

ANALISIS JATUH TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH PT. PLN (Persero) RAYON TAKALAR

Thalib Bini, Tadjuddin ¹⁾, A. Nurul Maajidah & AnugrahTrisakti Putra²⁾

Abstrak : Penelitian ini bertujuan disamping untuk mengetahui apakah jatuh tegangan masih dalam batas batas yang ditetapkan dan bagaimana pengaruhnya terhadap konsumen juga untuk mengetahui bagaimana cara menanggulangnya. Mengingat meningkatnya permintaan tenaga listrik dari tahun ketahun menyebabkan rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan juga bertambah besar karena saluran yang cukup panjang serta beban yang terus bertambah, sehingga dalam penyaluran daya listrik tersebut akan terjadi jatuh tegangan (*voltage drop*) sepanjang saluran yang dilaluinya. Penelitian ini dilaksanakan pada jaringan tegangan rendah pada PT. PLN Rayon Takalar dan difokuskan pada beberapa gardu distribusi dengan analisa data yang diperoleh di lapangan menggunakan beberapa persamaan dasar. Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu tegangan di sisi pengiriman dan tegangan pada sisi konsumen. Jatuh tegangan yang sesuai dengan standar adalah $\pm 5\%$ dari nilai tegangan nominalnya. Penelitian ini diawali dengan studi pustaka, dilanjutkan dengan pengumpulan data lapangan berupa pengukuran tegangan pada sisi pengirim melalui panel dan pada sisi penerima (konsumen) dengan mengukur langsung. Selama Pengambilan data selalu didampingi oleh staf PLN rayon Takalar sehingga semuanya berjalan lancar. Data data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung jatuh tegangan dan hasilnya dianalisis dengan metode kuantitatif dan kualitatif. Hasil analisis diperoleh bahwa jatuh tegangan yang terjadi pada 5 gardu di Rayon Takalar rata-rata diatas 10% dan penyebab terjadinya jatuh tegangan terbagi 2 yaitu teknis dan non teknis. Solusi penanggulangannya pun dilakukan baik secara teknis maupun non teknis

Kata Kunci : Jaringan tegangan rendah, jatuh tegangan, Analisis.

PENDAHULUAN

Energi listrik adalah energi yang dibutuhkan bagi peralatan listrik yang tersimpan dalam arus listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

Hal ini tidak terlepas pula dari kebutuhan masyarakat akan tenaga listrik yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kemajuan teknologi dan taraf hidup masyarakat pada umumnya. Meningkatnya permintaan energi listrik dari tahun ke tahun menyebabkan rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan juga bertambah besar.

¹⁾ adalah Dosen dan ²⁾ adalah Alumni Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Tamalanrea Makassar 90245.

Kerugian tersebut disebabkan oleh saluran yang cukup panjang serta beban yang terus bertambah, sehingga dalam penyaluran daya listrik tersebut akan terjadi jatuh tegangan (*voltage drop*) sepanjang saluran yang dilaluinya.

Dalam peyaluran energi listrik dimana pusat pembangkit tenaga listrik yang berada jauh dari pusat beban akan mengalami kerugian yang cukup besar dalam penyaluran daya listrik, yang semestinya untuk tegangan pada jaringan distribusi berdasarkan rekomendasi National Electrical Code (NEC) batas yang diperbolehkan adalah 5% dari nilai tegangan nominalnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya jatuh tegangan serta penyebab dan upaya penanggulangannya.

Sistem Distribusi Tenaga Listrik.

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik sampai ke konsumen. Tenaga listrik yang disalurkan tersebut tidak hanya tegangan menengah dan rendah saja, namun juga tegangan tinggi, ekstra tinggi serta ultra tinggi. Namun yang umum disebut sistem distribusi tegangan menengah (primer) dan tegangan rendah (sekunder).

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik dengan tegangan 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya pada gardu induk melalui transformator setup menjadi 70 kV, 150 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian disalurkan terlebih dahulu melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah

untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2.R$). Dengan daya yang sama bila tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil juga. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator step down pada gardu distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh sistem distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 Volt. Selanjutnya, disalurkan oleh sistem distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

Untuk mendistribusikan tenaga listrik diperlukan komponen-komponen yang mendukung yaitu:

Jaringan Subtransmisi

Jaringan subtransmisi berfungsi menyalurkan daya listrik dari sumber daya menuju gardu induk yang terletak di daerah tertentu. Biasanya menggunakan tegangan tinggi (70-150 kv) ataupun tegangan extra tinggi (500kv) dalam peyaluran tegangannya, hal ini dilakukan untuk berbagai alasan efisiensi, antara lain penggunaan penampang penghantar menjadi efisien karena arus yang mengalir akan menjadi lebih kecil, ketika tegangan tinggi diterapkan.

Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk membagikan/mendistribusikan tenaga listrik pada beban/konsumen tegangan menengah maupun konsumen tegangan rendah.

Transformator distribusi digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan rendah (step down transformator), misalkan tegangan 20 kv menjadi tegangan 380 volt atau 220 volt. Sedang transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan listrik (step up transformator), hanya digunakan pada pusat pembangkit tenaga listrik agar tegangan yang distribusikan pada suatu jaringan panjang (long line) tidak mengalami penurunan tegangan (voltage drop) yang berarti; yaitu melebihi ketentuan voltage drop yang diperkenankan 5% dari tegangan semula.

Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas :

1. Berdasarkan jenis pemasangannya :
 - a. Gardu pasangan luar : Gardu portal, Gardu cantol
 - b. Gardu pasangan dalam : Gardu beton, Gardu kios
2. Berdasarkan Jenis konstruksinya:
 - a. Gardu Beton (bangunan sipil : batu, beton)
 - b. Gardu Tiang : Gardu Portal dan Gardu Cantol
 - c. Gardu Kios

3. Berdasarkan Jenis penggunaanya:

- a. Gardu Pelanggan Umum
- b. Gardu Pelanggan Khusus
- c. Gardu hubung berfungsi menerima daya listrik dari gardu induk yang telah diturunkan menjadi tegangan menengah dan menyalurkan atau membagi daya listrik tanpa merubah tegangannya melalui jaringan distribusi primer (JTM) menuju gardu atau transformator distribusi.

Selain itu Gardu Distribusi dibagi atas beberapa macam :

- a. Gardu Beton (bangunan sipil : batu, beton).Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan switching/proteksi, terangkai di dalam bangunan sipil yang dirancang,dibangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton



Gambar 1 Gardu Beton

b. Gardu Tiang :

Gardu Portal adalah gardu trafo yang secara keseluruhan instalasinya dipasang pada 2 buah tiang atau lebih.



Gambar 2 Gardu Tiang

Gardu Cantol, Transformator terpasang adalah CSP (Completely Self Protected Transformer) yaitu peralatan switching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator.



Gambar 3 Gardu Cantol

c. Gardu Kios

Berupa kotak tempat peralatan listrik terbuat dari bahan besi. Gardu kios bukan merupakan gardu permanent tetapi hanya merupakan gardu sementara, sehingga dapat mudah untuk dipindah-pindahkan.



Gambar 4 Gardu Kios

d. Gardu Mobil

Yaitu gardu distribusi yang bangunan pelindungnya berupa sebuah mobil (diletakan diatas mobil), sehingga bisa dipindah-pindah sesuai dengan tempat yang membutuhkan. Oleh karenanya gardu mobil ini pada umumnya untuk pemakaian sementara (darurat), yaitu untuk mengatasi kebutuhan daya yang sifatnya temporer.



Gambar 5 Gardu Mobil

e. Gardu Hubung

Gardu hubung disingkat GH atau switching substation adalah gardu yang berfungsi sebagai sarana manuver pengendalian 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) atau pemutus tenaga yang terhubung parallel. Gardu hubung juga dapat dilengkapi sarana pemutus tenaga pembatas beban pelanggan khusus Tegangan Menengah.

Jaringan Distribusi Primer / Jaringan Tegangan Menengah ((JTM).

Saluran distribusi yang berfungsi sebagai penyaluran tenaga listrik dari tegangan 70 kV yang diturunkan menjadi 20 kV menggunakan transformator penurun tegangan pada transmisi disebut dengan *distribusi primer*. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 volt.

Jaringan Distribusi Sekunder / Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan distribusi sekunder berfungsi untuk menyalurkan sisi tegangan rendah transformator distribusi ke konsumen menggunakan jaringan hantaran

udara 3 fasa 4 kawat dengan tegangan distribusi sekunder 220 volt (tegangan fasa-netral) atau 380 volt (tegangan fasa-fasa).

1. Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik

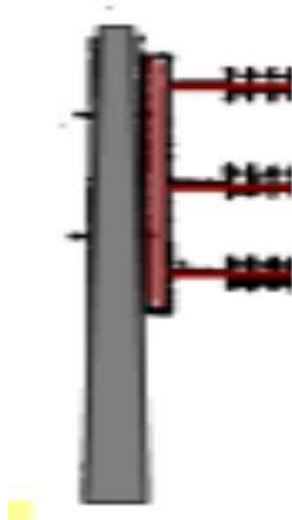
Secara umum, saluran tenaga listrik atau saluran distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a) Menurut nilai tegangannya
 - Saluran distribusi primer
 - Saluran distribusi sekunder
- b) Menurut bentuk tegangannya:
 - Saluran distribusi DC menggunakan sistem tegangan searah.
 - Saluran distribusi AC menggunakan sistem tegangan bolak-balik
- c) Menurut jenis/tipe konduktornya:
 - Saluran udara, dipasang pada udara terbuka dengan bantuan penyangga dan perlengkapannya dan dibedakan atas :
 - Saluran kawat udara, bila konduktornya telanjang tanpa isolasi pembungkus
 - Saluran kabel udara, bila konduktornya terbungkus isolasi
 - Saluran bawah tanah, dipasang di dalam tanah dengan menggunakan kabel tanah (ground cable)
 - Saluran bawah laut, dipasang di dasar laut dengan menggunakan kabel laut
- d) Menurut susunan - salurannya:

- 1) Saluran konfigurasi horizontal, bila

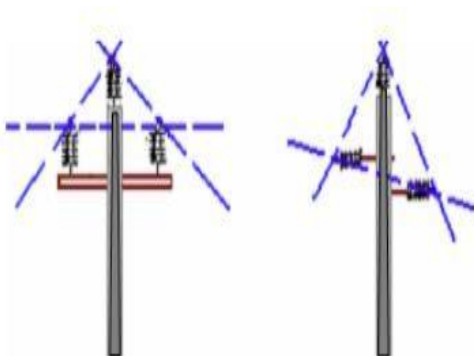
saluran fasa terhadap fasa yang lain/terhadap netral, atau saluran positif terhadap negatif membentuk garis horizontal.

- 2) Saluran konfigurasi vertikal, bila saluran-saluran tersebut membentuk garis vertikal.



Gambar 6 bentuk tiang

- 3) Saluran konfigurasi delta, bila kedudukan saluran satu sama lain membentuk suatu segitiga (delta).



Gambar 7 konfigurasi delta tiang

- e) Menurut Susunan Rangkaiannya

Dari uraian diatas telah dibahas bahwa sistem distribusi di bedakan menjadi dua yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder.

1. Jaringan sistem distribusi primer

Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Terdapat bermacam-macam bentuk rangkaian jaringan distribusi primer, yaitu:

- Jaringan distribusi radial, dengan model: radial tipe pohon, radial tie dan switch pemisah, radial dengan pusat beban dan radial dengan pembagian phase area.
- Jaringan distribusi ring (loop), dengan model: bentuk open loop dan bentuk close loop
- Jaringan distribusi jaring-jaring (NET)
- Jaringan distribusi spindle
Suatu pola kombinasi jaringan dari pola Radial dan Ring. Spindle terdiri dari beberapa penyulang (feeder) yang tegangannya diberikan dari Gardu Induk dan tegangan tersebut berakhir pada sebuah Gardu Hubung (GH).

2. Jaringan sistem distribusi sekunder

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk meyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban

yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan sebagai berikut:

- Papan pembagi pada trafo distribusi
- Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder)
- Saluran layanan pelanggan (SLP)
- Alat pembatas dan pengukur daya (kWh meter) serta fuse atau pengaman pada pelanggan

Komponen Sistem Distribusi

1. Tiang

Tiang merupakan salah satu komponen yang penting dimana merupakan tempat penyangga dari seluruh perlengkapan seperti isolator, transformator, penghantar, dan komponen lainnya sehingga aman bagi keselamatan umum

2. Penghantar

Penghantar merupakan media yang menghubungkan antara sumber atau pusat pembangkit dengan beban, dimana penghantar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keandalan suatu sistem distribusi. Jenis penghantar yang digunakan untuk saluran udara yaitu tembaga

dan aluminium, dimana tembaga mempunyai konduktivitas dan kuat tarik lebih tinggi dari pada aluminium tetap untuk besar tahanan yang sama, tembaga lebih berat dan harganya lebih mahal dari aluminium. Oleh karena itu penghantar aluminium telah banyak digunakan untuk menggantikan tembaga. Untuk mengatasi masalah kuat tarik pada penghantar aluminium diberi campuran (aluminium alloy). Adapun jenis-jenis kawat penghantar aluminium yaitu:

- AAC: *All Aluminium Conductor*, yaitu kawat penghantar yang terbuat dari bahan aluminium.
- AAAC : *All Aluminium Alloy Conductor*, yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari bahan aluminium campuran.
- ACSR : *Aluminium Conductor Steel Reinforced*, yaitu kawat penghantar yang terbuat dari bahan aluminium dan diperkuat dengan baja.
- ACAR : *Aluminium Conductor Alloy Reinforced*, yaitu kawat penghantar terbuat dari bahan aluminium dan diperkuat dengan bahan campuran

3. Isolator

Isolator merupakan komponen yang berfungsi untuk memisahkan bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan, misalnya antara kawat penghantar dengan tiang listrik. Isolator biasanya terbuat dari bahan porselin yang permukaannya licin, sudut dan lekukannya juga licin dan tidak

tajam. Berdasarkan penggunaanya isolator dapat dibedakan atas:

- Isolator Tumpu : digunakan untuk menahan kawat penghantar pada jaringan lurus.
- Isolator Asfan : digunakan untuk menahan/menegangkan kawat penghantar pada jaringan distribusi.
- Isolator Post : digunakan untuk peralatan gardu distribusi seperti pada bushing transformator

4. Gardu Distribusi

Gardu distribusi atau disebut juga transformator distribusi suatu penghubung antara jaringan tegangan menengah dan jaringan tegangan rendah, dimana berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah (20 kV) menjadi tegangan rendah (220/380 V) dan mendistribusikan daya ke pelanggan sesuai dengan kebutuhan pelanggan tersebut

5. Pengaman

Pengaman berfungsi untuk melindungi saluran maupun peralatan-peralatan lain dari berbagai gangguan, karena dalam penyaluran daya listrik kepada konsumen melalui saluran udara sangat rawan mengalami gangguan baik dari dalam maupun dari luar sistem distribusi tersebut.

Transformator

Transformator merupakan suatu peralatan listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian dasar yang lain, melalui gandingan magnetik dan

berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Transformator juga biasa digunakan pada bidang elektroteknika antara lain untuk :

1. Gandengan impedansi (input impedance) antara sumber dan beban.
2. Menghambat arus searah (DC) dan melewatkan arus bolak balik.
3. Meningkatkan atau menurunkan tegangan AC.

Adapun klasifikasi dari transformator:

a. Transformator Daya

Digunakan untuk melengkapi sistem transmisi pada gardu induk baik pada stasiun pembangkitan atau pada gardu-gardu pembagi beban transmisi.

b. Transformator Distribusi

Merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan transmisi menengah 20 kV ke tegangan distribusi 220/380V. Transformator distribusi merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada trafo distribusi menyebabkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu. Pemadaman merupakan suatu kerugian yang menyebabkan biaya pembangkitan akan meningkat tergantung harga KWH yang tidak terjual.

Tujuan dari penggunaan transformator distribusi adalah untuk mengurangi tegangan utama dari sistem distribusi listrik untuk tegangan pemanfaatan penggunaan

konsumen. Transformator distribusi yang umum digunakan adalah transformator step-down 20kV/400V. Tegangan fasa ke fasa sistem tegangan rendah adalah 380V agar tegangan pada ujung penerima tidak lebih kecil dari 380V.

c. Transformator Instrument
Transformator Instrument atau biasa juga disebut Transformator pengukuran adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi sebagai alat transformasi energi listrik yang digunakan sebagai alat ukur bantu untuk keperluan pengukuran tegangan dan arus listrik agar berada dalam jangkauan alat ukur, sehingga pengukuran arus dan tegangan listrik dapat terbaca oleh suatu alat ukur.

Jatuh Tegangan

Selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan

Penyimpangan ini biasa disebut jatuh tegangan. Dengan adanya penyimpangan ini, maka pihak konsumen/pelanggan banyak mengalami kerugian terutama umur dan daya guna dari peralatan listrik yang digunakan.

Dengan perkembangan pembangunan yang cukup pesat saat ini seingkali fasilitas jaringan listrik PLN tertinggal bila dibandingkan dengan peningkatan renovasi bangunan yang ada. Hal ini menyebabkan penambahan fasilitas penunjang antara lain kebutuhan akan tenaga listrik bertambah sedangkan jaringan yang ada, belum ditingkatkan kemampuannya sehingga tegangan akan turun dibawah standar.

Untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke

konsumen maka jatuh tegangan perlu dibatasi pada harga tertentu. Maka batas toleransi tegangan yang diperbolehkan adalah minimum 5% dan maksimum 10% terhadap tegangan nominalnya. Besarnya jatuh tegangan relatif dinamakan regulasi tegangan dan dinyatakan dengan rumus :

$$V_{reg} = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana :

V_{reg} : tegangan regulasi

V_s : tegangan send (pengirim)

V_r : tegangan receive (penerima)

Adapun penyebab jatuh tegangan antara lain :

1. Hambatan / Resistansi (R)

Nilai tahanan pada jaringan tegangan rendah dipengaruhi oleh tahanan jenis konduktor. Sehingga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$R = \rho \frac{l}{A} \text{ ohm} \quad (2)$$

Dimana :

R = resistansi pada penghantar (ohm)

ρ = tahanan jenis penghantar (ohm-cm)

l = panjang penghantar (meter)

A = luas penampang penghantar (mm²)

2. Induktansi (L)

Besarnya induktansi saluran tegangan rendah ditentukan oleh konfigurasi jaringan tegangan rendah itu sendiri. Dalam hal ini dipakai pendekatan bahwa jaringan tegangan rendah yang digunakan memiliki konfigurasi.

3. Ketidakseimbangan beban trafo

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidak seimbangan beban tersebut muncullah arus di netral trafo. Adapun perhitungan arus beban penuh ialah :

$$\text{Daya transformator (s)} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (3)$$

Dimana :

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi primer

transformator (kV)

I = arus jala-jala

Sehingga intuk menghitung arus

beban penuh dapat menggunakan

rumus :

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (4)$$

Dimana :

I_{FL} = arus beban penuh (A)

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi sekunder

transformator (kV)

Pengaruh Jatuh Tegangan Pada Peralatan Listrik

Apabila tegangan yang diterima suatu peralatan listrik berbeda dengan tegangan nominalnya, maka akan berpengaruh terhadap peralatan listrik tersebut. Hal ini sangat tergantung pada peralatan listrik tersebut, berapa besar penyimpangan yang terjadi dan apakah masih sesuai dengan toleransi yang diperkenankan. Sebagaimana diketahui bahwa umumnya pemakai

tenaga listrik yang terbanyak adalah beban rumah tangga yang digunakan untuk penerangan dan kebutuhan alat-alat rumah tangga lainnya, maka pengaruh jatuh tegangan terhadap peralatan listrik pada pemakai rumah tangga.

1. Beban Rumah Tangga

Untuk pemakaian rumah tangga dengan daya kecil, tenaga listrik dipakai untuk penerangan dalam hal ini lampu pijar dan TL. Selain untuk pemakaian penerangan juga digunakan pada alatalat listrik seperti alat pemanas dan alat elektronik.

a. Untuk Penerangan

1. Lampu pijar, cahaya yang dihasilkan dan umur lampu pijar umumnya tergantung pada variasi tegangan yang terpasang pada terminal lampu pijar tersebut. Dalam hal pemilihan lampu pijar ditentukan berdasarkan tegangan yang ada, misalnya tegangan yang tersedia 220 V maka kita memilih lampu pijar yang tegangan kerjanya 220 V, juga untuk mendapatkan cahaya yang sesuai dengan daya yang terpasang pada lampu pijar tersebut. Seperti yang dikemukakan di atas bahwa cahaya lampu pijar tergantung pada variasi

tegangan, oleh karena itu jatuh tegangan akan mempengaruhi cahaya yang dihasilkan oleh lampu pijar itu.

2. Lampu TL (Tube Lamp), membangkitkan tegangan nyala, pada lampu TL dibutuhkan tegangan yang lebih besar dibandingkan dengan tegangan nominalnya. Tegangan yang cukup besar pada start awal, yang dibangkitkan oleh transformator lampu TL. Oleh sebab itu apabila jatuh tegangan cukup besar maka sama sekali lampu TL

tidak dapat menyala. Umur lampu TL akan berkurang apabila tegangan kerjanya berada di atas tegangan nominalnya.

b. Alat-alat Elektronik

Umumnya alat-alat elektronik peka terhadap jatuh tegangan, oleh karena itu pengoprasian alat-alat elektronik harus hati-hati dan teliti terhadap kerjanya. Jatuh tegangan terhadap alatalat elektronik lebih nampak dibandingkan dengan peralatan listrik lainnya dan apabila alat-alat elektronik mendapat tegangan lebih (di atas tegangan normalnya) akan menimbulkan kerusakan.

c. Alat Pemanas

Alat pemanas yang sering kita gunakan seperti setrika dan kompor listrik, mempunyai tegangan kerja tertentu seperti peralatan listrik lainnya. Panas yang dihasilkan oleh pemanas tergantung dari besar tegangan inputnya, jadi dalam hal ini panas yang dihasilkan akan turun apabila tegangan turun dari tegangan nominalnya.

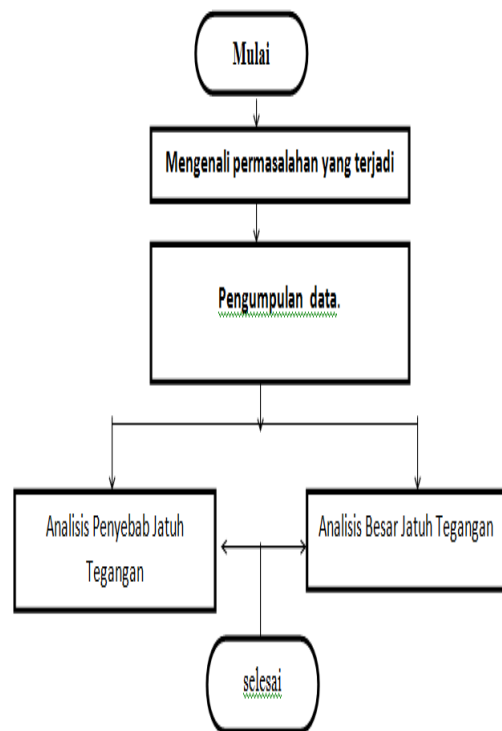
3. Motor serempak dan Motor tak serempak

Motor serempak jarang digunakan pada peralatan rumah tangga karena motor ini cukup rumit jika dibandingkan dengan motor induksi. Motor induksi (Motor tak serempak) adalah suatu motor listrik arus bolak-balik (AC) yang paling banyak digunakan untuk peralatan rumah tangga maupun industri oleh karena konstruksinya sangat sederhana dan tahan lama.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada PT.PLN (Persero) khususnya Rayon Takalar selama 3 bulan, dari bulan Mei sampai bulan Agustus 2013.

Dalam menganalisis jatuh tegangan yang terjadi pada sistem jaringan tegangan rendah PT. PLN (Persero) rayon Takalar, ada beberapa prosedur yang dilakukan yaitu: Mengenali permasalahan yang terjadi, Mengumpulkan data kejadian dan dokumentasinya, Mengumpulkan data dan mencari solusi untuk mengurangi besar jatuh tegangan seperti diagram alir berikut.



Gambar 8 Diagram alir penelitian

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Survei Lapangan dan Pengambilan Data
Kegiatan survey lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi riil dari obyek yang dibahas, data-data yang

diperlukan, serta informasi penting lain yang terkait dengan permasalahan yang dibahas.

- Data yang diambil berupa data sekunder. Pengambilan data sekunder diperoleh dari PT. PLN (Persero) Rayon Takalar. Adapun data yang diambil meliputi :
 1. Single line diagram trafo distribusi 20 kV PLN Takalar.
 2. Gambar perencanaan trafo sisipan.
 3. Data perencanaan manajemen trafo.
 4. Data gardu Rayon Takalar.
 5. Data pengukuran beban trafo GI PLN Takalar kapasitas daya 20 kVA.

Interview atau Wawancara

Yaitu suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan jalan mengadakan wawancara langsung terhadap beberapa orang yang mempunyai pengetahuan yang lebih tentang objek yang diteliti.

Analisis Data

Dalam penelitian ini metode analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif dan perhitungan berdasarkan teori, yaitu untuk mengetahui besar jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan tegangan rendah PT. PLN (Persero) Rayon Takalar

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Penyaluran Tenaga Listrik di PT PLN Rayon Takalar

PT. PLN Rayon Takalar mendapat suplai energi listrik dari 3 Gardu Induk (GI), yaitu GI Tanjung Bunga, GI Takalar, dan GI Sungguminasa. Tegangan yang masuk ke gardu induk kemudian diturunkan menjadi 20 kV dengan menggunakan Transformator Step down untuk didistribusikan melalui beberapa penyulang.

GI Tanjung Bunga merupakan GI yang terletak di Makassar yang menyalurkan energi listrik sampai ke Takalar melalui Penyulang BLPP. Kemudian GI Sungguminasa yang juga terletak di Kabupaten Gowa menyalurkan tenaga listrik sampai ke wilayah Takalar melalui penyulang Parang Banua. Sedangkan satu-satunya GI yang terletak di Takalar adalah GI Tallasa, yang mendistribusikan energi listrik melalui 4 Penyulang yaitu Penyulang Palekko, Penyulang Galesong, Penyulang Lengkese, dan Penyulang Ekspres Jeneponto. Untuk penyulang Ekspres Jeneponto sendiri, mendistribusikan energi listrik sampai ke Jeneponto tanpa dialiri beban.

Energi listrik yang sudah didistribusikan oleh beberapa penyulang selanjutnya akan diteruskan ke seluruh konsumen di wilayah Takalar melalui Gardu Distribusi. Gardu Distribusi merupakan bagian akhir dari proses penyaluran Tenaga listrik sampai kepada konsumen. Pada tahap ini, tegangan yang masuk ke gardu distribusi melalui beberapa penyulang akan diturunkan dari 20 kV menjadi 380/220 volt dengan menggunakan Trafo Step Down. Untuk di wilayah takalar sendiri memiliki kurang lebih 300 trafo distribusi untuk melayani kebutuhan listrik untuk seluruh konsumen yang berada di wilayah Takalar

B. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dengan ujung penerimaan. Hal ini memberikan kerugian kepada konsumen, karena dapat mengurangi umur alat elektronik yang digunakan. Untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke konsumen maka jatuh tegangan perlu dibatasi pada harga tertentu. Maka batas toleransi tegangan yang diperbolehkan adalah minimum 5% dan maksimum 10% terhadap tegangan nominalnya.

C. Data dan Hasil Presentase Jatuh Tegangan

Pada Penelitian ini kami menganalisa Jatuh Tegangan yang terjadi di sekitar Takalar yang mana lokasinya tersebut dekat dari kantor PT PLN (Persero) Rayon Takalar. Adapun hal

hal yang kami teliti antara lain: Tegangan yang ada pada panel, dan tegangan yang ada pada ujung jaringan dan kemudian membandingkannya untuk mengetahui berapa persen jatuh tegangan yang dialami dari tiap trafo distribusi. Alat yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah Tang Amper. Adapun beberapa gardu distribusi yang kami teliti pada kesempatan kali ini:

1. Gardu Distribusi TKAE

Tabel 1 Hasil pengukuran tegangan pada gardu distribusi TKAE

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
TAKE	SALAKA	R	227	198
		S	222	189
		T	224	195

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R: \frac{227-198}{227} \times 100\% = 12\% ;$$

$$\Delta V_S: \frac{222-189}{222} \times 100\% = 14\%$$

$$\Delta V_T: \frac{224-195}{224} \times 100\% = 12\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi TKAE cukup besar.

2. Gardu Distribusi TKCA1

Tabel 2 Hasil pengukuran tegangan pada gardu distribusi TKCA1

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
TKCA1	KANTOR PLN	R	222	205
		S	225	212
		T	224	195

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{222-205}{222} \times 100\% = 7\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{225-212}{225} \times 100\% = 5\%$$

$$\Delta V_T : \frac{224-195}{224} \times 100\% = 12\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di phasa T pada gardu TKCA1 cukup besar.

3. Gardu Distribusi TKAR

Tabel 3 Hasil pengukuran tegangan pada gardu distribusi TKAR

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
TKAR	BTN Bajeng	R	224	215
		S	225	212
		T	221	212

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{224-215}{224} \times 100\% = 4\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{225-212}{225} \times 100\% = 5\%$$

$$\Delta V_T : \frac{221-212}{221} \times 100\% = 4\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu TKAR masih dalam batas toleransi yang telah ditentukan.

4. Gardu Distribusi TKCA

Tabel 4 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi TKCA

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
TKCA	Jl. H. Padjanga DG. Padalle	R	221	189
		S	220	195
		T	222	193

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{221-189}{221} \times 100\% = 14\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-195}{220} \times 100\% = 11\%$$

$$\Delta V_T : \frac{222-193}{222} \times 100\% = 13\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi TKCA cukup besar.

5. Gardu Distribusi TKAA

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi TKAA

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
TKAA	Pegadaian/ Kodim	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi TKAA cukup besar.

D. Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Jatuh Tegangan :

Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya jatuh tegangan di PT PLN (Persero) Rayon Takalar, yaitu :

1. Beban Trafo Sudah Overload
Beberapa trafo distribusi di PT PLN (Persero) Rayon Takalar sudah mengalami overload. Idealnya beban kerja dari sebuah trafo hanya sampai 80%. Namun pada kenyataan di lapangan masih ada beberapa trafo distribusi yang bekerja diatas 80%, sehingga perlu dilakukan manajemen

trafo atau menambahkan trafo sisipan untuk menjaga beban kerja yang ideal dari sebuah trafo distribusi.

2. Ketidakseimbangan Beban

Ketidakseimbangan beban merupakan hal yang paling banyak terjadi di PT PLN (Persero) Rayon Takalar. Penggunaan beban di setiap phasa sangat tidak seimbang. Maka dari itu perlu dilakukan pemindahan SR agar pemakaian beban di setiap phasa mendekati harga yang sama.

3. Ranting Pohon yang Menempel pada Jaringan Distribusi

Kejadian ini juga cukup banyak terjadi. Ranting pohon yang menempel pada jaringan distribusi akan menjadi hambatan yang dapat mengurangi besar tegangan. Oleh karena itu perlu dilakukan pemangkasan ranting pohon yang sudah menjalar dan menempel di jaringan distribusi.

4. Sambungan/konektor yang tidak tersambung dengan baik

Dari hasil wawancara dengan pihak yang menangani mengenai distribusi di PT PLN (Persero) Rayon Takalar, hal ini juga menjadi salah satu yang menjadi penyebab terjadinya jatuh tegangan. Maka untuk perbaikan mutu tegangan perlu dilakukan joinisasi di setiap sambungan/konektor.

5. Sambungan Rumah (SR) seri banyak

Sambungan rumah (SR) yang disambungkan secara seri dari rumah ke rumah akan menimbulkan jatuh tegangan yang lebih besar

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan analisa terhadap fenomena ini, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Jatuh tegangan yang terjadi di PT PLN (Persero) Rayon Takalar cukup besar dimana tegangan jatuh lebih dari 5% dibawah tegangan nominalnya.
2. Jatuh tegangan merupakan sesuatu yang pasti terjadi, yang dapat dilakukan hanya menekan harga jatuh tegangan agar tidak berada dibawah 5%.
3. Salah penyebab jatuh tegangan yang terjadi di PT PLN (Persero) Rayon Takalar adalah beban kerja dari trafo yang sudah overload.
4. Berdasarkan hasil penelitian, jatuh tegangan yang terjadi di salah satu trafo distribusi yang terletak di Salaka yaitu fasa R: 12%, fasa S: 14% fasa T: 12% .

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. dan Kuwahara, S. 1993. Teknik Tenaga Listrik. Jilid II, Cetakan Keenam, Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Hutahuruk, T.S. 1993. Transmisi Daya Listrik. Cetakan ketiga, Jakarta Erlangga.
- Kadir, Abdul. 2000. Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik. Cetakan Pertama, Jakarta: Universitas Indonesia.
- Marsudi, Djiteng. 2006. Operasi Sistem Tenaga Listrik. Cetakan Pertama, Yogyakarta : Graha Ilmu.

Pabla, A. S. dan Abdul Hadi. 1991. Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta : Erlangga.

Stevenson, William D. 1984. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Edisi Keempat, Jakarta: Erlangga.