

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

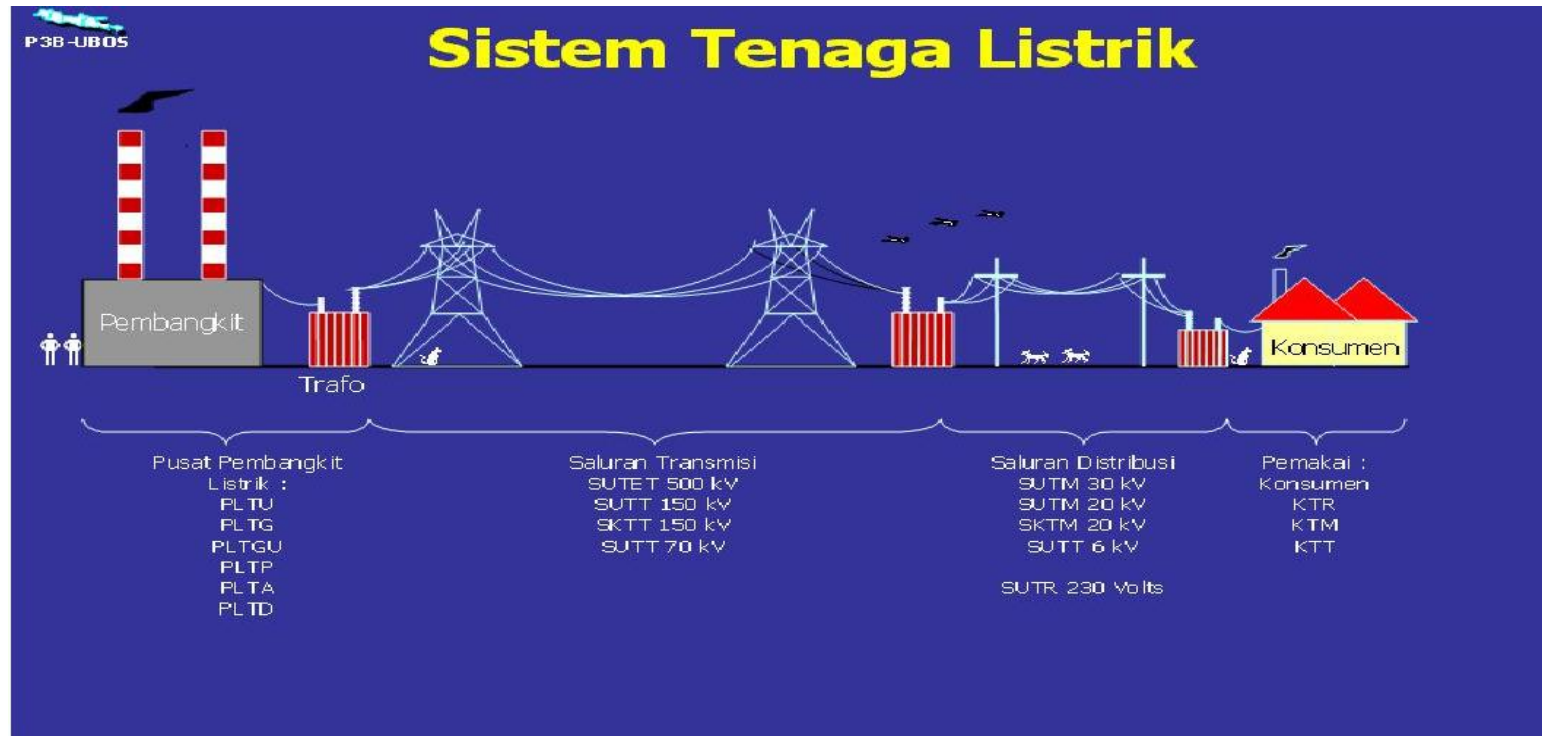
2.1 Landasan Teori

2.1.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi merupakan rangkaian komponen dalam sistem tenaga listrik yang mencakup seluruh proses penyaluran daya, mulai dari sumber energi utama hingga sampai ke pelanggan akhir. Energi listrik yang dihasilkan di pusat pembangkit terlebih dahulu dinaikkan tegangannya menggunakan transformator step-up untuk kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi. Energi tersebut diteruskan menuju gardu induk dengan menggunakan menara transmisi (transmission tower).

Saluran transmisi ini umumnya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET). Di gardu induk, tegangan listrik kemudian diturunkan menggunakan transformator step-down menjadi tegangan menengah (TM) atau tegangan distribusi primer sebesar 20 kV. Selanjutnya, energi listrik dialirkan ke gardu distribusi melalui tiang besi jaringan tegangan menengah (JTM), sebelum akhirnya diturunkan lagi menjadi tegangan rendah (TR) atau tegangan sekunder 380/220 Volt.

Tegangan rendah tersebut kemudian disalurkan ke pelanggan melalui sambungan rumah dan diukur menggunakan alat pengukur serta pembatas daya yang dikenal sebagai kWh meter. Seluruh rangkaian proses ini dirancang untuk memastikan penyaluran energi listrik berlangsung secara efisien, aman, dan andal hingga ke pengguna akhir



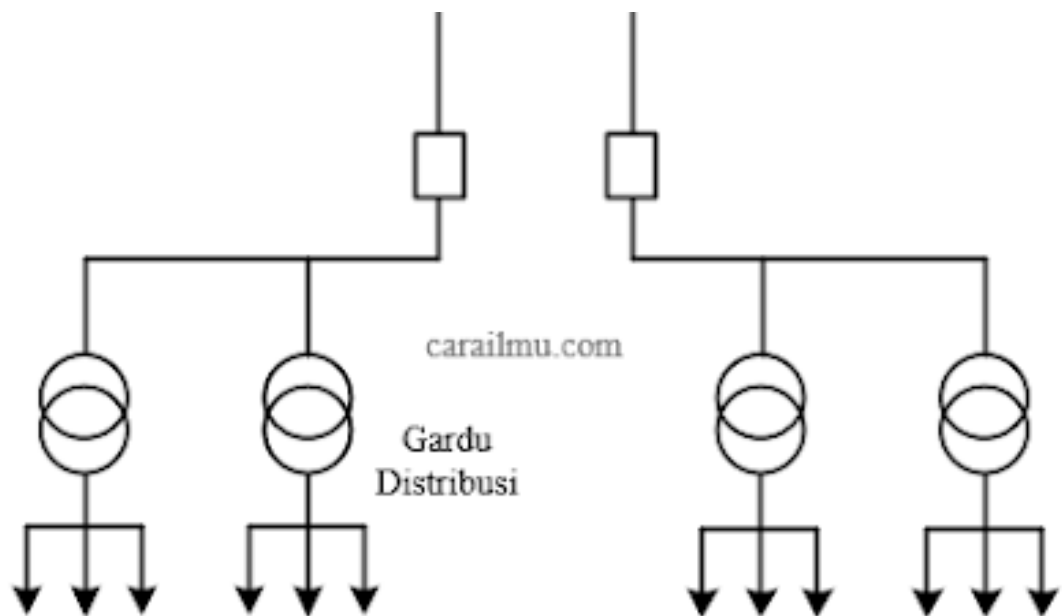
Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik

2.1.1.1 Jaringan Tegangan Menengah

Jaringan Tegangan Menengah merupakan saluran kabel tegangan menengah (SKTM) atau saluran udara tegangan menengah (SUTM). System distribusi ini menghubungkan trafo daya di gardu induk menuju gardu distribusi berdasarkan tegangan yang disalurkan Adalah, 6 kV, 12 kV atau 20 kV. Jaringan tegangan menengah dikelompokkan menjadi antara lain :

a. Jaringan Radial

Sistem distribusi dengan pola radial merupakan sistem yang paling dasar dan hemat biaya. Dalam jenis sistem ini, ada beberapa penyulang yang memberikan pasokan ke beberapa gardu distribusi, namun penyulang-penyulang tersebut tidak saling terhubung satu sama lain. Kekurangan dari jenis jaringan ini adalah jika jalur utama pasokan terputus, maka semua penyulang akan kehilangan daya. Selain itu, kualitas tegangan pada gardu distribusi yang paling jauh kurang memuaskan, hal ini disebabkan oleh besarnya kerugian yang terjadi di saluran.



Gambar 2.2 Skema Jaringan Radial

b. Jaringan Loop

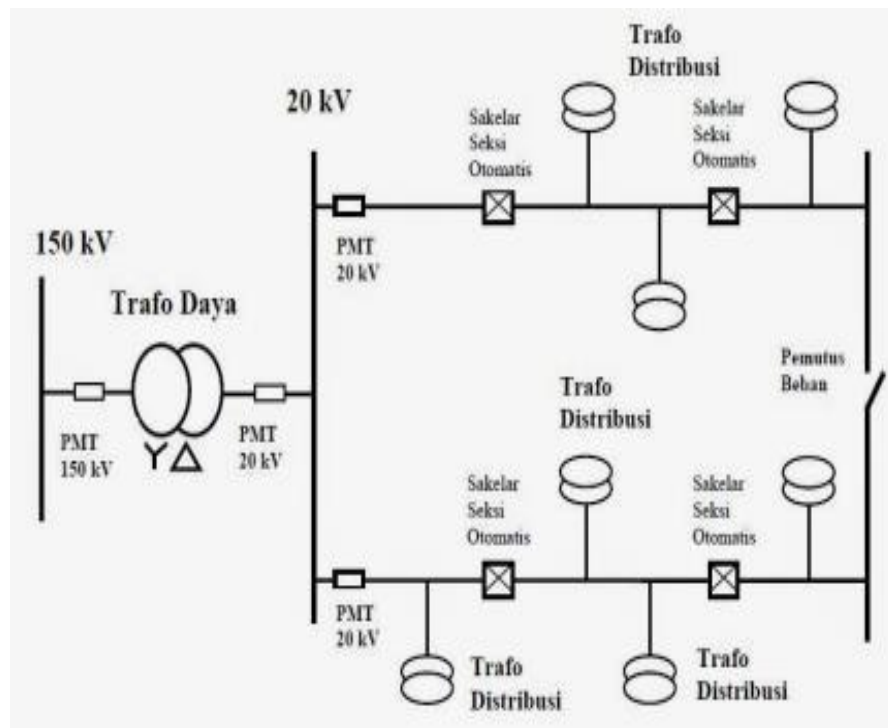
Sistem loop adalah metode untuk meminimalkan gangguan daya yang disebabkan oleh masalah, dengan merancang fider sebagai loop dengan menghubungkan kedua ujung jalur. Ini mengakibatkan penggunaan dapat menerima aliran energi dari dua sisi. Apabila pasokan dari satu sisi terganggu, penggunaan tersebut akan terhubung ke pasokan dari sisi yang lain. Sistem Loop terbagi atas dua bagian, yaitu:

➤ Loop Terbuka (Open Loop)

Dalam sistem loop terbuka, bagian-bagian fider terhubung melalui pemisah, dan kedua ujung fider terhubung dengan sumber energi. Di lokasi tertentu pada fider, pemisah dibiarkan dalam kondisi terbuka. Pada dasarnya, sistem ini terdiri dari dua fider yang dipisahkan oleh alat pemisah yang berupa LBS atau Recloser. Jika terjadi gangguan, bagian dari saluran fider yang mengalami masalah dapat diputus sambungannya dan terhubung kembali ke fider yang tidak terganggu. Sistem seperti ini umumnya dioperasikan secara manual dan digunakan di jaringan yang relatif kecil.

➤ Loop Tertutup (Closed Loop)

Pada sistem loop tertutup, diperoleh tingkat keandalan yang lebih baik. Dalam sistem ini, alat pemisah biasanya berupa LBS yang lebih mahal. LBS tersebut dioperasikan oleh relai yang membuka saklar daya di setiap ujung bagian saluran yang terganggu, sehingga bagian fider yang terpisah tetap dalam keadaan berenergi. Sistem loop tertutup ini cocok digunakan untuk jaringan yang disuplai dari satu gardu induk, yang memerlukan sistem perlindungan yang lebih rumit dibandingkan biasanya dengan menggunakan relai arah. Sistem ini memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi dibandingkan sistem lainnya. Sistem Loop dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Skema Jaringan Loop

2.1.1.2 Jaringan Tegangan Rendah

Jaringan Tegangan Rendah (JTR) adalah jaringan yang terhubung langsung dengan pengguna listrik. Di dalam sistem JTR, tegangan distribusi primer 11/20 kV diturunkan menjadi tegangan rendah 380/220 V.

Proses distribusi daya listrik pada JTR dapat dibagi menjadi dua bagian sebagai berikut:

a. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

Tipe penghantar yang digunakan adalah kabel yang tidak memiliki isolasi, seperti kabel AAAC dan ACSR.

b. Saluran Kabel Udara Tegangan Rendah (SKUTR)

Jenis penghantar yang dipakai Adalah kabel berisolasi seperti Low Voltage Twisted Cable (LVTC). Ukuran kabel LVTC Adalah 3x35 mm + 1x50 mm, atau 3x50 mm + 1x70 mm, atau 3x70 mm + 1x70 mm.

Jaringan distribusi sekunder atau jaringan tegangan rendah (JTR) dan sambungan rumah (SR) merupakan system sekunder. Jaringan tegangan rendah

Adalah bagian hilir dari suatu system jaringan tenaga Listrik yang terdekat dengan pengguna. Jaringan tegangan rendah dimulai dari gardu distribusi step down. Saluran sekunder pada saluran tiga fasa biasanya terdiri dari empat kabel, yaitu tiga kawat fasa dan satu kawat netral.

Pada umumnya suatu saluran tegangan rendah merupakan saluran udara dengan menggunakan kawat telanjang dari tembaga atau aluminium sebagai penghantar. Saluran untuk para pemakai rumah tangga disambung pada saluran tegangan rendah dengan dua kawat (untuk satu fasa) atau empat kawat (untuk tiga fasa).

2.1.2 Aset – Aset Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi tenaga Listrik sebagai alat produksi berfungsi untuk mengalirkan Listrik dari sumbernya menuju ke titik pemakaian oleh pelanggan. Pengelompokan aset jaringan distribusi perlu mempertimbangkan beberapa factor terkait dengan berbagai aspek dan keperluan aset manajemen masa depan, yang menggunakan aset distribusi dimulai dari kubikel TM Out Going penyulang system tegangan menengah yang dicatat sebagai fasilitas gardu induk 20 kV. Pengelompokan aset berdasarkan standar konstruksi jaringan menjadi acuan bagi petugas lapangan. Aset dibagi kedalam 4 kelompok besar yaitu penghantar, gardu distribusi, tiang dan peralatan jaringan dengan konstruksi yang telah dibakukan.

1. Penghantar

Dalam penggunaan penghantar pada system jaringan listrik tentunya berfungsi untuk menghantarkan arus Listrik dari satu titik ke titik yang lain. Dalam memilih jenis penghantar yang akan digunakan, kabel atau kawat yang digunakan harus memiliki sifat-sifat seperti, memiliki konduktivitas yang sangat baik, memiliki ketahanan tarik yang kuat, memiliki densitas yang rendah, memiliki tingkat kelenturan yang tinggi, tidak mudah patah, dan biaya yang murah. Jenis-jenis bahan konduktor yang digunakan adalah kabel logam standar atau kabel logam yang tersusun dari beberapa campuran.

Tabel.2.1 Tipe Jaringan

Tipe Jaringan	Material Umum	Deskripsi Teknis
SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah)	ACSR (<i>Aluminum Conductor Steel Reinforced</i>) atau AAAC (<i>All Aluminum Alloy Conductor</i>).	Konduktor telanjang atau berisolasi parsial, memiliki kuat hantar arus (KHA) tinggi, tahan korosi, dan memiliki inti baja (pada ACSR) untuk kekuatan mekanis ekstra guna menahan rentangan panjang. Tegangan operasi tipikal 20 kV.
SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah)	A3CS (<i>Aerial Bundled Conductor/Twisted Cable</i>).	Kabel berisolasi penuh, terdiri dari tiga fasa dan satu netral yang terpilin menjadi satu berkas. Isolasi polietilen silang (XLPE) untuk mencegah sentuhan langsung dan mengurangi risiko hubungan singkat. Tegangan operasi tipikal 220/380 V.
SKTM/SKTR (Saluran Kabel Tanah Menengah/Rendah)	NA2XSEBY (untuk TM) atau NYY (untuk TR).	Kabel berisolasi XLPE yang ditanam di bawah tanah. Memiliki perisai pelindung (shield) dan selubung luar yang kuat untuk menahan tekanan mekanis dan kelembaban tanah.

2. Tiang

Tiang listrik merupakan salah satu komponen utama dari konstruksi jaringan distribusi dengan saluran udara. Tiang diperlukan sebagai entitas tersendiri dengan pertimbangan sebagai berikut.

- Tiang sebagai support/penunjang terpisah dengan penghantar, bukan termasuk kelompok asset yang menghantarkan tenaga listrik.
- Tiang memiliki fungsi ganda, satu tiang dapat mensupport JTM, JTR dan Gardu sekaligus

- Tiang memiliki peran sebagai penambat (anchor) posisi geografis dalam peta SIG.

a. Jenis Tiang

Tiang listrik yang umum digunakan dalam jaringan distribusi adalah tiang Beton dan Tiang Besi.

- Tiang Beton

Tiang jenis ini memiliki keunggulan berumur panjang karena tahan terhadap pelapukan, korosi, dan cuaca ekstrem. Sangat kokoh dan stabil, tidak mudah melengkung, ideal untuk menopang beban berat dan tegangan tinggi.

Namun tiang beton memiliki kekurangan berupa sangat berat, sehingga membutuhkan alat berat khusus dalam transportasi dan pemasangannya. Tiang beton cenderung lebih mahal dari pada tiang besi.

- Tiang Besi

Tiang jenis ini memiliki keunggulan lebih ringan dibandingkan tiang beton, memudahkan transportasi dan pemasangan. Lebih fleksibel.

Tiang jenis ini memiliki kekurangan rentan terhadap korosi jika lapisan pelindung rusak. Umur pakai lebih pendek dari pada tiang beton, dan kekuatan dapat menurun jika terjadi korosi.

b. Standar Penomoran Tiang

PT. PLN memiliki standar penomoran tiang yang unik untuk mempermudah identifikasi, inventarisasi, dan penanganan gangguan. Meskipun formatnya bisa bervariasi antar daerah dan dari waktu ke waktu, secara umum penomoran tiang mengandung informasi sebagai berikut :

- Kode Penyulang (Feeder) : Menunjukkan nama atau kode jalur suplai listrik berasal dari Gardu Induk (GI) atau Penyulang tertentu.
- Kode Arah : A (Utara), B (Timur), C (Selatan), D (Barat)
- Nomor Urut Tiang : Angka urut tiang di sepanjang jalur penyulang tersebut, dimulai dari tiang awal hingga tiang akhir.

Contoh : T.OKA.B001

T : Tiang

OKA : Penyulang Oka

B : Arah Timur

001 : Urutan tiang

Tujuan dari penomoran tiang itu sendiri adalah untuk mempermudah petugas mengetahui lokasi pasti asset, dan memungkinkan masyarakat atau petugas melaporkan gangguan listrik pada tiang tertentu secara akurat.

3. Gardu Distribusi

Gardu distribusi memiliki tugas untuk menyalurkan energi yang diterima dari jaringan utama kepada konsumen melalui jaringan yang lebih kecil. Gardu distribusi merupakan struktur dari transformator yang menyediakan pasokan listrik bagi para pengguna, baik dengan voltase menengah maupun rendah. Fungsi dari gardu distribusi adalah untuk mengurangi voltase dari layanan yang lebih tinggi menjadi voltase dari layanan yang lebih rendah. Distribusi energi dilakukan dengan memanfaatkan gardu distribusi memanfaatkan sistem 3 fasa untuk jaringan tegangan menengah (JTM) serta jaringan tegangan rendah (JTR) dengan transformator 3 fasa dengan kapasitas yang besar. Jaringan tegangan rendah ditarik dari bagian sekunder transformator yang selanjutnya disalurkan pada pelanggan. Konstruksi gardu distribusi dikonsep menurut optimalisasi dan maksud serta tujuan penggunaannya yang kadang kala perlu disetarakan dengan peraturan pemda setempat.

Pembangunan gardu distribusi terdiri dari :

Menurut Jenis Pemasangannya :

1. Gardu pasangan luar dimana semua instalasi listriknya tahan air (gardu portal atau gardu cantol)
2. Gardu pasangan dalam, dimana instalasinya tidak kedap air (gardu beton atau gardu kios)

Berdasarkan konstruksinya gardu distribusi dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Gardu Beton

Gardu beton merupakan jenis gardu distribusi yang dilengkapi dengan bangunan pelindung berbahan dasar beton. Gardu ini termasuk dalam kategori gardu jenis pasang dalam, karena seluruh peralatan seperti penghubung/pemutus, pemisah, serta transformator distribusi umumnya ditempatkan di dalam struktur bangunan beton. Desain konstruksi ini dirancang untuk memenuhi standar keselamatan ketenagalistrikan secara optimal, sehingga mampu memberikan perlindungan maksimal terhadap peralatan maupun lingkungan sekitar. Bentuk pemasangan gardu distribusi jenis beton seperti di tunjukan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gardu Beton

2. Gardu Kios

Gardu jenis ini merupakan bangunan yang dibuat menggunakan material konstruksi seperti baja, fiberglass, atau kombinasi keduanya, dan dapat dirakit langsung di lokasi pembangunan gardu distribusi. Jenis gardu ini umumnya digunakan pada area yang tidak memungkinkan atau tidak memenuhi persyaratan teknis untuk pembangunan gardu beton. Karena memiliki karakteristik mobilitas yang tinggi, kapasitas transformator distribusi yang dapat dipasang pada gardu ini bersifat terbatas, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Gardu Kios

3. Gardu Tiang

Gardu Jenis Tiang terdiri atas :

a. Gardu Portal

Gardu Portal merupakan salah satu gardu distribusi yang bangunan perlindungannya terbuat dari tiang. Gardu sistrtem tersebut secara keseluruhan instalasinya di pasang pada dua buah tiang. Transformator distribusi ini berada di puncak tiang, sehingga gardu tiang hanya bisa menyediakan daya listrik dalam jumlah terbatas. Hal ini karena transformator tersebut cukup berat, sehingga tidak memungkinkan untuk menempatkan transformator berkapasitas besar di puncak tiang (sekitar 5

meter dari permukaan tanah). Gardu portal adalah jenis gardu listrik terbuka (outdoor) dengan struktur tiang atau menara, di mana posisi transformator setidaknya 3 meter di atas platform, seperti yang terlihat dalam gambar 2.6.



Gambar 2.6 Gardu Portal

b. Gardu Cantol

Gardu cantol merupakan jenis gardu trafo yang seluruh instalasinya ditempatkan pada satu tiang. Transformator yang digunakan adalah tipe Completely Self Protected Transformer (CSP), yang memiliki peralatan switching dan sistem pelindung yang telah terpasang secara menyeluruh di dalam tangki transformator. Perangkat perlindungan tambahan untuk transformator, yaitu LA (Lightning Arrester), dipasang terpisah dan memiliki penghantar pembumian yang terhubung langsung dengan badan transformator. Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) maksimum 2 jurusan pemisah pada sisi masuk dan pengaman lebur (type

NH, NT) sebagai pengaman jurusan, seperti pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Gardu Portal

4. Isolator dan Aksesoris lain

a. Isolator

Isolator merupakan alat listrik yang memiliki peran dalam isolasi penghantar atau konduktor. Berdasarkan manfaatnya, isolator mampu menahan bobot kawat penghantar atau konduktor, memperhitungkan sudut serta jarak di antara konduktor, dan juga penahanan perubahan kawat penghantar yang disebabkan oleh angin dan temperatur.

Adapaun jenis-jenis isolator dalam jaringan distribusi :

1. Isolator Tumpu (Pin Type Insulator)

Digunakan pada tiang-tiang lurus (tangent pole) atau susut kecil (biasanya $\leq 5^\circ$) dan hanya mampu menahan beban vertical (berat kawat) dan gaya Tarik yang minimal. Konduktor diikat di bagian atas isolator.



Gambar 2.8 Isolator tumpu

2. Isolator Tarik / Gantung (Suspension / Stain Type Insulator)

Dipasang pada tiang-tiang sudut besar, tiang akhir (dead-end pole), atau tiang penengah. Dirancang khusus untuk menahan gaya tarik (tegangan) horizontal kawat yang tinggi. Isolator jenis ini terdiri dari serangkaian piringan (disc) yang digandeng (string), dimana jumlah piringan disesuaikan dengan tegangan sistem.



Gambar 2.9 Isolator Tarik

b. Fuse Cut Out

Fuse Cut Out (FCO) atau kadang disebut pemutus beban bersekring, adalah alat proteksi yang umum digunakan pada jaringan distribusi listrik udara Tegangan Menengah (20 kV).

FCO berfungsi melindungi transformator distribusi dan saluran kawat dari kerusakan akibat arus hubung singkat (short circuit) atau beban lebih (over load) yang parah.

FCO juga berfungsi sebagai saklar yang dapat dibuka secara manual (dengan menggunakan tongkat isolasi atau hook stick 20 kV) untuk mengisolasi trafo atau sebagai jaringan saat dilakukan pemeliharaan, tanpa perlu memadamkan seluruh penyulang atau jalur.



Gambar 2.10 Fuse Cut Out

c. Lightning Arrester

Sering juga disebut Surge Arrester, adalah perangkat proteksi kritis dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi melindungi peralatan mahal seperti transformator dari lonjakan tegangan (overvoltage) yang sangat tinggi dan tiba-tiba.



Gambar 2.11 Lightning Aresster

2.1.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

a) Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan data spasial. SIG merupakan sistem berbasis komputer yang berfungsi untuk mengelola dan menyimpan data serta informasi geografis. Menurut Stanley Aronoff (1989), SIG dimanfaatkan untuk melakukan proses pemasukan (*capturing*), penyimpanan, pemeriksaan, integrasi, manipulasi, analisis, serta penyajian data yang berkaitan dengan informasi geospasial. Secara umum, SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis berbagai objek maupun fenomena yang memiliki karakteristik lokasi geografis sebagai komponen utama dan krusial dalam proses analisis.

Sebagian besar data SIG berupa data spasial yang berorientasi geografis dan memiliki koordinat sebagai dasar referensi dan memuat informasi spasial atau lokasi dan atribut atau informasi deskriptif.

b) Peran GIS dalam pendataan aset PT.PLN (Persero)

GIS dalam pendataan aset PT. PLN (Persero) berfungsi untuk memetakan lokasi dan kondisi aset seperti tiang listrik, gardu, dan kabel secara digital, mempermudah pemantauan, perencanaan jaringan baru, manajemen pemeliharaan, serta analisis gangguan dan risiko bencana untuk meningkatkan keandalan dan pelayanan listrik kepada masyarakat.

Berikut adalah peran GIS dalam pendataan aset PLN :

- Pemetaan Infrastruktur Listrik

Gis membuat peta digital yang menampilkan lokasi pasti dari setiap aset PLN, seperti gardu induk, JTM, aksessoris, tiang, trafo, JTR, tiang TR only, SR dan APP. Sehingga memudahkan pengawasan dan pemantauan kondisi aset.

- Perencanaan Jaringan

GIS membantu dalam analisis data geografis untuk merencanakan pembangunan jaringan listrik baru, seperti kepadatan penduduk dan

topografin untuk memastikan pembangunan yang efisien dan tepat sasaran.

- Manajemen dan Pemeliharaan

Dengan peta yang dihasilkan GIS, PT. PLN (Persero) dapat mengidentifikasi aset yang membutuhkan pemeliharaan, menjadwalkan perawatan secara efisien berdasarkan data historis dan prediksi kondisi, serta mengelola aset secara keseluruhan.

- Analisis Gangguan dan Bencana

GIS memungkinkan analisis untuk mengidentifikasi lokasi gangguan listrik dengan cepat, memetakan area rawan bencana, dan meng-overlay data risiko bencana dengan data aset PLN untuk memprioritaskan upaya peningkatan keandalan jaringan saat bencana

- Pengambilan Keputusan

GIS menyajikan data dalam bentuk visual yang mudah dipahami (peta, diagram), sehingga membantu manajemen PT. PLN (Persero) dalam membuat keputusan yang lebih baik dan berbasis data akurat mengenai pengelolaan aset dan operasi jaringan.

A. Jenis Data Sistem Informasi Geografis

Data yang digunakan dalam SIG adalah data geografis. Data geografis meliputi;

1) Data Spasial

Merupakan data sistem informasi yang terpaut dimensi ruang. Data spasial menunjukkan tempat atau lokasi geografis suatu objek di atas permukaan bumi. Data spasial diperoleh dari peta tradisional, gambar udara, citra dari satelit, survei lapangan, dan pengukuran menggunakan Sistem Pemosisian Global (GPS). Secara umum, format data spasial bisa dibagi menjadi format analog dan digital.

Data ini berkaitan dengan lokasi, bentuk dan hubungan obyek obyek lainnya. Contoh informasi lokasi yang umum adalah informasi lintang dan bujur (koordinat).

Data spasial merupakan komponen penting dalam GIS, dimana data tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber yang ada yakni:

a) Peta Analog

Ini adalah peta yang dicetak, biasanya dibuat menggunakan teknik pemetaan, yang kemungkinan besar memiliki referensi spasial seperti koordinat, ukuran, dan arah. Dalam fase Sistem Informasi Geografis untuk kebutuhan data, peta fisik diubah menjadi peta digital dengan mengubah format raster ke format vektor melalui proses digitalisasi, sehingga dapat menunjukkan koordinat yang akurat di lapangan.

b) Data Sistem Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh mencakup berbagai jenis seperti gambar satelit, foto udara, dan lainnya, yang merupakan sumber informasi utama bagi SIG karena dapat diakses secara rutin dan menjangkau wilayah tertentu. Data ini umumnya disajikan dalam bentuk raster. Di mana data raster adalah informasi yang digambarkan dengan struktur grid (sel) atau piksel, di mana setiap piksel mewakili satu nilai.

c) Data Hasil Pengukuran Lapangan

Informasi yang diperoleh berdasarkan metode penghitungan tertentu, biasanya data ini adalah sumber dari atribut, seperti, batas administratif, batas kepemilikan tanah, dan sebagainya.

d) Global Positioning System (GPS)

Teknologi GPS menghadirkan inovasi penting dalam penyediaan informasi untuk SIG. Tingkat akurasi pengukuran GPS semakin meningkat seiring dengan kemajuan teknologi. Data ini biasanya disajikan dalam bentuk data vektor.

Data vektor merupakan tipe data GIS yang paling sering digunakan. Sebagian besar informasi yang diinput ke dalam program perangkat lunak GIS umumnya berbentuk data vektor. Data vektor menggambarkan informasi geografis yang diwakili sebagai titik, garis, atau poligon. Titik data umumnya digunakan untuk merepresentasikan fitur-fitur yang

letaknya terpisah satu sama lain serta untuk menggambarkan data diskrit. Titik memiliki dimensi nol, oleh karena itu tidak dapat mengukur Panjang atau luas dengan Kumpulan data ini.

- Garis Data garis ditujukan dalam mewakili fitur linier. Contoh umum Adalah Sungai, jalan setapak, dan jalan. Fitur garis hanya memiliki satu dimensi dan oleh kaena itu hanya dapat digunakan untuk mengukur Panjang. Fitur garis memiliki titik awal dan titik akhir. Contoh umum Adalah garis Tengah jalan dan hidrologi.
- Luasan/Poligon
Polygon digunakan untuk mewakili area seperti batas kota (pada peta skala besar), hutan, atau danau. Polygon merupakan bidang dua dimensi dan mampu dimanfaatkan dalam pengukuran luas dan keliling geografis.

2) Data Atribut

Data atribut menggambarkan sifat atau kejadian yang ada pada sebuah objek data dalam perannya dan tidak memiliki kaitan dengan lokasi geografis.

Data ini merupakan data yang menjelaskan sifat-sifat data spasial. Contoh informasi atribut yaitu menyangkut jenis, isi, status, nama, dsb.

B. Komponen Sistem Informasi Geografis (GIS)

Pada intinya, sistem informasi geografis terdiri dari elemen-elemen yang terhubung satu sama lain untuk mencapai tujuan tertentu, berdasarkan informasi (data, fakta, situasi, fenomena) yang berhubungan dengan geografi (tempat, spasial, ruang yang posisinya dapat ditentukan) di lapangan (bergeoferensi). Agar bisa berjalan dengan optimal, SIG membutuhkan 4 (empat) komponen, yaitu:

a. Perangkat Keras (Harware)

Perangkat keras yang umum digunakan dalam penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah komputer personal (PC) atau laptop.

b. Perangkat Lunak (Software)

SIG juga adalah sistem perangkat lunak yang dibangun secara modul, di mana data sangat penting. Tiap subsistem diimplementasikan dengan perangkat lunak yang terdiri dari berbagai modul, sehingga perangkat SIG bisa memiliki ratusan modul program yang dapat dijalankan secara mandiri.

c. Data dan Informasi Geografis

SIG mampu mengepul serta menyimpan informasi serta data yang dibutuhkan, baik melalui metode tidak langsung dengan mengimpornya dari perangkat lunak SIG lainnya, maupun melalui metode langsung dengan mendigitalkan data spasial dari peta dan menginput data atributnya dari laporan dan tabel dengan *keyboard*.

d. Manajemen (SDM/*Brainware*)

Sebuah proyek SIG dikatakan mencapai kesuksesan apabila dikelola dengan efektif dan dilaksanakan oleh individu yang memiliki keterampilan yang sesuai di semua level. Struktur atau prosedur yang mendukung memungkinkan terwujudnya pengembangan teknologi serta aplikasi sistem informasi geografis. Organisasi yang dimaksud bisa berupa individu, tim penelitian, struktur organisasi, dan lain-lain yang dapat memberikan atau mendanai biaya baik durasi panjang, menengah, atau pendek.

C. ArcGIS

ArcGIS merupakan sebuah aplikasi untuk sistem informasi geografis yang sangat penting. Pada *ArcGIS*, ada beberapa aplikasi dengan fungsi yang bervariasi. Beberapa di antaranya adalah *ArcReader*, *ArcCatalog*, *ArcMap*, dan *ArcView*. *ArcCatalog* berfungsi dalam mengatur dan mengelola seluruh informasi geografis, termasuk peta, format file data, *geodatabase*, *toolbox* untuk pengolahan geospasial, metadata, dan layanan SIG. *ArcMap* merupakan fitur andalan *ArcGIS* yang mampu dimanfaatkan dalam pemetaan dan pengeditan, dan mampu melakukan *query* dan analisis spasial. *ArcToolbox* adalah kumpulan alat untuk pengolahan geospasial. *ArcGlobe* adalah bagian dari ekstensi *ArcGIS 3D Analyst*, yang mampu melakukan penamilan informasi geografis menggunakan format dinamis 3D.

2.2. Penelitian Relevan

Dalam studi ini, penulis menjalankan analisis pustaka terhadap studi berkaitan dalam menjadikan sebagai acuan. Acuan tersebut bisa berasal dari artikel, jurnal, tesis, atau buku terkait. Beberapa acuan yang berhasil dikumpulkan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Menurut Susi Oktavia Kunang, 2017 Untuk meningkatkan efektivitas dan kualitas pelayanan di PLN (Persero) WS2JB, diperlukan suatu Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mampu mendukung pengelolaan data spasial dan non-spasial secara terintegrasi dalam format digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan SIG yang berfungsi memetakan jaringan distribusi listrik serta lokasi gardu induk di wilayah Kota Palembang. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan prototye menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.2. Melalui sistem ini, lokasi gardu induk dan gardu distribusi dapat divisualisasikan secara akurat pada peta digital. Informasi tersebut diharapkan dapat membantu perusahaan dalam proses identifikasi, pemantauan, serta pengelolaan aset kelistrikan secara lebih efisien dan responsif. Informasi ini akan ditampilkan bersamaan dengan data komponen yang ada di gardu induk, sehingga dapat digunakan untuk menganalisis posisi dan keadaan sistem distribusi energi listrik. Selain itu, ini akan menjadi sumber data yang terpercaya untuk kajian kebijakan dan pengambilan keputusan yang cepat dan efisien dalam menyediakan listrik kepada konsumen di Kota Palembang.
2. Menurut David Wahyud dan rekan-rekannya, 2010, PLN memang memiliki aset yang terletak jauh dari markas besar, sehingga membutuhkan strategi khusus untuk pemeliharannya. Begitu pula dengan PLN UPJ Sleman, yang memiliki aset Jaringan Tegangan Menengah di seluruh daerah Sleman. Seringkali karena posisi salah satu trafo distribusi yang jauh dari kantor pusat, PLN UPJ Sleman baru melakukan perawatan setelah menerima laporan masalah dari pelanggan. Mengingat masalah ini, pemetaan aset jaringan berdasarkan lokasi (SIG) yang terintegrasi dengan sistem pemeliharannya sangat diperlukan. Efisiensi waktu dan tenaga adalah hal yang biasa diharapkan dalam sebuah perusahaan. Setelah semua aset dipetakan sesuai dengan kondisi sebenarnya, pengawasan dapat dilakukan secara terintegrasi tanpa perlu pergi langsung ke lokasi.

3. Menurut Yudi Eko Windarti dan rekan-rekan, pada tahun 2008, PT. PLN (Persero) Area Pelayanan Jaringan Surakarta adalah salah satu bagian dari PT. PLN (Persero) Distribusi yang melayani Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Tugas utamanya adalah menyediakan layanan kelistrikan yang dibutuhkan oleh pelanggan secara langsung di daerah Surakarta. Hingga saat ini, untuk memperoleh informasi tentang posisi gardu, tiang, dan pelanggan, masih dilakukan dengan cara lama, yaitu hanya menggunakan program Microsoft Office Excel tanpa memanfaatkan peta digital. Metode tradisional ini memiliki berbagai kelemahan, seperti penggunaan peta analog yang tidak sesuai dengan kondisi geografi saat ini, seringnya terjadi kesalahan dalam pembacaan data, ketidakmampuan untuk menghasilkan informasi yang tepat, serta kesulitan dalam melakukan update data. Sejalan dengan cepatnya kemajuan teknologi, khususnya dalam bidang teknologi informasi yang mencakup perkembangan perangkat lunak dan perangkat keras, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem informasi yang memanfaatkan peta digital. Penelitian ini dilakukan dalam pemantauan aset-aset milik PT. PLN (Persero), yang mencakup pelanggan, gardu, dan lokasi tiang.

Tabel 2.2 Penelitian yang Relevan

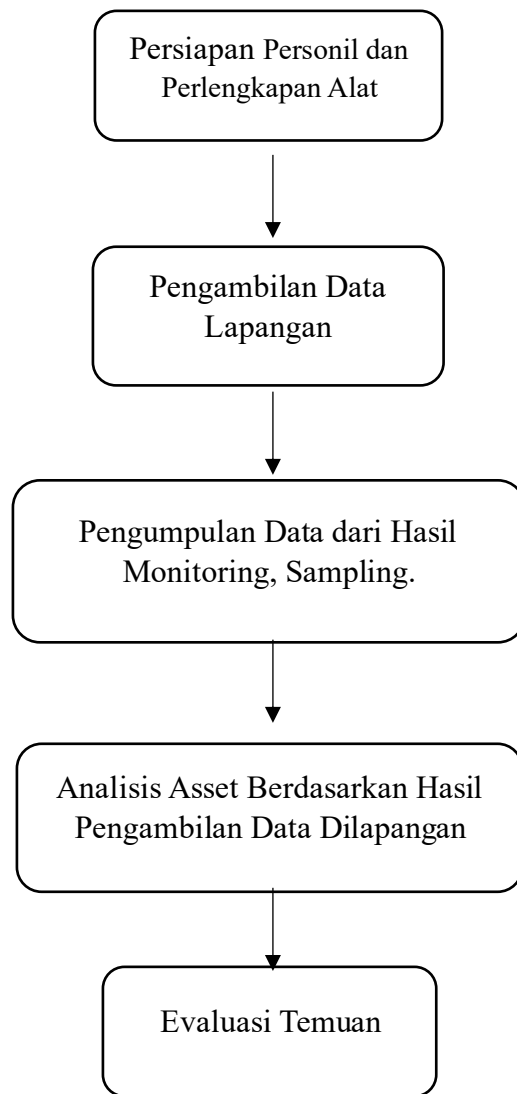
No	Judul (Tahun)	Permasalahan	Metodologi	Temuan	Celah Penelitian
1.	“Sistem Informasi Geografis Jaringan Distribusi dan Gardu Induk PLN di Kota Palembang” (2017)	PT.PLN (Persero) WS2JB dalam upaya menjaga kepuasan pelanggan dalam penyaluran listrik masih menghadapi masalah saat ini akibat lambatnya	Studi ini menerapkan metode pengembangan sistem informasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode <i>Prototyping</i> .	Hasil dari pemetaan itu bisa menunjukkan tempat Gardu induk, Gardu Distribusi PT.PLN (Persero)WS2JB di area kota Palembang yang	Hasil dari pemetaan itu bisa menunjukkan tempat Gardu induk, Gardu Distribusi PT.PLN (Persero)WS2JB di area kota Palembang

		perbaikan yang memerlukan waktu yang cukup lama. Keterlambatan ini disebabkan oleh proses pengumpulan data spasial dan nonspasial yang harus dilakukan secara terpisah, yang mengakibatkan berbagai pihak kesulitan untuk memperoleh informasi tentang asset serta lokasi di Gardu Induk dan Gardu Distribusi dengan cepat dan akurat.	merupakan langkah dalam pembuatan model sederhana dari perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan pemahaman awal mengenai program dan melakukan pengujian awal. Dalam proses ini, peneliti serta pihak terkait bisa berkomunikasi secara langsung saat proses pengembangan perangkat lunak.	bisa digunakan oleh perusahaan untuk memahami lokasi dari aset PT.PLN (Persero)WS2JB yang ditampilkan bersamaan mengenai informasi tentang komponen yang terdapat pada gardu induk.	yang bisa digunakan oleh perusahaan untuk memahami lokasi dari aset PT.PLN (Persero)WS2JB yang diberikan bersamaan mengenai informasi tentang komponen yang ada dalam gardu induk.
2.	“Aplikasi Monitoring Pemeliharaan Asset Jaringan Tegangan Menengah	PLN UPJ Sleman memiliki aset Jaringan Tegangan Menengah yang tersebar di seluruh wilayah	Pengujian dilakukan terhadap seluruh komponen input data untuk memastikan keandalan dan	Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh kolom input dapat menerima data dengan baik tanpa kendala,	Aplikasi ini memiliki kemampuan untuk menampilkan posisi geografis dari

	Berbasis Sistem Informasi Geografis di PLN UPJ Sleman Yogyakarta” (David Wahyudi, 2010)	Sleman. Dalam praktiknya, jarak lokasi beberapa infrastruktur, seperti trafo distribusi, yang cukup jauh dari kantor pusat sering menjadi kendala. Kondisi tersebut menyebabkan tindakan pemeliharaan umumnya baru dilakukan setelah adanya laporan gangguan dari pelanggan, sehingga proses respons terhadap masalah menjadi kurang optimal.	ketepatan sistem dalam menerima berbagai jenis data yang dimasukkan. Proses ini mencakup pengujian terhadap kemampuan kolom isian dalam menangani variasi data yang relevan. Komponen input yang diuji meliputi data perawatan, data pegawai, data pengguna, serta data Surat Perintah Kerja (SPK).	baik untuk data bertipe teks, tanggal, maupun numerik. Tujuan utama dari pengembangan sistem pemeliharaan aset jaringan tegangan menengah ini adalah untuk mewujudkan proses pemeliharaan rutin yang dapat dipantau secara terkomputerisasi, sehingga tidak lagi bergantung pada laporan gangguan dari pelanggan sebagai pemicu tindakan pemeliharaan.	setiap aset, disertai dengan informasi status pemeliharaannya yang divisualisasikan melalui penandaan warna pada peta. Sistem pewarnaan tersebut didasarkan pada perbandingan antara waktu jatuh tempo pemeliharaan dengan waktu saat ini, sehingga memudahkan identifikasi kondisi aset secara cepat dan akurat.
3.	“Sistem Informasi Geografis Manajemen	Pada PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan	Dalam proses perancangan aplikasi pada tugas akhir ini,	3. Berdasarkan hasil pengujian terhadap sistem informasi yang	Aplikasi Sistem Informasi Geografis

	Aset di PT. PLN (Persero) Area Pelayanan Jaringan Surakarta” (Yudi Eko Windart, 2008)	Daerah Istimewa Yogyakarta, proses memperoleh informasi terkait lokasi gardu, tiang, dan pelanggan hingga saat ini masih dilakukan secara konvensional. Informasi tersebut hanya disajikan melalui penggunaan aplikasi Microsoft Office Excel tanpa dukungan sistem peta digital yang interaktif.	penulis menerapkan pendekatan pengembangan perangkat lunak dengan menggunakan metode Waterfall. Metode ini mencakup beberapa tahapan utama, yaitu Requirements, Analysis, Design, Implementation, dan Testing. Pendekatan Waterfall dipilih karena alurnya yang sistematis dan terstruktur, sehingga setiap tahap dapat diselesaikan secara berurutan sebelum melanjutkan ke	dikembangkan, seluruh fitur dan menu yang tersedia telah berfungsi dengan baik serta sesuai dengan tujuan dan spesifikasi yang telah dirancang sebelumnya.	untuk Manajemen Aset Area Pelayanan Jaringan Surakarta ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikannya ke dalam platform berbasis perangkat bergerak (mobile). Dengan demikian, aplikasi dapat diakses secara lebih fleksibel melalui berbagai perangkat seperti handphone, PDA, maupun smartphone, sehingga
--	--	--	---	---	---

			tahap berikutnya.		meningkatkan kemudahan dan efektivitas pengguna dalam memperoleh informasi.
--	--	--	----------------------	--	---



Gambar 2.12 Kerangka Pemikiran

Selaras akan kerangka pemikiran penulis, sebelum dimulainya penginputan data asset pada ArcGIS, diperlukan persiapan personal dan peralatan. Pada proses persiapan ini terdiri dari memepersiapkan personal atau SDM dan alat yang akan dibutuhkan, serta bekerja sesuai langkah-langkah prosedurnya. Setelah segala persiapan tersebut, penulis dapat melaksanakan pengambilan data dilapangan, setelah dilakukannya pengambilan data, data tersebut akan diolah oleh penulis yang tahap berikutnya akan di analisis, sehingga penulis dapat memahami hasil dari pendataan, pengelompokan asset jaringan distribusi.