

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Informasi Geografis

Geographic Information System atau disingkat GIS dalam bahasa Inggris Geographic Information System (disingkat GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data dengan referensi spasial. Atau lebih sempitnya adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membuat, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi georeferensi atau informasi spasial yang mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan suatu wilayah, seperti informasi berbasis lokasi dalam database. (RAHAYU, 2014)

Sebuah sistem informasi geografis (SIG) sebagai kombinasi dari beberapa elemen kunci, termasuk sistem, data, dan geografi. Sistem informasi geografis (SIG) sendiri merupakan suatu sistem yang menonjolkan berbagai elemen informasi geografis, mulai dari informasi tentang tempat di permukaan bumi, informasi tentang informasi dan berbagai fitur permukaan bumi, tetapi dengan letak dan letak suatu objek di permukaan bumi. bumi. bumi permukaan bumi.

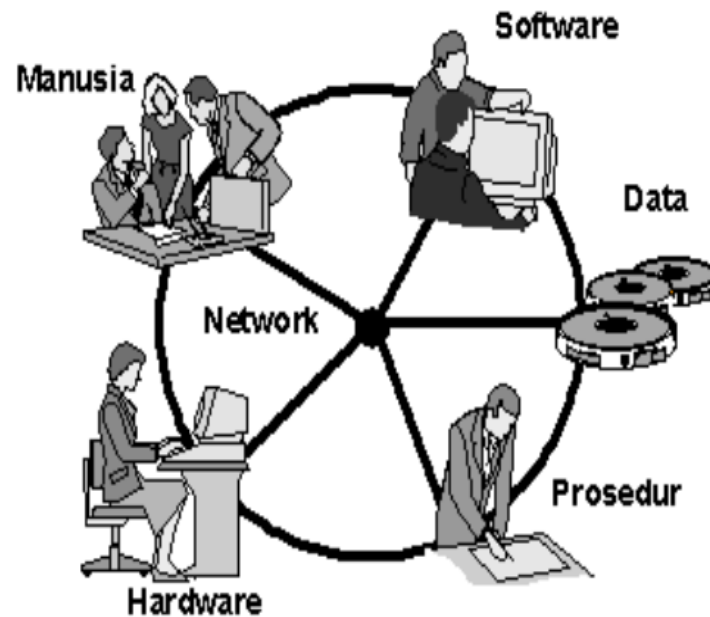
1. Sifat geometris seperti koordinat dan lokasi.
2. Terkait dengan area seperti blok, kota, dan pengembangan.
3. Mengacu pada segala fenomena di muka bumi, misalnya informasi, peristiwa, gejala atau benda.
4. Digunakan untuk tujuan tertentu seperti analisis, pemantauan atau pengelolaan. Beberapa alasan untuk menggunakan GIS, mis.

Beberapa alasan penggunaan SIG, antara lain:

1. GIS sangat efektif dalam mengintegrasikan data spasial dan data atribut untuk meningkatkan pemahaman konsep lokasi, ruang (spasial), populasi, elemen geografi permukaan tanah dan data atribut terkait. .
2. GIS dapat memberikan gambaran yang utuh dan komprehensif tentang permasalahan nyata yang berkaitan dengan tata ruang permukaan bumi, sehingga semua pihak terkait dapat memperoleh informasi.
3. GIS memiliki kemampuan analisis spasial dan non-spasial.
4. SIG mampu menggambarkan unsur-unsur yang ada di permukaan bumi secara berlapis-lapis, secara tematis atau sebagai *overlay* geodata. Lapisan ini memungkinkan dilakukannya rekonstruksi atau pemodelan permukaan bumi di dunia nyata (3 dimensi) dengan menggunakan data elevasi dan lapisan tematik yang diperlukan.

2.2 **Komponen Sistem Informasi Geografis.**

Pada dasarnya sistem informasi geografis adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian yang saling berhubungan (terhubung) untuk mencapai suatu tujuan dan didasarkan pada informasi geografis (teritorial, spasial, spasial) (informasi, fakta, keadaan, fenomena), yang lokasinya berada dikendalikan. cepat di lapangan (berkaitan dengan). (Kunang and Zuhriyadi, 2017)



Gambar 2. 1 Komponen SIG

2.2.1 Hardware

Subsistem sistem informasi geografis (SIG) saling berhubungan dan terintegrasi ke dalam sistem komputer. Sistem Informasi Geografis (SIG) sendiri terdiri dari empat komponen utama yaitu data, perangkat keras, perangkat lunak dan manajemen..

2.2.2 Data

Data tersebut berperan sebagai data spasial dengan referensi sekuler dan spasial, yang kemudian diolah. Padahal, ada dua jenis data yang kemudian mendukung sistem informasi geografis (SIG), yaitu data atribut dan data geospasial.

2.2.2.1 Data Spasial

Data lokasi adalah data grafis yang dapat mengidentifikasi kenampakan lokasi geografis berupa garis, titik, dan poligon. Informasi lokasi itu sendiri

diperoleh dari peta digital atau numerik yang tersimpan. Selain itu, titik menggambarkan fitur geografis yang bervariasi dalam skala. Intinya sendiri berfungsi untuk mendeskripsikan kota pada peta skala kecil, pada peta skala besar juga memberikan gambaran yang lebih detail mengenai objek-objek yang ada di perkotaan, seperti pasar. Garis juga dapat menggambarkan fitur geografis yang bervariasi dalam skala. Garis mewakili jalan atau sungai pada peta skala kecil, tetapi membatasi wilayah administratif pada peta skala besar. Area, seperti titik dan garis, area dapat mewakili objek yang berbeda bergantung pada skalanya. Area dapat mewakili kawasan hutan atau sawah pada peta besar.

2.2.2.2 Data Atribut

Data atribut adalah informasi berupa pernyataan bahwa setiap fenomena terjadi di permukaan bumi. Data atribut dapat digunakan untuk mendeskripsikan berbagai fenomena topografi, karena memiliki aspek kualitatif dan deskriptif. Oleh karena itu, data atribut memainkan peran penting dalam menjelaskan lokasi geografis yang berbeda. Misalnya sifat kualitas tanah yang terdiri dari karakteristik luas lahan, penguasaan lahan, kesuburan tanah, dan variasi konsentrasi mineral dalam tanah.

2.2.3 Software

Perangkat lunak atau perangkat lunak adalah program untuk mengoperasikan sistem informasi geografis (SIG), yang tugasnya menganalisis, menyimpan, dan memvisualisasikan informasi geografis dan non-geografis. Program yang digunakan dalam GIS adalah Arc/Info, Arc View, ERDAS dan ILWIS.

Perangkat lunak yang termasuk dalam komponen perangkat lunak GIS meliputi:

1. Alat untuk melihat data dan hasil analisis
2. Alat untuk memasukkan dan mengolah data SIG
3. Sistem Manajemen Basis Data (DBMS)
4. Alat analisis data

Salah satu program open source yang dapat digunakan untuk mengelola data geospasial dan mengembangkan aplikasi geospasial adalah Quantum GIS yang dikembangkan dengan standar OSGeo. Baca selengkapnya pada buku Sistem Informasi Geografis di bawah ini.. Pelajari lebih lanjut pada buku Sistem Informasi Geografis dibawah ini.

2.2.4 Prosedur

Manajemen sebagai salah satu alat SIG adalah SDM atau Sumber Daya Manusia. Proyek Sistem Informasi Geografis (SIG) sendiri berhasil hanya jika dilaksanakan dengan manajemen yang baik. Oleh karena itu, GIS harus dilakukan oleh mereka yang mampu melakukannya. Orang-orang itu sendiri, pengguna GIS, memiliki keterampilan yang berbeda-beda, mulai dari ahli desain hingga pemeliharaan sistem dan pengguna GIS. Dibagi menjadi tiga bagian, mulai dari staf operasional, yang meliputi pengguna akhir, para profesional teknis, yang meliputi para ahli dan pemrogram serta manajer, yang bertanggung jawab atas keseluruhan sistem informasi geografis (SIG).

2.2.5 Sumber Daya Manusia

Departemen sumber daya manusia atau departemen SDM kemudian mengelola GIS. Manusia adalah elemen inti SIG karena manusia adalah

pengguna dan perancang SIG. Pengguna GIS sendiri, seperti halnya sistem informasi lainnya, memiliki tingkatan yang berbeda-beda, mulai dari ahli teknis yang tugasnya mengelola dan merancang sistem, hingga pengguna yang menggunakan GIS sebagai alat bantu dalam berbagai tugas sehari-hari.

2.3 QGIS

QGIS adalah aplikasi terintegrasi untuk sistem informasi geografis (GIS). Geographic Information System (GIS) atau Sistem Informasi Geografis (GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola informasi yang mengandung informasi spasial (bergeoreferensi). Dalam pengertian yang lebih sempit, dapat dipahami sebagai sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola, dan menampilkan informasi yang berhubungan secara geografis dalam suatu basis data, misalnya informasi yang berhubungan dengan lokasi. Praktisi juga memasukkan orang yang membuat dan menggunakannya, dan data sebagai bagian dari sistem itu.

Teknologi GIS dapat digunakan untuk penelitian ilmiah, pengelolaan sumber daya, perencanaan pembangunan, kartografi dan perencanaan rute. Misalnya, GIS dapat membantu perencana dengan cepat menghitung waktu tanggap darurat jika terjadi bencana alam, atau GIS dapat digunakan untuk menemukan lahan basah yang membutuhkan perlindungan dari polusi.

QGIS (*Quantum Geographic Information System*) adalah perangkat lunak sistem informasi geografis yang bersifat open source dan gratis. QGIS adalah salah satu proyek OSGeo nirlaba, yang bertujuan untuk menghubungkan berbagai komunitas geospasial dari seluruh dunia.



Gambar 2. 2 *Software QGIS*

Ruang geospasial atau terestrial adalah aspek ruang yang menunjukkan posisi, posisi, dan lokasi suatu objek atau peristiwa di bawah, di atas, atau di atas permukaan bumi, yang dinyatakan dalam sistem koordinat tertentu. Data geospasial adalah informasi tentang letak geografis, ukuran atau bentuk dan/atau karakteristik benda alam dan/atau buatan manusia di bawah, di atas, atau di atas permukaan bumi.

2.4 **Pengertian Umum Sistem Distribusi Tenaga Listrik**

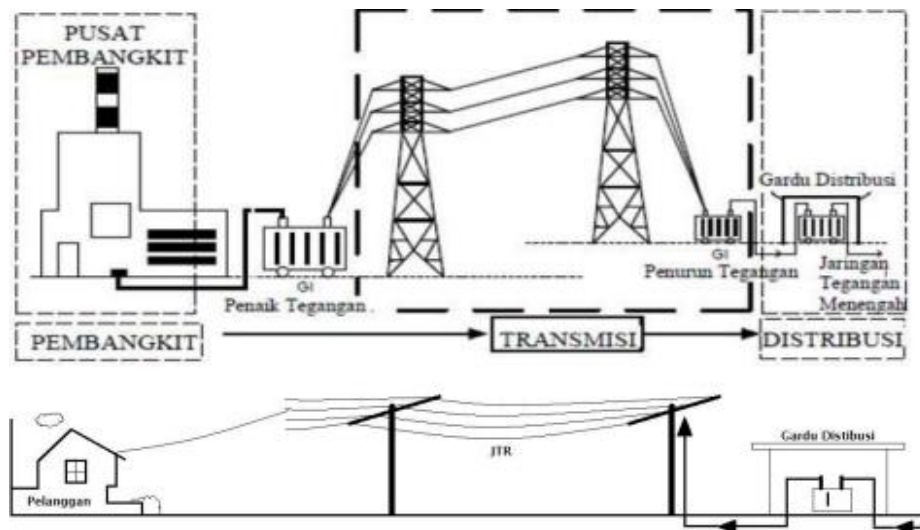
Permen No. 4/ESDM/2009 tentang Aturan Distribusi Tenaga Listrik, Bab IV –Aturan Penyambungan, menetapkan persyaratan umum untuk pembangkit listrik skala kecil dan menengah yang dihubungkan ke Sistem Distribusi. Aturan Penyambungan ini juga menguraikan prosedur umum untuk penyambungan pembangkit listrik skala kecil dan menengah ke Sistem Distribusi.(Indonesia, 2009)

Energi listrik umumnya dibangkitkan oleh pusat Pembangkit Tenaga Listrik yang jauh dari perkotaan dimana para pelanggan pada umumnya berada.

Masalahnya sekarang ialah bagaimana menyalurkan tenaga listrik tersebut secara ekonomis pada jarak yang cukup jauh. Secara umum dapat dikatakan bahwa sistem supply tenaga listrik terdiri dari tiga unsur yaitu:

- 1) Pusat Pembangkit
- 2) Transmisi
- 3) Distribusi

Penyaluran listrik ke para pelanggan secara skematis dapat digambarkan seperti dibawah ini, sudah tercakup ketiga unsur dari sistem supply tenaga listrik sebagaimana yang dimaksudkan diatas.(Distribusi and Syahputra, 1995)



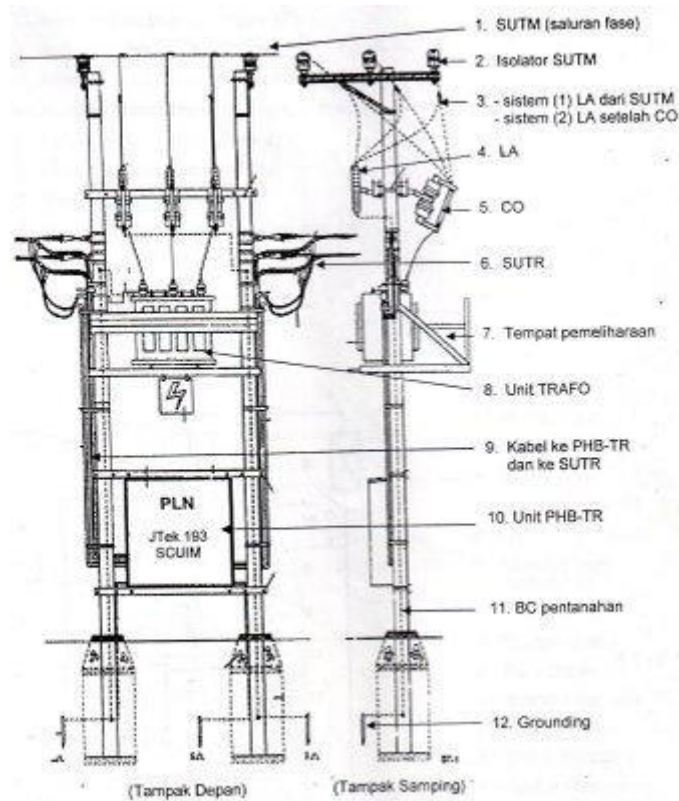
Gambar 2. 3 Skema Penyaluran Energi Listrik Ke Pelanggan

Untuk penjelasan mudahnya seperti berikut, awal mula listrik dapat tercipta berawal dari adanya suatu pembangkit listrik. Setelah energi listrik tercipta dari pembangkit, tidak langsung disalurkan ke konsumen. Namun harus melewati trafo step-up di pembangkit (berada di gardu Induk pembangkit) untuk dinaikkan tegangannya dari 13,6 KiloVolt (KV) ke 500KV untuk ditransmisikan melalui tower-tower SUTET . Tujuan dinaikannya tegangan listrik untuk mengurangi *Losses* (daya yang hilang) selama penyaluran di transmisi.

Setelah melalui transmisi/penyulang 500KV listrik akan diturunkan menjadi 150KV melalui trafo stepdown di gardu induk transmisi. Kemudian Listrik akan melewati tower-tower transmisi 150KV dan kemudian akan masuk di Gardu Induk Distribusi untuk diturunkan tegangannya menjadi 20KV. Setelah masuk di Gardu Induk distribusi listrik akan di salurkan ke konsumen melalui tiang-tiang listrik. Namun sebelum masuk ke konsumen rumah tangga, listrik bertegangan 20.000Volt tersebut harus diturunkan dahulu tegangannya menjadi 220Volt melalui trafo-trafo distribusi.

2.4.1 Gardu Distribusi

Pengertian umum Gardu Distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380V). Konstruksi Gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya yang kadang kala harus disesuaikan dengan peraturan Pemda setempat.



Gambar 2. 4 Gardu tiang trafo distribusi

Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas Jenis pemasangannya :

1) Jenis pemasangannya :

1. Gardu pasangan luar : gardu portal, gardu cantol
2. Gardu pasangan dalam : gardu beton, gardu kios

2) Jenis Konstruksinya :

1. Gardu Beton (bangunan sipil : batu, beton)
2. Gardu Tiang : gardu portal dan gardu cantol
3. Gardu Kios

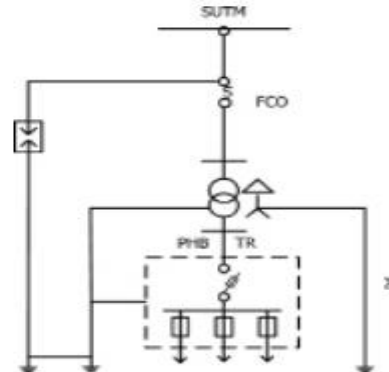
3) Jenis Penggunaannya :

1. Gardu pelanggan umum
2. Gardu pelanggan khusus

Khusus pengertian gardu hubung adalah gardu yang ditujukan untuk memudahkan manuver pembebanan dari satu penyulang ke penyulang lain yang dapat dilengkapi/tidak dilengkapi RTU (*Remote Terminal Unit*). Untuk fasilitas ini lazimnya dilengkapi fasilitas DC Supply dari Trafo Distribusi pemakaian sendiri atau Trafo distribusi untuk umum yang diletakkan dalam satu kesatuan.

2.4.1.1 Gardu Portal

Umumnya konfigurasi gardu tiang yang dicatu dari SUTM adalah T section dengan peralatan pengaman Pengaman Lebur Cut-Out (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur (pengaman lebur *link type expulsion*) dan *Lightning Arrester* (LA) sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir.



Gambar 2. 5 Gardu Portal Dan Bagan Satu Garis

Untuk gardu tiang pada sistem jaringan lingkaran terbuka (*open-loop*), seperti pada sistem distribusi dengan saluran kabel bawah tanah, konfigurasi peralatan adalah π section dimana transformator distribusi dapat di catu dari arah berbeda yaitu posisi *Incoming* – *Outgoing* atau dapat sebaliknya.

2.4.1.2 Gardu Cantol

Pada gardu distribusi tipe cantol, transformator yang terpasang adalah transformator dengan daya ≤ 100 kVA Fase 3 atau Fase 1. Transformator terpasang adalah jenis CSP (*Completely Self Protected Transformer*) yaitu peralatan switching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator.

Perlengkapan perlindungan transformator tambahan LA (*Lightning Arrester*) dipasang terpisah dengan Penghantar pembumiannya yang dihubungkan langsung dengan badan transformator. Perlengkapan hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR) maksimum 2 jurusan dengan saklar pemisah pada sisi masuk dan pengaman lebur (type NH, NT) sebagai pengaman jurusan. Semua bagian konduktif terbuka (BKT) dan bagian konduktif ekstra (BKE) dihubungkan dengan pembumian sisi Tegangan Rendah.



Gambar 2. 6 Gardu Cantol

2.4.1.3 Gardu Beton

Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan switching/proteksi, terangkai didalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton (*masonry wall building*). Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.



Gambar 2. 7 Gardu Beton

2.4.1.4 Gardu Kios

Gardu tipe ini adalah bangunan prefabricated terbuat dari konstruksi baja, fiberglass atau kombinasinya, yang dapat dirangkai di lokasi rencana pembangunan gardu distribusi. Terdapat beberapa jenis konstruksi, yaitu kios kompak, kios modular dan kios bertingkat. Gardu ini dibangun pada tempat-tempat yang tidak diperbolehkan membangun gardu beton. Karena sifat mobilitasnya, maka kapasitas transformator distribusi yang terpasang terbatas.

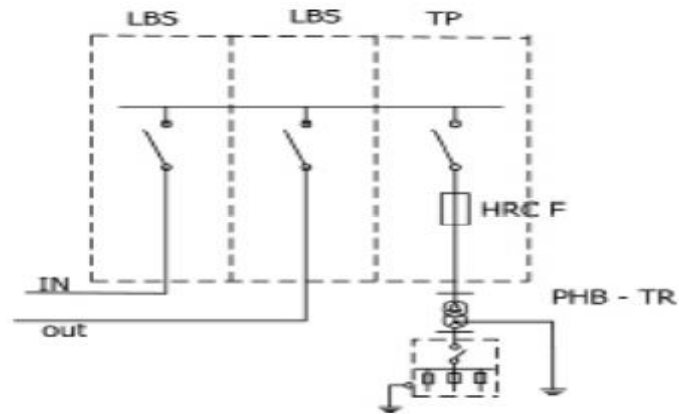
Kapasitas maksimum adalah 400 kVA, dengan 4 jurusan tegangan rendah. khusus untuk kios kompak, seluruh instalasi komponen utama gardu sudah dirangkai selengkapanya di pabrik, sehingga dapat langsung di angkut kelokasi dan disambungkan pada sistem distribusi yang sudah ada untuk difungsikan sesuai tujuannya.



Gambar 2. 8 Gardu Kios

2.4.1.5 Gardu Pelanggan Umum

Umumnya konfigurasi peralatan gardu pelanggan umum adalah π section, sama halnya seperti dengan gardu tiang yang dicatu dari SKTM. Karena keterbatasan lokasi dan pertimbangan keandalan yang dibutuhkan, dapat saja konfigurasi gardu berupa T section dengan catu daya disuplai PHB-TM gardu terdekat yang sering disebut dengan gardu antena.

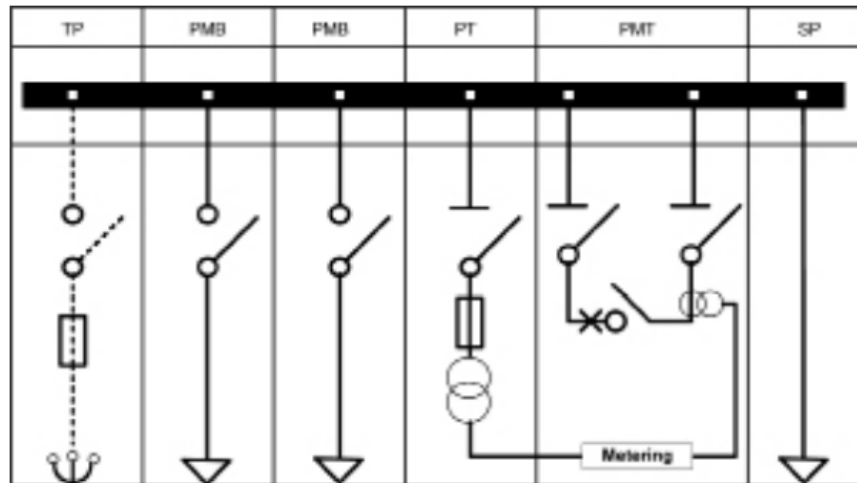


Gambar 2. 9 Single Line Konfigurasi II Section Gardu pelanggan umum

Untuk tingkat keandalan yang dituntut lebih dari gardu pelanggan umum biasa, maka gardu dipasok oleh SKTM lebih dari satu penyulang sehingga jumlah saklar hubung lebih dari satu dan dapat digerakan secara otomatis (ACOS : *Automatic Change Over Switch*)

2.4.1.6 Gardu Pelanggan Khusus

Gardu ini dirancang dan dibangun untuk sambungan tenaga listrik bagi pelanggan berdaya besar. Selain komponen utama peralatan hubung dan proteksi, gardu ini di lengkapi dengan alat-alat ukur yang dipersyaratkan. Untuk pelanggan dengan daya lebih dari 197 kVA, komponen utama gardu distribusi adalah peralatan PHB-TM, proteksi dan pengukuran Tegangan Menengah. Transformator penurun tegangan berada di sisi pelanggan atau diluar area kepemilikan dan tanggung jawab PT PLN (Persero). Pada umumnya, Gardu pelanggan khusus ini dapat juga dilengkapi dengan transformator untuk melayani pelanggan umum.



Gambar 2. 10 Bagan Satu Garis Gardu Pelanggan Khusus

Keterangan :

TP = Pengaman Transformator

PMB = Pemutus Beban – LBS

PT = Trafo Tegangan

PMT = Pembatas Beban Pelanggan

SP = Sambungan Pelanggan

2.4.1.7 Gardu Hubung

Gardu Hubung disingkat GH atau *Switching Substation* adalah gardu yang berfungsi sebagai sarana manuver pengendali beban listrik jika terjadi gangguan aliran listrik, program pelaksanaan pemeliharaan atau untuk maksud mempertahankan kontinuitas pelayanan. Isi dari instalasi gardu hubung adalah rangkaian saklar beban (*Load Break switch – LBS*), dan atau pemutus tenaga yang terhubung paralel. gardu hubung juga dapat dilengkapi sarana pemutus tenaga pembatas beban pelanggan khusus Tegangan Menengah. Konstruksi gardu hubung sama dengan gardu distribusi tipe beton. Pada ruang dalam gardu hubung dapat dilengkapi dengan ruang untuk gardu distribusi yang terpisah dan ruang untuk sarana pelayanan kontrol jarak jauh. Ruang untuk sarana pelayanan

kontrol jarak jauh dapat berada pada ruang yang sama dengan ruang gardu hubung, namun terpisah dengan ruang gardu distribusinya.

2.5 Saluran Udara Tegangan Rendah

SUTR adalah singkatan dari saluran udara tegangan rendah. SUTR merupakan tiang listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan listrik ke konsumen akhir, seperti rumah tangga dan bisnis kecil.

SUTR terdiri dari beberapa komponen penunjang mulai dari tiang dan penghantar.

2.5.1 Tiang

Untuk konstruksi jaringan SUTR yang berdiri sendiri dipakai tiang beton atau tiang besi dengan panjang 9 meter. Tiang beton yang dipakai dari berbagai jenis yang memiliki kekuatan beban kerja (*working load*) 200daN, 350daN dan 500daN (dengan angka faktor keamanan tiang=2) Pada titik yang memerlukan pembumian dipakai tiang beton yang dilengkapi dengan terminal pembumian.

Pada dasarnya pemilihan kemampuan mekanis tiang SUTR berlandaskan kepada empat hal, yaitu:

- 1) Posisi fungsi tiang (tiang awal, tiang tengah, tiang sudut)
- 2) Ukuran penghantar
- 3) Jarak andongan
- 4) Tiupan angin

Pada umumnya tiang listrik yang sekarang digunakan pada SUTR terbuat dari beton bertulang dan tiang besi. Tiang kayu sudah jarang digunakan karena daya tahannya (umumnya) relatif pendek dan memerlukan pemeliharaan khusus. Sedang tiang besi jarang digunakan karena harganya relative mahal dibanding

tiang beton, disamping itu juga memerlukan biaya pemeliharaan rutin. Dilihat dari fungsinya, tiang listrik dibedakan menjadi dua yaitu tiang pemikul dan tiang tarik. Tiang pemikul berfungsi untuk memikul konduktor dan isolator, sedang tiang tarik fungsinya untuk menarik konduktor. Sedang fungsi lainnya disesuaikan dengan kebutuhan sesuai dengan posisi sudut tarikan konduktor nya. Bahan baku pembuatan tiang beton untuk tiang tegangan menengah dan tegangan rendah adalah sama, hanya dimensinya

2.5.1.1 Menentukan/memilih Panjang Tiang

Tiang beton untuk saluran tegangan menengah dan tegangan rendah dipilih berdasarkan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Spesifikasi Tiang Beton

No.	Tegangan	Rangkaian	Panjang tiang (mtr)	Type (daN)	Span maksimum
1	Menengah	Tunggal	11	350	80
			13	350	120
2	Menengah	Ganda	11	350	50
			13	350	60
3	Rendah	Tunggal	9	100	40
			9	200	60

Pada jaringan tegangan rendah yang menggunakan tiang bersama dengan jaringan tegangan menengah maka jarak gawang (Span) harus di jaga agar tidak lebih dari 60 meter. Di dalam menentukan panjang tiang beberapa faktor yang harus dipertimbangkan adalah; 1) jarak aman antara saluran tegangan menengah dan tegangan rendah, 2) Posisi trafo tiang, dan 3) tinggi rendahnya trafo dengan penyangga dua tiang. Gambar 4-2 menunjukkan jarak aman yang diperlukan untuk menentukan panjang tiang. Pada gambar tersebut diperlihatkan bahwa panjang tiang minimum untuk tegangan menengah 11 meter (9,2 meter diatas tanah) dan untuk tegangan rendah 9 meter (7,5 meter diatas tanah).

2.5.1.2 Jarak Aman Tiang Tegangan Rendah

Jarak aman tiang 9 meter type 200 dan dapat digunakan sampai jarak tiang 60 meter, sedang tiang 9 meter type 100 dan dapat digunakan terbatas sampai jarak tiang 40 meter, bahkan lebih pendek dengan pengurangan beban kawat, karena batas ketahanan momen hampir nol pada jarak (span) 40 meter, bila tekanan angin pada konduktor dan tiang mendekati momen ketahanan sebesar 724 kgm. Hal ini dapat di rinci sebagai berikut:

1. Momen pembengkok oleh tekanan angin pada konduktor = 522 kgm untuk jarak tiang 40 meter.
2. Momen pembengkok oleh tekanan angin pada tiang = 214 kgm A + B = 736 kgm ÷ 724 kgm. Ini berarti batas momen ketahanan tidak terlampaui untuk penurunan kawat..

Tabel 2.2 Jarak Antar Tiang Atau Ke Pelanggan

Jumlah Jaring SUTR - TIC	SUTR-TIC Khusus	Gawang (Span)	Penggunaan Khusus		
			50 m	60 m	75 m
Sirkuit Tunggal	3x70+54,6 + 2x16	9/200	9/200	9/200	9/200
	3x50+54,6 + 2x16				
	3x35+54,6 + 2x16				
	3x70+54,6 +1 x16				
	3x50+54,6 +1 x16				
	3x35+54,6 +1x16				
	3 x 70 + 54,6				
	3 x 50 + 54,6				
	3 x 35 + 54,6				
Sirkuit Ganda	3x70+54,6 + 2x16	9/200	9/200	9/500	9/500
	3x50+54,6 + 2x16				
	3x35+54,6 + 2x16				
	3x70+54,6 +1 x16				
	3x50+54,6 +1 x16				
	3x35+54,6 +1x16				
	3 x 70 + 54,6				
	3 x 50 + 54,6				
	3 x 35 + 54,6				

2.5.2 Penghantar

Jenis penghantar yang dipergunakan adalah kabel pilin udara (NFA2Y) alumunium *twisted cable* dengan inti alumunium sebagai inti penghantar Fasa

dan almelec/ aluminium alloy sebagai netral. Penghantar Netral (N) dengan ukuran 3x35+N, 3x50+N, 3x70+N berfungsi sebagai pemikul beban mekanis kabel atau *messenger*. Untuk kepentingan jaminan pelaksanaan handling transportasi, panjang penghantar tiap haspel kurang lebih 1000 m.

Konfigurasi jaringan secara umum adalah radial, hanya pada kasus khusus dipergunakan sistem tertutup (*loop*). Saluran Udara Tegangan Rendah memakai penghantar jenis kabel *twisted* / kabel pilin (NFAAX-T) dengan penampang berukuran luas penampang 35 mm², 50 mm² dan 70 mm² serta penghantar tak berisolasi *All Aluminium Conductor (AAC)*, *All Aluminium Alloy Conductor (AAAC)* dengan penampang 25 mm², 35 mm² dan 50 mm².

Kabel udara yang dipergunakan pada JTR merupakan kabel berinti tunggal dengan bentuk konduktor dipilin bulat, instalasi kabel ini sedemikian rupa sehingga hantaran kabel membentuk kabel pilin dimana beberapa kabel berinti tunggal saling dililitkan sehingga saling membentuk suatu kelompok kabel yang disebut dengan kabel *twisted*.

Kabel *twisted* dipasang pada tiang saluran distribusi sekunder dengan peralatannya kira – kira 20 cm dibawah puncak tiang dengan kabel netral sebagai penyangganya, sehingga dengan demikian beban kabel *twisted* dipikul oleh kabel netral tersebut.

Kabel pilin yang digunakan pada proyek kelistrikan terdiri atas enam buah kabel berinti tunggal dengan perincian sebagai berikut :

1. Kabel utama, terdiri atas tiga kabel fasa dan satu kabel netral
2. Dua kabel lainnya untuk hantaran lampu penerangan jalan



Gambar 2. 11 Kabel *Twisted*

Penghantar jaringan sekunder menggunakan kabel *twisted*, dimana kabel ini mempunyai keuntungan antara lain :

1. Tidak memerlukan banyak peralatan
2. Penghantar tidak terpisah – pisah sehingga menjadi satu bagian
3. Keamanan lebih terjamin sehingga sulit untuk disadap
4. Pelaksanaan pemasangan lebih sederhana dan relatif mudah
5. Aman terhadap cuaca
6. Aman terhadap gangguan ranting – ranting pohon

Bahan isolasi kabel *twisted* dibuat dari bahan jenis polyethelin yaitu XLPE.

Beberapa sifat isolasi XLPE yaitu :

1. Ketahanan temperatur tinggi
2. Kekuatan mekanis besar
3. Umur relatif bisa lebih lama
4. Bersifat elastis / tidak mudah retak
5. Kerapatan jenis kecil
6. Tahan terhadap air, minyak dan zat – zat kimia yang sering terdapat di alam.

Dengan sifat XLPE tersebut maka kabel *twisted* dapat dipergunakan dengan baik pada kondisi daerah kering ataupun basah.

Terdapat 2 jenis konstruksi jaringan distribusi Tegangan Rendah sesuai dengan sistemnya.

1. Konfigurasi fasa 3 menggunakan kabel Pilin (*twisted cable*) dengan 3 penghantar fasa + 1 netral.
2. Konfigurasi fasa 2 menggunakan kabel Pilin (*twisted cable*) dengan 2 penghantar fasa + 1 netral atau penghantar BC atau AAAC.

Kedua sistem tersebut berdiri pada tiang sendiri atau di bawah Saluran Udara Tegangan menengah (*underbuilt*). Radius pelayanan jaringan lebih kurang 300 meter dan tingkat tegangan pelayanan dibatasi + 5 % dan – 10 %

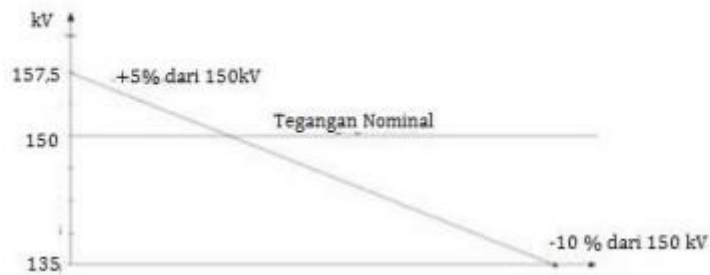
2.6 Pengertian Drop Tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besarnya jatuh tegangan dinyatakan baik dalam persen atau dalam besaran Volt. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas-batas tertentu dengan hanya menghitung besarnya tahanan masih dapat dipertimbangkan, namun pada sistem jaringan khususnya pada sistem tegangan menengah masalah induktansi dan kapasitansinya diperhitungkan karena nilainya cukup berarti.

Tegangan jatuh secara umum adalah tegangan yang digunakan pada beban. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh V pada penghantar semakin besar jika arus I di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar R_l semakin besar pula. Tegangan jatuh merupakan penanggung jawab terjadinya kerugian pada

penghantar karena dapat menurunkan tegangan pada beban. Akibatnya hingga berada di bawah tegangan nominal yang dibutuhkan.

Sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan oleh Permen ESDM No. 03 Tahun 2007 dan PLN (SPLN), perancangan jaringan dibuat agar jatuh



Gambar 2. 12 Toleransi Tegangan

tegangan di ujung diterima 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik (R) dan reaktansi (X).

2.7 Penyebab Drop Tegangan

Penurunan tegangan tersebut tergantung pada dua hal, yaitu :

- 1) Aliran arus melalui kabel - semakin tinggi arus, semakin besar tegangan *drop*.
- 2) Impedansi konduktor - semakin besar impedansi, semakin besar tegangan *drop*.

Impedansi kabel merupakan fungsi dari ukuran kabel (luas penampang) dan panjang kabel. Umumnya produsen kabel akan melampirkan data kabel yang diproduksinya seperti nilai resistansi kabel dan reaktansi kabel dalam satuan Ω / km .

Rumus Voltage Drop Besarnya jatuh tegangan yang terjadi pada penghantar dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta V = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

Dimana :

V_s = Tegangan Kirim (Volt)

V_r = Tegangan Terima (Volt)

Besarnya jatuh tegangan pada suatu jaringan dipengaruhi oleh hambatan, arus, dan jarak. Semakin besar nilai arus, hambatan, dan jarak, maka semakin besar jatuh tegangannya. Dapat diketahui bahwa I adalah beban dalam ampere, R adalah resistansi pada penghantar dengan satuan Ohm/km, dan X adalah reaktansi pada penghantar dalam Ohm/km. Jika diketahui jarak atau panjang saluran (L) dengan satuan km, maka jatuh tegangan pun dapat dicari dengan rumus berikut : Untuk menghitung besarnya nilai jatuh tegangan dalam (ΔV) dapat dilakukan menggunakan persamaan dan untuk menghitung besarnya jatuh tegangan dalam presentase dapat dilakukan menggunakan rumus (Kasim, 2013):
(3.3) V_r = Tegangan Terima V_s = Tegangan Kirim.

Jatuh tegangan phasor V_d pada suatu penghantar yang mempunyai impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dijabarkan dengan rumus :

$$V_d = I \cdot Z$$

Dalam pembahasan ini yang dimaksudkan dengan jatuh tegangan (ΔV) adalah selisih antara tegangan kirim (V_k) dengan tegangan terima (V_T), maka jatuh tegangan dapat didefinisikan adalah :

$$\Delta V = (V_k) - (V_T)$$

Karena adanya resistansi pada penghantar maka tegangan yang diterima konsumen (V_r) akan lebih kecil dari tegangan kirim (V_s), sehingga tegangan

jatuh (*V drop*) merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end)

$$Vr = \frac{Vs - Vr}{Vr} \times 100\%$$

dan tegangan pada ujung penerimaan (*receiving end*) tenaga listrik. Tegangan jatuh relatif dinamakan regulasi tegangan VR (*voltage regulation*) dan dinyatakan oleh rumus :

Dimana :

V_s = tegangan pada pangkal pengiriman

V_r = tegangan pada ujung penerimaan

Untuk menghitung jatuh tegangan, diperhitungkan reaktansinya, maupun faktor dayanya yang tidak sama dengan satu, maka berikut ini akan diuraikan cara perhitungannya.

Dalam penyederhanaan perhitungan, diasumsikan bebannya merupakan beban fasa tiga yang seimbang dan faktor dayanya ($\cos \phi$) antara 0,6 s/d 0,85 tegangan dapat dihitung berdasarkan rumus pendekatan hubungan sebagai berikut:

$$(\Delta V) = I (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) L$$

Dimana :

I = Arus beban (Ampere)

R = Tahanan rangkaian (Ohm)

X = Reaktansi rangkaian (Ohm)

L = Panjang penghantar (m)

2.8 Memperbaiki Nilai Tegangan

Dari penjelasan penyebab *drop* tegangan ada beberapa metode untuk memperbaiki tegangan, sebagai berikut :

- 1) Menekan timbulnya rugi daya dengan mengubah ukuran penghantar ke ukuran yang lebih besar dan pemilihan konduktor dengan tahanan yang kecil.
- 2) Memperbaiki faktor daya dengan cara penambahan kapasitor bank. Dengan metode tersebut, nilai rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan listrik dapat direduksi.

2.9 Daya Listrik

Daya listrik adalah besarnya laju hantaran energi listrik yang terjadi pada suatu rangkaian listrik. Dalam satuan internasional daya listrik adalah **W** (*Watt*) yang menyatakan besarnya usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan untuk mengalirkan arus listrik tiap satuan waktu **J/s** (*Joule/detik*). Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik

$$P = \frac{W}{t}$$

Keterangan :

P = Daya (W)

W = Usaha (J)

t = Waktu (s)

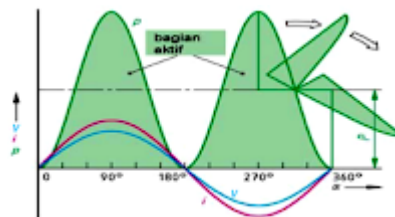
2.9.1 Macam-Macam Daya Pada Listrik Arus Bolak-Balik

Dalam listrik bolak-balik terdapat tiga jenis daya yaitu :

2.9.1.1 Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang sesungguhnya dibutuhkan oleh beban. Satuan daya aktif adalah **W** (Watt) dan dapat diukur dengan menggunakan alat ukur listrik *Wattmeter*.

Daya Aktif pada beban yang bersifat resistansi (**R**), dimana tidak mengandung induktor grafik gelombang tegangan (**V**) dan arus se fasa, sehingga besar daya sebagai perkalian tegangan dan arus menghasilkan dua gelombang yang keduanya bernilai positif. besarnya daya aktif adalah P. Sisa puncak dibagi menjadi dua untuk mengisi celah-celah kosong sehingga kedua rongga terisi oleh dua puncak yang mengisinya.



Gambar 2. 13 P Pada Beban Yang Bersifat Resistansi

Persamaan Daya aktif (**P**) pada beban yang bersifat resistansi :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{1}{2} \times P_m \\
 &= \frac{1}{2} \times V_m \times I_m \\
 &= \frac{1}{2} \sqrt{2} \times V \sqrt{2} \times I \\
 P &= V \times I
 \end{aligned}$$

Keterangan :

P = Daya Aktif (W)

P_m = Daya maksimum (W)

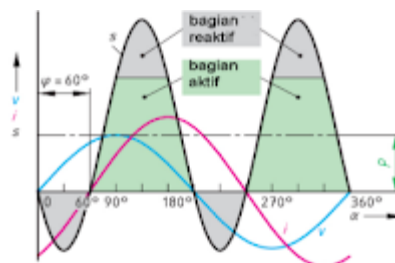
I_m = Arus listrik maksimum (A)

V_m = Tegangan maksimum (V)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A)

Daya aktif pada beban impedansi (Z), beban *impedansi* pada suatu rangkaian disebabkan oleh beban yang bersifat resistansi (R) dan induktansi (L). Maka gelombang mendahului gelombang arus sebesar ϕ . Perkalian gelombang tegangan dan gelombang arus menghasilkan dua puncak positif yang besar dan dua puncak negatif yang kecil. Pergeseran sudut fasa bergantung seberapa besar nilai dari komponen induktor nya.



Gambar 2. 14 P Dengan Beban Impedansi

Persamaan *daya aktif* (P) pada beban yang bersifat impedansi :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Kerangan :

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

$\cos \phi$ = Faktor daya

2.9.1.2 Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet atau daya yang ditimbulkan oleh beban yang bersifat induktif. Satuan daya reaktif adalah **VAR** (Volt.Amper Reaktif). Untuk menghemat daya reaktif dapat dilakukan dengan memasang kapasitor pada rangkaian yang memiliki beban bersifat induktif. Hal serupa sering dilakukan pada pabrik-pabrik yang menggunakan motor banyak menggunakan beban berupa motor-motor listrik.

Persamaan daya reaktif :

$$1 \text{ fasa } Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

$$3 \text{ fasa } Q = \sqrt{3} V \cdot I \cdot \sin \phi$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

$\sin \phi$ = Faktor reaktif

2.9.1.3 Daya Semu (S)

Daya semu adalah daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan dan arus listrik. Daya nyata merupakan daya yang diberikan oleh PLN kepada konsumen. Satuan daya nyata adalah **VA** (Volt.Ampere).

Beban yang bersifat daya semu adalah beban yang bersifat resistansi (**R**), contoh : lampu pijar, setrika listrik, kompor listrik dan lain sebagainya. Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistansi tidak dapat

dihemat karena tegangan dan arus listrik se fasa perbedaan sudut fasa adalah 0° dan memiliki nilai faktor daya adalah 1. Berikut ini persamaan daya semu :

$$1 \text{ fasa } S = V \times I$$

$$3 \text{ fasa } S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

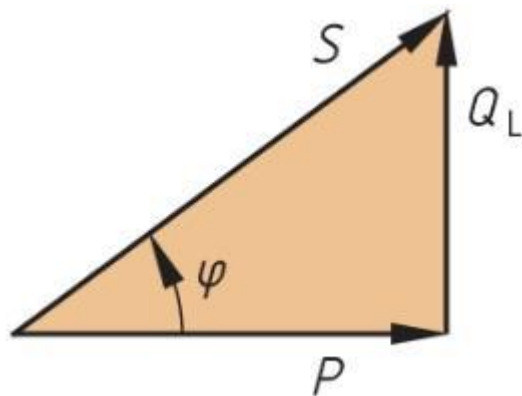
Keterangan :

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

2.9.1.4 Segitiga Daya



Gambar 2. 15 Segitiga Daya

Daya aktif (**P**) digambarkan dengan garis horizontal yang lurus. Daya reaktif (**Q**) berbeda sudut sebesar 90° dari daya aktif. Sedangkan daya semu (**S**) adalah hasil penjumlahan secara vektor antara daya aktif dengan daya reaktif. Jika mengetahui dua dari ketiga daya maka dapat menghitung salah satu daya yang belum diketahui dengan menggunakan persamaan berikut :

P = Daya aktif.

$$P^2 = S^2 - Q^2$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

Q = Daya reaktif.

$$Q^2 = S^2 - P^2$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

S = Daya semu.

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$