

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat pada zaman modern. Hampir seluruh peralatan-peralatan yang digunakan untuk membantu kehidupan manusia menggunakan energi listrik. Konsumen energi listrik bukan saja merupakan kalangan rumah tangga tetapi juga kalangan industri, komersial, maupun pelayanan umum dan jasa. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik diperlukan sistem yang baik untuk menyalurkan energi listrik dari penyedia sampai ke konsumen energi listrik. Secara umum sistem tenaga listrik diawali dari unit pembangkit energi listrik, kemudian disalurkan melalui sistem transmisi tegangan tinggi dan kemudian melalui sistem distribusi disalurkan kepada konsumen. Sistem distribusi berhubungan langsung dengan konsumen, sehingga disinilah dituntut kendala dalam sistem yang harus diperhatikan oleh penyedia energi listrik.

Energi yang disalurkan harus memenuhi tuntutan yang diminta yaitu adanya kuantitas dan kualitas daya yang baik, kontinyuitas pelayanan, serta tegangan, faktor daya, dan frekuensi sistem yang berkualitas.

Sistem ketenaga listrikan terdapat banyak kasus yang dihadapi, baik dalam segi teknis maupun non teknis. Gangguan-gangguan tersebut bermula dari area pembangkit listrik, penyaluran transmisi hingga penyaluran distribusi. Gangguan ini sudah pasti merugikan konsumen bahkan pihak penyuplai listrik PT. PLN (Persero) secara global akan mendapat kerugian yang sangat besar.

Permasalahan yang dihadapi PLN saat ini khususnya untuk bidang distribusi adalah besarnya rugi energi, baik secara teknis ataupun non teknis. Rugi energi listrik merupakan persoalan krusial, rugi – rugi adalah selisih antara energi listrik yang dibangkitkan dengan jumlah energi listrik yang telah dipakai pelanggan. Rugi daya listrik distribusi meliputi jaringan tegangan menengah

hingga jaringan tegangan rendah yang terdiri dari rugi teknis dan non teknis (20kV / 380V). Rugi energi menjadi pembahasan penting pada saat ini karna terkait dengan kualitas daya yang akan dihantarkan kepada pelanggan serta membuka potensi pendapatan bagi perusahaan karena susut yang terjadi akan mengurangi potensi penjualan daya oleh perusahaan. Ketersediaan energi listrik merupakan bagian yang tidak terpisahkan bagi kehidupan saat ini. Kebutuhan energi listrik sangat dominan bagi manusia, dimulai dari kebutuhan di dalam rumah tangga, bisnis, pemerintahan, industri rumah tangga hingga industri besar serta seluruh aspek kehidupan lainnya, ini berarti bahwa ketersediaan energi listrik kini sangat penting dan sangat berpengaruh dalam meningkatkan laju pertumbuhan kualitas social ekonomi masyarakat secara umum sehingga Permintaan listrik di Indonesia meningkat secara terus-menerus, Namun pasokan listrik Indonesia yang dihasilkan oleh Pembangkit belum dapat memenuhi kebutuhan listrik seluruh rakyat Indonesia.

Terbatasnya kapasitas Pembangkit listrik yang ada saat ini tentu saja tidak mampu mengikuti laju kebutuhan konsumsi listrik kita, Apalagi bila penggunaannya boros. Konsumsi listrik yang boros berdampak pada berkurangnya pasokan listrik sehingga terjadi pemadaman bergilir. Selain itu, tidak banyak yang menyadari bahwa saat ini pasokan listrik di Indonesia belum tersebar merata. Misalnya masih ada sekitar 45 persen penduduk Indonesia yang belum menikmati listrik. Ironisnya, mereka yang punya akses listrik, melakukan gaya hidup boros tanpa menyadari bahwa listrik adalah komoditas yang seharusnya dibagi rata dengan banyak orang di seluruh Indonesia sehingga Tuntutan-tuntutan tersebut harus dipenuhi oleh penyedia tenaga listrik, yang dalam hal ini adalah PLN.

Pada PT. PLN (Persero) ULP Belawan sebagai penyuplai energi listrik pada wilayah Pelabuhan Belawan (Kec. Medan Belawan) dan sekitarnya sering mengalami masalah *losses*, yaitu adanya energi yang hilang baik secara teknis maupun non teknis. Pada saat ini untuk mengurangi *losses* yang ada, PLN (Persero) ULP Belawan telah terinterkoneksi dengan sistem kelistrikan diberbagai area Medan Belawan. Dengan adanya sistem yang terinterkoneksi perlu dilakukan pengkajian tentang susut daya saat isolated dan interkoneksi, agar dapat

memetakan bagaimana efektifitas sistem interkoneksi dalam penurunan susut daya jaringan tegangan menengah. Sehingga untuk fokus melihat angka susut daya lebih efektif yaitu dengan memisahkan susut antara teknis dan non teknis. Oleh karena itu, Saya tertarik untuk meneliti pada bagian Rugi Daya pada Jaringan Distribusi Sekunder pada PT. PLN (Persero) ULP Belawan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana cara menghitung rugi daya pada jaringan distribusi sekunder pada PT. PLN (PERSERO) ULP BELAWAN?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui rugi daya pada jaringan distribusi sekunder PT. PLN (PERSERO) ULP BELAWAN

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Dari pemecahan masalah di atas maka manfaat yang dapat di petik adalah :

1. Dari segi praktis
  - a. Bagi PT. PLN (Persero) ULP Belawan, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan masukan bagi penelitian terkait tentang Rugi Daya Jaringan Distribusi Sekunder.
  - b. Bagi peneliti, dengan adanya penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan baru mengenai Rugi Daya Jaringan Distribusi Sekunder.
2. Dari segi teoritis
  - a. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber informasi media bagi civitas akademik khususnya Teknik Elektro untuk penelitian-penelitian berikutnya.
  - b. Dengan adanya penelitian ini dapat dijadikan ilmu pengetahuan tentang “Rugi Daya Jaringan Distribusi Sekunder” dalam sistem tenaga listrik dan juga dapat dijadikan penunjang praktikum di Teknik Elektro khususnya efisiensi sistem distribusi listrik.

## **1.5 Batasan Penelitian**

1. Analisis ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Belawan.

2. Yang akan dibahas adalah Rugi Daya jaringan distribusi sekunder pada PT. PLN (Persero) ULP Belawan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian yang dilakukan dan sistematika penulisan.

### **2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menguraikan teori pendukung yang berhubungan dengan penelitian.

### **3. BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menguraikan tentang waktu dan tempat penelitian, bahan penelitian, alat penelitian, diagram skema penelitian, gambar rangkaian trafo dan metodologi penelitian yang memuat langkah-langka dalam proses penelitian.

### **4. BAB IV HASIL PENELITIAN**

Pada bab ini menguraikan hasil analisis penelitian, perhitungan serta penjelasan yang berkaitan dengan judul penelitian.

### **5. BAB V KESIMPULAN**

Pada bab ini memuat kesimpulan yang berkaitan dengan penelitian, serta memuat saran yang diperlukan dari penulis.

### **6. DAFTAR PUSTAKA**

Bab ini mengenai kumpulan sumber penulisan, dalam menentukan teori yang berkaitan dengan penelitian.

### **7. LAMPIRAN**

Lampiran berisikan hasil dokumentasi, hasil penelitian dan instrumen yang digunakan dalam penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Distribusi**

Distribusi adalah semua bagian yang termasuk dalam peralatan sistem tenaga listrik yang mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk hingga ke kWh meter pada konsumen melalui system jaringan tegangan menengah dan sistem jaringan tegangan rendah. Sistem tenaga listrik dikatakan sebagai kumpulan atau gabungan yang terdiri dari komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi dan beban yang saling berhubungan dan merupakan satu kesatuan sehingga membentuk suatu sistem.

Dalam kelistrikan, sering kali timbul persoalan-persoalan teknis, dimana tenaga listrik pada umumnya dibangkitkan pada tempat-tempat tertentu yang jauh dari kumpulan pelanggan, sedangkan pemakai tenaga listrik atau pelanggan tenaga listrik tersebar disegala penjuru tempat. Dengan demikian maka penyaluran tenaga listrik dari pusat tenaga listrik sampai ke tempat pelanggan memerlukan berbagai penanganan teknis. Pada jaringan distribusi biasanya menggunakan tegangan yang lebih rendah dari tegangan transmisi (Suhadi, dkk, 2008:11).

Hal ini karena daya yang didistribusikan oleh masing-masing jaringan distribusi biasanya relatif kecil dibanding dengan daya yang disalurkan saluran transmisi, dan juga menyesuaikan dengan tegangan pelanggan atau pengguna energi listrik. Level tegangan jaringan distribusi yang sering digunakan ada dua macam, yaitu 20kV untuk jaringan tegangan menengah(JTM) dan 220V untuk jaringan tegangan rendah (JTR). Dengan demikian diperlukan gardu induk yang berisi trafo penurun tegangan untuk menurunkan tegangan dari saluran transmisi ketegangan distribusi 20kV. Diperlukan juga trafo distribusi untuk menurunkan tegangan dari 20kV ke 220V sesuai tegangan pelanggan. Pada jaringan distribusi terdapat beberapa struktur jaringan yaitu Jaringan Distribusi Radial, Jaringan

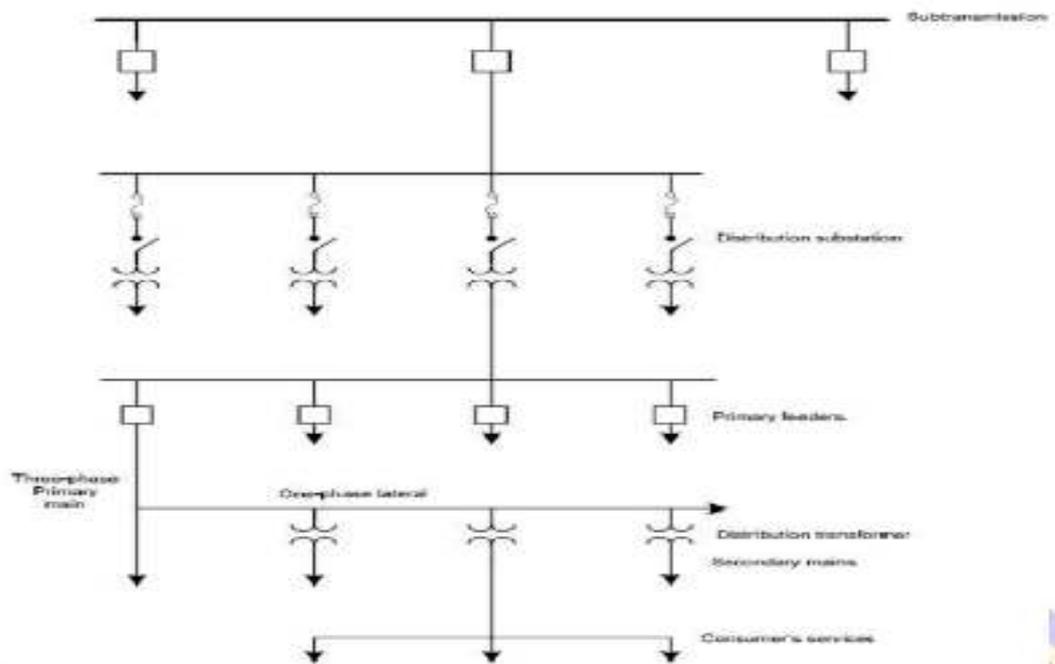
Distribusi Lingkaran (*Loop*), Jaringan Distribusi Spinde, Jaringan Distribusi Kluster. (Made Suartika & I wayan, 2010: 177).

Sistem distribusi tenaga listrik dapat diartikan sebagai system sarana penyampaian tenaga listrik dari sumber kepusat beban. Sementara untuk system instalasi listrik adalah cara pemasangan atau penyaluran tenaga listrik atau peralatan listrik untuk semua barang yang memerlukan tenaga listrik, dimana pemasangannya harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan didalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (*PUIL*).

Secara umum, baik buruknya system penyaluran dan distribusi tenaga listrik terutama adalah ditinjau dari hal-hal berikut ini :

1. Kontinuitas pelayanan yang baik, tidak sering terjadi pemutusan, baik karena gangguan maupun hal-hal yang direncanakan.
2. Kualitas daya yang baik, antara lain meliputi Kapasitas daya yang memenuhi, Tegangan yang selalu konstan dan nominal , Frekuensi yang selalu konstan (untuk system AC).
3. Perluasan dan penyebaran daerah beban yang dilayani seimbang.
4. Fleksibel dalam pengembangan dan perluasan daerah beban.
5. Kondisi dan Situasi Lingkungan.
6. Pertimbangan Ekonomis.

Saluran Distribusi energi listrik 20kV di *busbar* gardu induk, disalurkan melalui *feeder-feeder* (penyulang) distribusi ke gardu hubung atau dapat langsung di hubungkan ke konsumen. Dari gardu hubung, energi listrik disalurkan ke gardu-gardu distribusi. Dimana gardu distribusi merupakan gardu tempat mengubah tegangan primer menjadi tegangan sekunder dan selanjutnya disalurkan kesetiap titik pelanggan. Gardu Distribusi berfungsi melayani konsumen dimana tegangan 20kV diturunkan tegangannya menjadi 380/220 volt pada trafo-trafo distribusi, untuk kemudian disalurkan pada konsumen melalui jaringan tegangan rendah (jaringan distribusi sekunder).



Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem distribusi tenaga listrik.

Dalam Penyaluran tenaga listrik dari gardu-gardu induk sampai kepada konsumen diperlukan suatu sistem jaringan distribusi, dimana pada jaringan distribusi tersebut timbul jatuh tegangan dan rugi daya, sedangkan pada transformator distribusi juga timbul rugi daya, bahwa perubahan tegangan suplai di izinkan antara +5% dan -5%, sedangkan menurut Wardani (1996), bahwa batas toleransi variasi tegangan adalah +5% dan -10% dari tegangan nominal.

Demi kemudahan dan penyederhanaan dalam sistem tenaga listrik maka diadakan pembagian dan pembatasan-pembatasan sebagai berikut.

1. Daerah I : Bagian pembangkitan (generation)
2. Daerah II : Bagian penyaluran (transmission) bertegangan tinggi (70 kV–500 kV)
3. Daerah III : Bagian distribusi primer bertegangan menengah (6 kV atau 20 kV)

4. Daerah IV : Bagian bertegangan rendah didalam bangunan pada konsumen tegangan rendah

Pendistribusian tenaga listrik dari gardu-gardu induk sampai kepada konsumen diperlukan suatu jenis jaringan distribusi. Menurut Wardoyo dkk (2018: 3) sistem jaringan distribusi dapat dibedakan atas dua yaitu :

#### 2.1.1 Sistem Jaringan distribusi Primer

Jaringan distribusi primer adalah jaringan distribusi yang terletak diantara gardu induk (GI) dengan gardu distribusi, yang mempunyai tegangan sistem lebih besar dari tegangan yang dipakai oleh konsumen atau beban. Jaringan distribusi primer ini sering disebut dengan jaringan tegangan menengah (JTM). Standar tegangan untuk jaringan distribusi primer ini adalah 6 KV, 10 KV, dan 20 KV (sesuai standar PLN). Jaringan distribusi primer ini umumnya terdiri dari jaringan tiga fasa yang jumlah kawat nya tiga atau empat kawat. Untuk menyalurkan tenaga listrik pada jaringan distribusi primer digunakan kawat udara, saluran kabel udara atau sistem kabel tanah, dimana penggunaanya disesuaikan dengan tingkat kendalan yang dibutuhkan. Saluran distribusi primer ini dibentangkan sepanjang daerah yang di suplai tenaga listrik sampai pada pusat beban ujung akhir.

Sistem jaringan distribusi primer dikenal beberapa macam tipe jaringan distribusi primer, dimana masing-masing system mempunyai karakteristik-karakteristik yang berbeda-beda serta mempunyai keuntungan dan kerugian yang tergantung pada kebutuhan. Dasar pemilihan suatu sistem tergantung dari tingkat kepentingan konsumen/pusat beban itu sendiri, yaitu meliputi :

- a. Kontinuitas pelayanan yang baik
- b. Kualitas daya listrik yang baik
- c. Luas dan penyebaran daerah beban yang dilayani seimbang
- d. Fleksibilitas dalam pengembangan dan perluasan daerah beban
- e. Kondisi dan situasi lingkungan, dan
- f. Pertimbangan ekonomis

### 2.1.2 Sistem Jaringan distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder adalah jaringan distribusi yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi sampai ke pusat beban atau konsumen. Jaringan distribusi sekunder ini sering disebut dengan jaringan tegangan rendah (JTR). Standar tegangan untuk jaringan distribusi sekunder ini adalah 220/380 V.

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi sistem distribusi adalah Daerah III dan IV. Dengan demikian ruang lingkup jaringan Distribusi adalah :

#### 1. Jaringan Tegangan Menengah

Pada pendistribusian tenaga listrik ke konsumen di suatu kawasan, penggunaan system tegangan menengah sebagai jaringan utama adalah upaya utama menghindarkan rugi-rugi penyaluran (*losses*) dengan kualitas persyaratan tegangan yang harus dipenuhi oleh PT. PLN (Persero) selaku pemegang kuasa usaha utama sebagai mana yang diatur dalam UU Ketenaga Listrikan No. 30 tahun 2009. Kontruksi JTM dengan tegangan 20kV wajib memenuhi kriteria keamanan ketenaga listrikan, termasuk didalamnya adalah jarak aman minimal antara Fase dengan lingkungan dan anatar Fase dengan tanah, bila jaringan tersebut menggunakan saluran udara atau kabel bawah tanah tegangan menengah serta kemudian dalm hal pengoperasian atau Pemeliharaan jaringan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) pada jaringan utama. Hal ini dimaksudkan sebagai usaha menjaga keandalan kontinuitas pelayanan konsumen.

Lingkup Jaringan Tegangan Menengah pada sistem distribusi dimulai dari terminal keluar (out-going) pemutus tenaga dari transformator penurun tegangan Gardu Induk atau transformator penaik tegangan pada Pembangkit untuk sistem distribusi skala kecil, hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk (in-coming) transformator distribusi 20 kV – 230/400V.

Konstruksi jaringan Tenaga Listrik Tegangan Menengah dapat dikelompokkan menjadi 3 macam konstruksi sebagai berikut :

a. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama. Konstruksi ini banyak digunakan untuk konsumen jaringan Tegangan Menengah yang digunakan di Indonesia.

Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang dan ditopang dengan isolator pada tiang besi /beton. Penggunaan penghantar telanjang, dengan sendirinya harus diperhatikan faktor yang terkait dengan keselamatan tenaga listrik seperti jarak aman minimum yang harus dipenuhi penghantar bertegangan 20kV tersebut antar *Phase* atau dengan bangunan atau dengan tanaman atau dengan jangkauan manusia.



Gambar 2.2 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

b. Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM)

Untuk lebih meningkatkan keamanan dan keandalan penyaluran tenaga listrik, penggunaan penghantar telanjang atau penghantar berisolasi setengah pada konstruksi jaringan saluran udara tegangan menengah 20 kV, dapat juga digantikan dengan konstruksi penghantar berisolasi penuh yang dipilin

Isolasi penghantar tiap *Phase* tidak perlu dilindungi dengan pelindung mekanis. Berat kabel pilin menjadi pertimbangan terhadap pemilihan kekuatan beban kerja tiang beton penopangnya.

c. Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM)

Konstruksi SKTM ini adalah konstruksi yang aman dan andal untuk mendistribusikan tenaga listrik Tegangan Menengah, tetapi relatif lebih mahal untuk penyaluran daya yang sama. Keadaan ini dimungkinkan dengan konstruksi isolasi penghantar per *Phase* dan pelindung mekanis yang dipersyaratkan.

Penggunaan SKTM sebagai jaringan utama pendistribusian tenaga listrik adalah sebagai upaya utama peningkatan kualitas pendistribusian. Dibandingkan dengan SUTM, penggunaan SKTM akan memperkecil resiko kegagalan operasi akibat factor eksternal atau meningkatkan keamanan ketenaga listrikan. Penerapan instalasi SKTM seringkali tidak dapat lepas dari instalasi Saluran Udara Tegangan Menengah sebagai satu kesatuan sistem distribusi sehingga masalah transisi konstruksi diantaranya tetap harus dijadikan perhatian.

2. Gardu Distribusi (GD)

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 dengan Tegangan Menengah (TM20kV) maupun Tegangan Rendah (TR220/380V). Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas :

a. Jenis Pemasangannya :

- 1) Gardu pasangan luar : Gardu Portal, Gardu Cantol
- 2) Gardu pasangan dalam : Gardu Beton, Gardu Kios

b. Jenis Konstruksinya :

- 1) Gardu Beton (bangunan sipil : batu, beton)

- 2) Gardu Tiang : Gardu Portal dan Gardu Cantol
- 3) Gardu Kios

c. Jenis Penggunaannya :

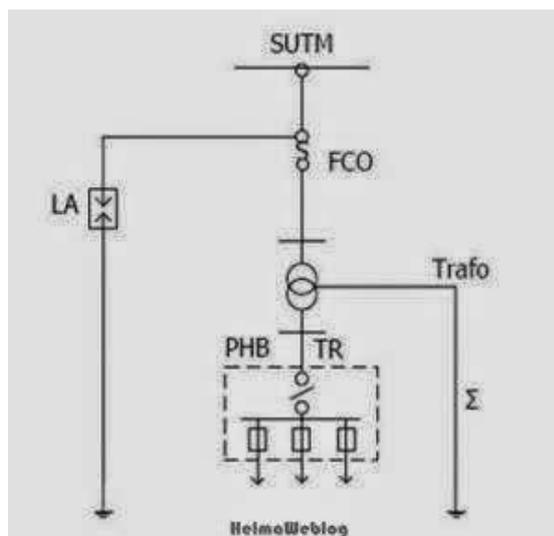
- 1) Gardu Pelanggan Umum
- 2) Gardu Pelanggan Khusus

Khusus nya pengertian Gardu Hubung adalah gardu yang ditunjukkan 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. Berikut macam-macam gardu distribusi :

a. Gardu Tiang

1) Gardu Portal

Umumnya konfigurasi Gardu Tiang yang dicatu dari SUTM dengan peralatan pengaman. Pengaman Lebur Cut-Out (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur dan *Lightning Arrester (LA)* sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir. Menggunakan Tiang : beton, besi, kayu.



Gambar 2.3 Gardu Portal dan Bagan satu garis

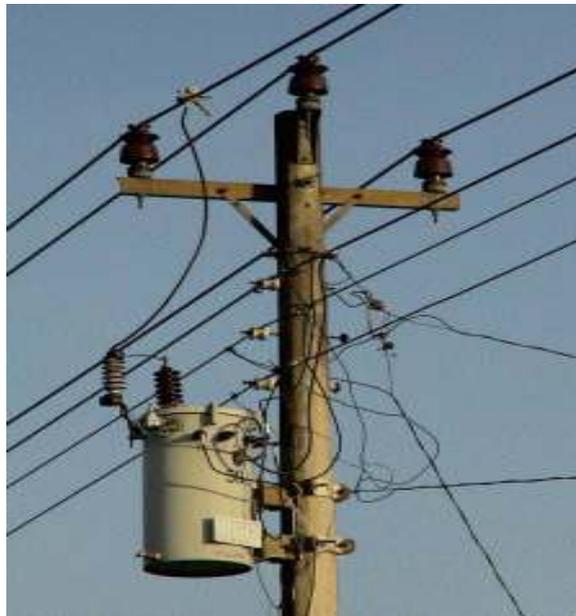
Untuk Gardu Tiang pada sistem jaringan lingkaran terbuka (open-loop), seperti pada sistem distribusi dengan saluran kabel bawah tanah,

konfigurasi peralatan adalah  $\pi$  section dimana transformator distribusi dapat di catu dari arah berbeda yaitu posisi *Incoming-Outgoing* atau dapat sebaliknya.

## 2) Gardu Cantol

Pada Gardu Distribusi tipe cantol, transformator yang terpasang adalah transformator dengan daya  $\leq 100$  kVA 3 Fhase atau 1 Fhase.

Transformator yang dipasang adalah jenis CSP (*Completely Self Protected Transformer*) yaitu peralatan swiching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator.



Gambar 2.4 Gardu Tipe Cantol

Perlengkapan pelindungan transformator tambahan LA (*Lightning Arrester*) dipasang terpisah dengan penghantar pembumiannya yang dihubung langsung dengan *body transformator*.

## 2.2. Rugi-rugi Pada Sistem Tenaga Listrik

### 2.2.1. Umum

Rugi (*losses*) dalam sistem kelistrikan merupakan sesuatu yang sudah pasti terjadi, pada dasarnya rugi daya adalah selisih jumlah energi listrik yang dibandingkan dengan jumlah energi listrik yang sampai ke konsumen. Losses adalah turunan nilai ekuitas dari transaksi yang sifatnya insidental dan bukan kegiatan utama entitas. Dimana seluruh transaksi kejadian lainnya yang mempengaruhi entitas selama periode tertentu, kecuali yang berasal dari biaya atau pemberian kepada pemilik (*prive*).

### 2.2.2. Jenis Rugi-rugi pada Sistem Distribusi

Setiap peralatan listrik yang digunakan tidak selamanya bekerja dengan sempurna. Semakin lama waktu pemakaian maka akan berkurangnya efisiensi dari peralatan tersebut tersebut sehingga akan mengakibatkan rugi-rugi yang semakin besar pula (Hadi, Abdul, 1994:4)

Pada sistem distribusi listrik listrik arus daya (*losses*) dibedakan menjadi beberapa jenis. Menurut Keputusan Direksi PT. PLN (Persero) No.217-LK/DIR/2005 (2005:2) tentang Pedoman Penyusunan Laporan Naraca Energi (kWh), “Jenis susut (rugi daya) energi listrik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. Rugi-rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan tempat terjadinya dibagi menjadi dua, yaitu :

1) Rugi-rugi sistem transmisi yaitu rugi-rugi transformator *step up* (trafo tegangan tinggi) saluran transmisi, dan transformator di gardu induk.

2) Rugi-rugi sistem distribusi yaitu rugi-rugi pada *feeder* utama (penyulang utama) serta jaringan, transformator distribusi, peralatan distribusi, dan pengukuran.

b. Rugi-rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan sifatnya terbagi menjadi :

1) Rugi-rugi Non Teknis

Rugi-rugi non teknis muncul akibat adanya masalah pada penyaluran sistem tenaga listrik. Untuk mengantisipasi rugi non teknis yang sering terjadi

seperti pencurian dan penyambungan listrik secara ilegal maka PLN harus melakukan Langkah seperti melakukan pemeriksaan kesetiap pelanggan dan melakukan Tindakan pemutusan aliran listrik serta melaporkan ke pihak berwajib jika terbukti adanya tindak pencurian dan penyambungan listrik secara ilegal.

## 2) Rugi-rugi Teknis

Rugi-rugi teknis (susut teknis) muncul akibat sifat daya hantar material/peralatan listrik itu sendiri yang sangat bergantung dari kualitas bahan dari material/peralatan listrik tersebut, jika pada jaringan maka akan sangat bergantung pada konfigurasi jaringan nya.

## 3) Perhitungan Rugi-rugi (*Losses*)

Mencari rugi-rugi pada sistem tenaga listrik yang digunakan secara umum oleh PLN. Perhitungan rugi-rugi energi secara teoritis untuk mendapatkan nilai rugi-rugi energi jaringan distribusi sebagai pembanding terhadap nilai rugi-rugi hasil pengukuran lapangan.

### a) Rugi-rugi daya (*Losses*)

Rugi-rugi daya merupakan rugi-rugi yang terjadi akibat adanya daya yang hilang pada jaringan seperti daya aktif dan reaktif. Semakin panjang saluran yang ada maka nilai tahanan dan reaktansi jaringan akan semakin besar, sehingga rugi-rugi bertambah besar baik itu pada rugi-rugi daya aktif maupun rugi-rugi daya reaktif.

Rugi-rugi daya adalah gangguan dalam sistem dimana sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran listrik mulai dari gardu induk sampai dengan konsumen.

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa rugi daya (*losses*) adalah suatu bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari sejumlah energi listrik yang disediakan PLN dengan sejumlah energi yang terjual ke konsumen dengan mengganggu efisiensi sistem distribusi listrik.

Rugi daya yang terjadi pada sistem distribusi listrik disebabkan karena karena penghantar dialiri beberapa hal. Rugi daya disebabkan karena saluran

distribusi mempunyai Tahanan, Induktansi dan Kapasitansi. Karena saluran distribusi primer atau sekunder berjarak pendek maka kapasitas dapat diabaikan.

Persamaan :

$$P_{\text{loses}} = I^2 \cdot R \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : P = Rugi yang timbul pada konektor (Watt)

$I^2$  = Arus yang mengalir melalui konektor (Ampere)

R = Tahanan konektor (Ohm)

b) Tahanan Saluran (R)

Penyaluran daya listrik pada jaringan distribusi sekunder dipengaruhi oleh parameter resistansi, induktansi dan kapasitansi, ketiga parameter ini mengakibatkan terjadinya jatuh tegangan dan susut daya. Menurut Stevenson, William, 1994 (Nasir, MM. 2009) resistansi jenis masing-masing penghantar tembaga = 0,0178  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m dan aluminium = 0,032  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m.

Persamaan :

$$R = P \frac{L}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : R = Tahanan saluran ( $\Omega$ )

P = Hambatan jenis ( $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m)

L = Panjang saluran (m)

A = Luas penampang (m)

c) Perhitungan rugi-rugi daya (Losses) pada Feeder (Penyulang)

Persamaan rugi-rugi daya tiga fasa pada feeder (penyulang)

Persamaan :

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot \Delta t \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :  $\Delta P$  = Rugi daya

Aktif (Watt) I = Arus

Beban (Ampere) = Tahanan

Saluran (ohm)t = Waktu (jam)

d) Persentase rugi daya per-feeder

Besarnya rugi daya per-feeder terhadap total daya per-feeder, dapat dirumuskan :

Persamaan :

$$\% \text{Rugi Daya per Feeder} = \frac{\text{Rugi daya kWh}}{\text{Total daya kWh}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian tentang “Rugi Daya Jaringan Distribusi Sekunder PT. PLN (Persero) ULP Belawan Sumatera Utara” saya menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif.

Kuantitatif adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini yang mana hasil dari pengukuran itu diselesaikan dalam bentuk matematis sedangkan jenis penelitian Kualitatif adalah melakukan analisis penelitian berdasarkan data pengukuran Kuantitatif.

#### **3.2 Waktu dan Tempat**

##### **3.2.1 Tempat Penelitian**

Tempat pelaksanaan penelitian bertempat di PT. PLN (Persero) ULP BELAWAN, Jl. Kol.Yos Sudarso, Kel.Belawan Bahari, Kec. Medan Belawan, Sumatera Utara.

##### **3.2.2 Waktu Penelitian**

Waktu yang digunakan untuk penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal 18 Agustus 2022 sampai dengan tanggal 20 September 2022. Kurang lebih waktu penelitian sampai 1 bulan hingga selesai.

#### **3.3 Teknik Pengolahan Data**

##### **3.3.1 Data Sampel**

Data sampel diperoleh dari berbagai literatur untuk mendukung penelitian ini, agar data sampel dan data hasil penelitian yang akan diperoleh dapat disikronkan satu sama lain.

##### **3.3.2 Jenis dan Sumber Data**

Adapun jenis dan sumber data yang dipergunakan dalam penelitian ini, yaitu :

- a. Data Primer dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa penjelasan informan (Petugas PT. PLN (Persero) ULP Belawan) yang mampu menjelaskan mengenai rugi daya jaringan distribusi Sekunder
- b. Data sekunder atau data pendukung dalam penelitian ini bersumber dari beberapa literatur atau dokumen yang menjelaskan tentang rugi daya jaringan distribusi Sekunder.

### **3.4 Metodologi Penelitian**

Adapun metodologi penelitian ini adalah peneliti lapangan dimana sebagian besar data diperoleh dari pengamatan langsung atau dengan melakukan survei langsung dengan objek selama melakukan studi kasus hingga penulisan laporan ini, anantara lain adalah sebagai berikut :

#### **3.4.1 Metode Pengambilan Data**

##### **a. Riset Perpustakaan**

Metode ini dilakukan dengan cara mempelajari dan mengambil data dari pengetahuan Pustaka yang bersifat documenter dari perusahaan maupun Pustaka lainnya yang berkaitan dengan materi laporan.

##### **b. Riset Lapangan**

Metode ini dilakukan dengan cara mengamati objek langsung yang diteliti dengan obsevasi. Penulisan secara langsung mengadakan pengamatan serta melakukan pengujian, mengukur serta mencatat dan menghitung data-data yang berkaitan dengan objek yang diteliti yang di hadapi pada waktu di lapangan sebagai bahan untuk Menyusun laporan ini.

#### **3.4.2 Metode Analisis**

Metode analisis yang dilakukan penelitian adalah metode analisis pengukuran atau kuantitatif untuk mempelajari data-data hasil penelitian. Penulis menggunakan beberapa rumus yang berkaitan dengan objek yang diteliti sebagai bahan utama penyusunan laporan ini.

### 3.5 Analisis Pengumpulan Data

Data yang berhasil dikumpulkan, baik primer (teori) maupun data sekunder (data kasus), akan dianalisis secara kuantitatif kemudian disajikan dalam bentuk deskriptif.

### 3.6 Prosedur Penelitian

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, tentu harus mengikuti Langkah-langkah yang terstruktur dan sistematis agar dalam menganalisis rugi daya pada sistem distribusi sekunder dapat dikerjakan dengan baik dan benar, Adapun prosedur yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Mengenali permasalahan yang terjadi
2. Pengambilan dan konstruksi sistem jaringan distribusi : data tersebut diambil sebagai pendukung data penyebab terjadinya rugi daya, Adapun data yang ingin diketahui dalam hal ini adalah :
  - a. Jenis, panjang dan luas Penampang/Penghantar
  - b. Dan kapasitas Gardu Distribusi
3. Menghitung besar rugi daya menggunakan rumus-rumus yang telah ditentukan
4. Menentukan penyebab-penyebab terjadinya rugi-rugi daya seperti contoh kebocoran arus, kebocoran isolator, jarak penghantar dan lain sebagainya.
5. Merumuskan dan menyajikan solusi terhadap penyebab-penyebab rugi daya yang terjadi diwilayah tersebut
6. Menuliskan kesimpulan serta saran terhadap permasalahan yang diangkat pada Tugas Akhir ini, contohnya memberikan solusi agar mengurangi terjadinya rugi-rugi daya tersebut.

Tabel 3.1 Jenis & Ukuran Kabel penghantar

No	Jenis Penghantar	Ukuran Penghantar
1	A3C	35 mm <sup>2</sup>
		70 mm <sup>2</sup>
		90 mm <sup>2</sup>

2	A3CS	150 mm <sup>2</sup>
		240 mm <sup>2</sup>

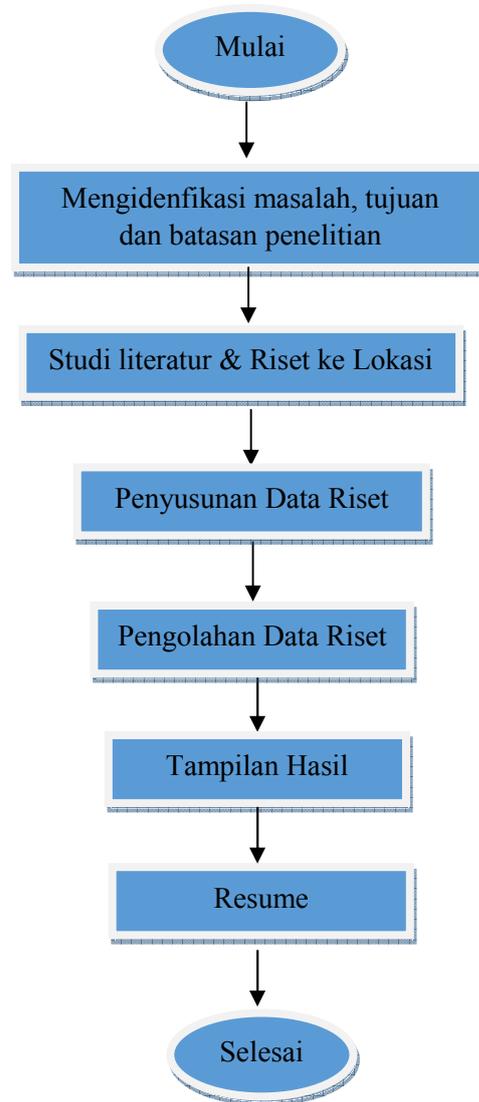
Pada Tabel 3.1 diatas memberi keterangan bahwa jenis penghantar beserta ukuran kabel penghantar yang digunakan di PT. PLN (ULP) Belawan ada 2 jenis yaitu A3C dan A3CS, dan jenis kabel penghantar yang selalu/sering digunakan ialah jenis Penghantar A3CS seperti yang di jelaskan juga di Tabel 4.2.

Tabel 3.2 Merk & Kapasitas Trafo Distribusi

No	Merk Trafo	Kapasitas untuk Umum	Kapasitas untuk Industri
1	Morawa	25 kVA	250 kVA
		50 kVA	630 kVA
2	Trafindo	100 kVA	1000 kVA
		160 kVA	2000 kVA
3	Starlite	200 kVA	5000 kVA
4	B & D		

Menurut Tabel 3.2 diatas menjelaskan bahwa, ada 4 Jenis Merk Trafo yang digunakan di PT. PLN (ULP) Belawan, yaitu : Merk Morawa, Trafindo, Starlite, dan B&D, serta Trafo yang sering digunakan di daerah tersebut ialah Trafo dengan Merk Morawa. Seperti yang di jelaskan juga di Tabel 4.1.

### 3.7 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian