti toko-toko, restoran, pasar-pasar dsb.
- Industri (industrial) beban ini mungkin mempunyai tingkat daya tipikal yang bervariasi sesuai kebutuhan daya.
- Kota (municipal) beban ini adalah untuk penerangan jalan dan selalu tetap sepanjang malam. Untuk ini faktor kebutuhan sebesar 100% sedangkan faktor diversifitas dapat dikatakan satu. Faktor beban lampu jalan biasanya 25-30 %.
- Pertanian (Agriculture) beban ini dibutuhkan untuk penyediaan air irigasi dengan menggunakan pompa air yang digerakkan oleh motor listrik. Faktor beban biasanya ditentukan 20-25% faktor diversifitas 1-1,5% dan faktor kebutuhan 90-100%.
- Beban-beban lain: diluar beban-beban yang telah disebutkan di atas masih ada beban-beban lain misalnya penyediaan yang besar,

industri khusus seperti kertas, testil, dsb, dan alat-alat tank yang mempunyai karakteristiknya sendiri.

c. Sistem faktor daya

Semua peralatan listrik kecuali motor sinkron, pemanas dan lampu pijar, memakai daya pada faktor daya ketinggalan (lagging factor). Seluruh faktor daya darisuatu sistem mungkin dibawah 0,7 ketinggalan, kecuali bila diperbaiki.

d. Sistem diversitas beban

Untuk pengaturan beban yang lebih baik, penting untuk menganalisis diversitas beban (load diversity) pada musim panas dan musim dingin di suatu daerah. Juga diharapkan menghitung diversitas beban di daerah-daerah yang berbeda untuk menentukan rencana kebutuhan.

C. Metode Perkiraan Beban

1. Analisis regresi

a. Kecenderungan

Analisis regresi atau kecenderungan adalah cara mempelajari tata laku dari derek waktu suatu proses di waktu yang lalu sehingga tata laku yang akan datang dapat diketahui dari sekarang.

- Kecenderungan Linier
- Kecenderungan Eksponensial

b. Fungsi Regresi

1) Garis kuadrat terkecil

- 2) Parabola kuadrat terkecil
- 3) Eksponen kuadrat terkecil
- 4) Regresi Ganda

2. Faktor-faktor dalam pembebanan sistem daya

a. Ekonometris

Faktor-faktor economic tertentu yang mempengaruhi perkembangan beban sistem adalah sebagai berikut;

- 1) Siklus perdagangan dan ekonomi (variasi siklus)
- 2) Pertumbuhan GNP (variasi jangka panjang)
- 3) Pertumbuhan penduduk (kecenderungan jangka panjang)

b. Model Faktor Tunggal

Penggunaan model faktor tunggal mungkin tidak benar karena alasan berikut:

- 1) terlalu umum
- 2) Suatu sektor industri yang menggunakan listrik yang jauh lebih besar (50-75%) dibandingkan dengan sumbangannya dengan GNP yang mungkin hanya 20-50%.

Perkiraan beban berdasarkan cara pendekatan dibagi atas dua metode yaitu metode makroskopi dan metode mikroskopi. Dalam prakiraan ini menggunakan metode mikroskopi yang meliputi:

3. Regresi linier

$$Y = a + bx \dots \dots \dots (3-1)$$

dimana

Y = jumlah penduduk

x = variabel waktu

a = konstanta (titik potong grafik dengan sumbu y)

b = konstanta (koefisien arah dar grafik

4. Persamaan laju pertumbuhan penduduk

$$Y = X (1+r)^n \dots \dots \dots (3-2)$$

dimana

Y = Suatu harga pada tahun yang dicari

X = Suatu harga pada tahun dasar

r = Laju pertumbuhan (%)

n = Selisih antara tahun yang dicari dengan tahun dasar

5. Faktor-faktor yang mempengaruhi Demand

Dari uraian dan persamaan yang telah dikemukakan pada 3.3.4 di atas, nampak bahwa parameter-parameter berikut ini sangat mendasar sekali dalam penentuan energi listrik tersebut.

- a. Jumlah penduduk
- b. Jumlah rumah tangga
- c. Rasio elektrifikasi (eiektrofication ratio)
- d. Jumlah konsumen perkategori tarif

- e. Konsumsi KWH perkonsumen setiap tahun untuk perkategori tarif
- f. Faktor beban (load factor)

Faktor-faktor beban tersebut di atas pada dasarnya dapat dibuat berdasarkan data-data yang ada pada masa lampau yaitu dengan melihat kecenderungan historisnya, disamping untuk kemungkinan perkembangan-perkembangan parameter-parameter tersebut untuk masa yang akan datang sesuai dengan kebijaksanaan dari pemerintah.

Dari data masa lampau didapatkan nilai x dan y , tiap-tiap pasang nilai menentukan titik-titik pada grafik. Untuk parameter a dan b agar garis lurus yang dibuat terletak pada tempat yang sedekat mungkin dengan titik yang diperoleh, atau untuk membuat garis lurus yang cocok dengan data pada hasil pengamatan, dengan memakai metode kuadrat terkecil (least squares methode). misalkan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ adalah harga-harga Y . Titik-titik dari hasil pengamatan $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), (X_3, Y_3), \dots, (X_n, Y_n)$ diharapkan dapat melalui garis lurus.

$$Y = a + bx \dots\dots\dots(3-3)$$

sehingga diperoleh persamaan garis lurus sebanyak n buah persamaan garis lurus. Jika S adalah jumlah bujur sangkar $(Y - a - bx)$, yaitu selisih antara tiap nilai yang sebenarnya dengan nilai yang diobservasi.

$$S = (Y_1 - a - bX_1)^2, (Y_2 - a - bX_2)^2, \dots, (Y_n - a - bX_n)^2$$

$$= (Y_j - a - bx_j) \dots\dots\dots (3-4)$$

Dalam meminimalkan S, maka differensial parsial dari persamaan di atas dalam hubungannya dengan a dan b menghasilkan bentuk persamaan-persamaan:

Untuk

$$a: \frac{\delta}{\delta a} (Y_j - a - bX_j)^2 = 0 \dots \dots \dots (3-5)$$

$$b: \frac{\delta}{\delta b} (Y_j - a - bX_j)^2 = 0 \dots \dots \dots (3-6)$$

Dari persamaan (3-5) dan (3-6) diperoleh:

$$\Sigma(Y_j - a - bX_j)^2 = 0 \dots \dots \dots (3-7)$$

$$\Sigma(Y_j - a - bX_j)^2 X_j = 0 \dots \dots \dots (3-8)$$

Untuk; $\Sigma X_j = S_1$

$$\Sigma X_j^2 = S_2$$

$$\Sigma X_j^3 = S_3$$

$$\Sigma X_j Y_j = S_4$$

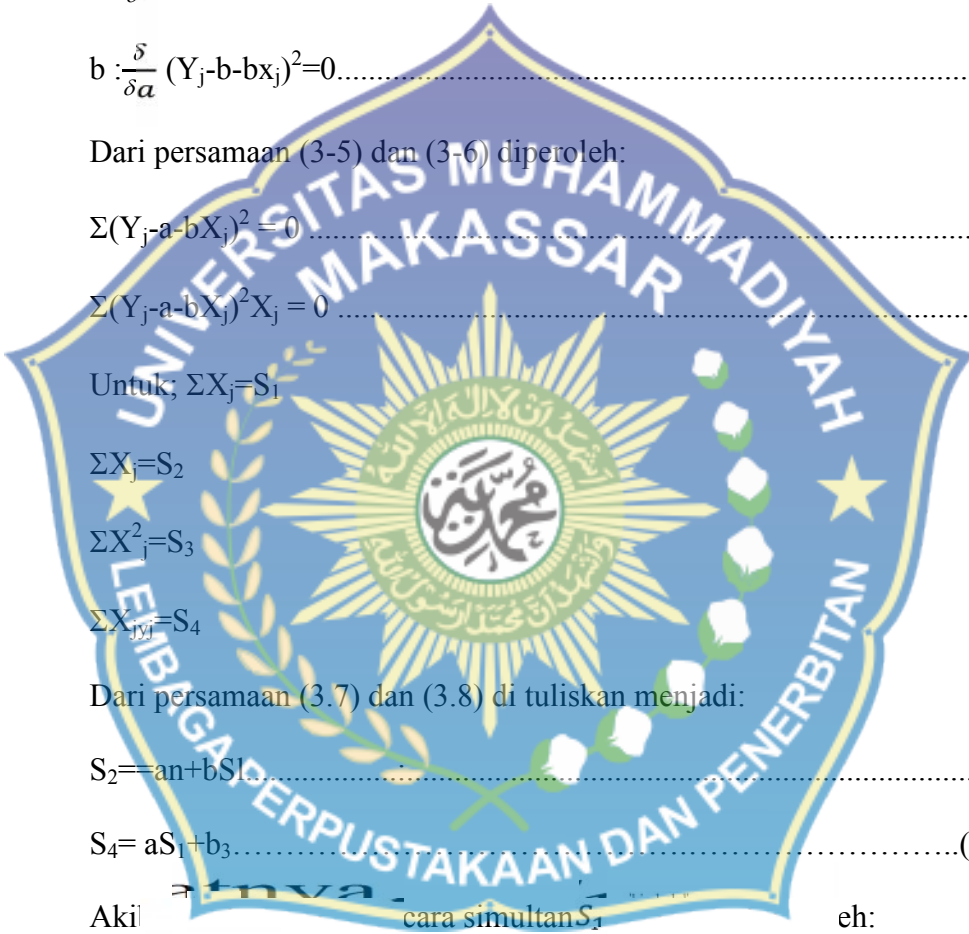
Dari persamaan (3.7) dan (3.8) di tuliskan menjadi:

$$S_2 = an + bS_1 \dots \dots \dots (3-9)$$

$$S_4 = aS_1 + bS_3 \dots \dots \dots (3-10)$$

Akhirnya, cara simultan S_1 dan S_2 adalah:

$$a = \frac{S_2 - S_1^2}{S_1} \quad b = \frac{S_4 - S_1 S_2}{S_1^2 - S_1^2}$$



sehingga

$$a = \frac{s_2 \cdot s_3 - s_1 \cdot s_4}{n s_3 - s_1 s_1} \dots\dots\dots(3-11)$$

$$b = \frac{n s_4 - s_1 s_2}{n s_3 - s_1 s_1} \dots\dots\dots(3-12)$$



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Perkiraan Jumlah Penduduk

Dengan melihat hubungan/korelasi persamaan di atas maka jumlah penduduk pada tahun 2015 dapat ditentukan dengan rumus regresi linier.

Tabel 4.1 Keadaan penduduk Desa Palakka Kecamatan Barru Kabupaten Barru

Tahun	Penduduk	Rumah tangga	Sosial	Kantor	Industri
2010	2330	515	6	2	5
2011	2384	522	8	2	5
2012	2426	534	9	3	6
2013	2495	543	10	4	6
2014	2558	558	10	4	8

Sumber Kantor Desa Palakka Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. (Agustus 2015)

Tabel 4.2 Jumlah penduduk pada tahun 2010-2014

Tahun	X	Penduduk (Y)	X ²	XY
2010	1	2330	1	2330
2011	2	2384	4	4768
2012	3	2426	9	7278
2013	4	2495	16	9980
2014	5	2558	25	12790
$\Sigma n = 5$	$\Sigma X = 15$	$\Sigma Y = 12193$	$\Sigma X^2 = 55$	$\Sigma XY = 37146$

Dari persamaan (3.11) dan (3.12) diperoleh

$$a = \frac{\begin{vmatrix} S_2 S_1 \\ S_4 S_3 \\ n S_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} S_1 S_3 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 12193 & 15 \\ 37146 & 55 \\ 5 & 15 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1555 \end{vmatrix}}$$

$$a = \frac{S_2 S_3 - S_1 S_4}{n S_3 - S_1 S_1} = \frac{(12193)(55) - (15)(37146)}{5(55) - (15)(15)}$$

$$= \frac{67061 - 551719}{275 - 225}$$

$$= \frac{113425}{50} = 2268,50$$

Dan

$$b = \frac{\begin{vmatrix} N S_2 \\ S_1 S_4 \\ n S_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} S_1 S_3 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 12193 \\ 15 & 37145 \\ 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1555 \end{vmatrix}}$$

$$b = \frac{n S_4 - S_1 S_2}{n S_3 - S_1 S_1} = \frac{5(37146) - 15(12193)}{275 - 225}$$

$$= \frac{105750 - 182895}{50}$$

$$= \frac{2835}{50} = 56,7$$

dengan menggunakan persamaan (3.3), untuk $x = 6$ untuk tahun 2017

diperoleh :

$$Y = a + bX$$

$$= 2268,50 + 56,7(6)$$

$$= 2609 \text{ jiwa}$$

Tabel 4.3 Jumlah penduduk pada tahun 2010-2014

Tahun	X	Konsumen (Y)	X ²	XY
2010	1	515	1	515
2011	2	522	4	1044
2012	3	534	9	1602
2013	4	543	16	2172
2014	5	558	25	2790
$\Sigma n=5$	$\Sigma X=15$	$\Sigma Y = 2672$	$\Sigma X^2 = 55$	$\Sigma XY=8123$

Dari persamaan (3.11) dan (3.12) diperoleh :

$$a = \frac{\begin{vmatrix} S_2 S_1 \\ S_4 S_3 \\ n S_1 \\ S_1 S_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2672 & 15 \\ 8123 & 55 \\ 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 2672 & 15 \\ 8123 & 55 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}}$$

$$a = \frac{S_2 S_3 - S_1 S_4}{n S_3 - S_1 S_1} = \frac{(2672)(55) - (15)(8123)}{5(55) - (15)(15)}$$

$$= \frac{146960 - 121845}{275 - 225}$$

$$= \frac{25115}{50} = 502,3$$

Dan

$$= \frac{\begin{vmatrix} N S_2 \\ S_1 S_4 \\ n S_1 \\ S_1 S_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 2672 \\ 15 & 8123 \\ 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}} = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 2672 \\ 15 & 8123 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix}}$$

$$b = \frac{n S_4 - S_1 S_2}{n S_3 - S_1 S_1} = \frac{5(8123) - 15(2672)}{275 - 225}$$

$$= \frac{40615 - 40080}{50}$$

$$= \frac{535}{50} = 10,7$$

dengan menggunakan persamaan (3.3), untuk $x = 6$ untuk tahun 2017 diperoleh

$$\begin{aligned}
 Y &= a + bX \\
 &= 502,3 + 10,7(6) \\
 &= 567 \text{ konsumen}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat pula ditentukan perkiraan jumlah penduduk dan konsumen untuk 15 tahun ke depan berdasarkan data-data histori/actual 5 tahun di belakang seperti pada tabel 4.1. Sedangkan untuk sosial, kantor dan industri diperoleh dari rencana pembangunan dalam kurun waktu tersebut yang menurut data dari Bappeda tingkat II Kabupaten Barru, akan dibangun beberapa industri pengolahan hasil pertanian dan irigasi yang penyelesaiannya sudah memasuki tahap akhir.

Tabel 4.4 Perkiraan jumlah penduduk dan konsumen Desa Palakka dari tahun 2016-2030

Tahun	penduduk	Konsumen
2016	2609	567
2017	2662	577
2018	2722	588
2019	2779	599
2020	2836	609
2021	2892	620
2022	2949	631
2023	3006	641
2024	3062	652
2025	3119	663
2026	3176	674

2027	3232	684
2028	3289	695
2029	3346	706
2030	3403	716



Gambar 4.1 Grafik prakiraan jumlah Konsumen Listrik di Desa Palakka tahun 2016-2030

Tabel 4.5 Prakiraan VA yang terpasang tahun 2016 - 2030

Jenis Konsumen	VA	Jumlah	VA yang terpasang
Rumah tangga	450	716	322200
Sosial	450	12	5400
Kantor	1000	6	4000
Industri	5000	12	60000
Jumlah Total			391600

Dengan melihat tabel di atas maka dapat diketahui bahwa kenaikan beban rata-rata pertahun pada desa Palakka adalah:

- Rumah tangga 2%
- Sosial 3,3%
- Sedangkan industri terdapat penambahan daya sebesar 20 KVA

B. Analisa Perencanaan Jaringan Distribusi

Dalam membuat suatu perencanaan jaringan, yang perlu diperhatikan adalah mengenai gambar lokasi pemasangan jaringan, penempatan gardu distribusi, pemilihan kawat penghantar dan jarak antara hantaran udara.

BABV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dalam pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Kenaikan rata-rata beban pertahun pada desa Palakka berdasarkan analisis adalah:
 - Rumah tangga : 2%
 - Sosial : 3,3 %
2. Melihat perkembangan Desa Palakka dewasa ini perlu diadakan rehabilitasi jaringan mengingat kebutuhan listrik yang semakin meningkat, sedangkan dari segi social dan ekonomi telah memenuhi syarat.

B. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, sebaiknya:

1. Penyediaan jaringan listrik harus lebih ditingkatkan mengingat setiap tahun pengguna listrik semakin meningkat
2. Menggunakan data yang relevan dan perhitungan yang signifikan

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, East Pittsburg, Fourth Edition, 2010.
- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL), Jakarta, 2013.
- PLN Wilayah VIII, Basil Rapat Dinas Tahunan PLN Wilayah VIII, Makassar, 10 Mei 2013.
- R.F Lawrence, General Consideration of Distribution, Westinghouse Electrical Corporation, Pennsylvania, Volume 3, Tahun 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.