

ANALISIS KUALITAS TENAGA LISTRIK JARINGAN DISTRIBUSI SEKUNDER PT. PLN (PERSERO) RAYON MAKASSAR BARAT

Marwan¹⁾

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas tenaga listrik jaringan distribusi sekunder PT.PLN (Persero) Rayon Makassar Barat. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode statistic. Langkah awal dari penelitian ini adalah dengan mengambil data tegangan, factor daya dan frekuensi pada trafo jenis UPAI. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung besarnya nilai rata-rata dari variable kualitas yang diukur, mencari nilai standar deviasi dan menghitung nilai distribusi t serta mencari nilai tp dari table distribusi. Langkah terakhir adalah melakukan uji hipotesis untuk setiap variable seperti tegangan, factor daya dan frekuensi dengan menggunakan metode statistik. Dari hasil analisis diperoleh bahwa sistem kelistrikan PT.PLN (Persero) rayon Makassar barat pada variable tersebut diatas masih memenuhi standar kualitas.

Kata kunci: Statistik, standar deviasi, hipotesis, tegangan, faktor daya, frekuensi.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia baik atau jeleknya kualitas daya listrik yang tersedia merupakan masalah yang perlu diwaspadai baik oleh pengelola sistem kelistrikan maupun oleh pelanggan domestik, komersil dan industri. Mengingat bahwa konsumsi tenaga listrik oleh pelanggan selalu bertambah dari waktu ke waktu. Maka pusat - pusat listrik harus membangkitkan daya sesuai dengan permintaan yang berubah - ubah tersebut. Dalam pengoperasian sistem tenaga listrik harus selalu diusahakan agar daya yang dibangkitkan sama dengan beban sistem, besar kecilnya beban beserta perubahannya tergantung pada kebutuhan para pelanggan akan tenaga listrik.

Data operasi sistem tenaga listrik dianggap penting karena merupakan kecenderungan pemakaian tenaga listrik, oleh karena itu hasil - hasil operasi sistem tenaga listrik perlu dianalisa dan dievaluasi untuk menjadi masukan dalam perencanaan pengembangan tenaga listrik. Adapun manfaat dari evaluasi ini pada PLN, evaluasi sistem tenaga listrik dapat menunjukkan kinerja atau efektivitas dari suplai listrik PLN dan memberikan masukan bagi pihak PLN. Jika sistem listrik baik maka disarankan agar tetap mempertahankan kondisi tersebut sedangkan apabila sistem listrik yang dievaluasi jelek maka disarankan bagi pihak PLN untuk memperbaiki sistem listrik tersebut. Dilain pihak evaluasi ini pun mempunyai manfaat

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

bagi konsumen dimana setelah PLN memperbaiki sistem listriknya, maka listrik yang disalurkan kepada konsumen akan semakin baik .

Evaluasi kualitas tenaga listrik adalah merupakan hal yang sangat penting bagi pihak PLN. Evaluasi tersebut dilakukan, selain dibutuhkan oleh pihak PLN juga diperlukan oleh pihak konsumen. Evaluasi ini dilakukan untuk mengontrol kualitas tenaga listrik yang disediakan pihak PLN sehingga, tenaga listrik yang dihasilkan layak untuk didistribusikan kepada konsumen.

Menurut Yasin Setiawan (2007: 1) “jenis sistem tenaga listrik dikenal dengan sistem arus bolak balik, yaitu arus listrik dimana harga serta arahnya selalu berubah-ubah pada periode (jangka waktu) tertentu misalnya pada Generator AC dan sistem arus searah (DC) adalah Arus searah/ arus DC (Direct Current), yaitu arus listrik yang arahnya tetap misalnya pada battery”. Hampir di seluruh dunia menggunakan sistem tenaga listrik AC, karena sistem AC tidak dapat disimpan, sehingga dalam memenuhi permintaan konsumen, pusat listrik harus dioperasikan sesuai dengan permintaan konsumen yang berubah dari waktu ke waktu.

Sistem tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat - pusat listrik dan disalurkan ke konsumen melalui jaringan saluran tenaga listrik. Menurut T.S. Hutauruk (1985:1) “Tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTP, PLTGU dan PLTD”. Kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikan tegangannya oleh transformator penaik tegangan yang ada dipusat listrik. Saluran tegangan tinggi di Indonesia mempunyai tegangan 150 kV yang disebut sebagai Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan tegangan 500 kV yang disebut sebagai Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET). Setelah tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi, maka sampailah tenaga listrik di Gardu Induk (GI) untuk diturunkan tegangannya melalui transformator penurun tegangan menjadi tegangan menengah atau yang juga disebut tegangan distribusi primer.

Menurut Agung Nugroho (2006: 1) “Tegangan distribusi primer yang digunakan pada saat ini adalah tegangan 20 kV”. Jaringan setelah keluar dari GI disebut jaringan distribusi, sedangkan jaringan antara pusat listrik dengan GI disebut jaringan transmisi. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer, maka kemudian tenaga listrik diturunkan tegangannya dalam gardu - gardu distribusi menjadi tegangan rendah dengan tegangan 380/220 volt, kemudian disalurkan melalui jaringan tegangan rendah untuk selanjutnya disalurkan kerumah-rumah pelanggan (konsumen) melalui sambungan rumah.

Dalam praktek karena luasnya jaringan distribusi, sehingga diperlukan banyak transformator distribusi, maka Gardu distribusi seringkali disederhanakan menjadi transformator tiang. Pelanggan yang mempunyai daya tersambung besar tidak dapat disambung melalui jaringan Tegangan Rendah, melainkan disambung langsung pada jaringan Tegangan Menengah, bahkan ada pula yang disambung pada jaringan Transmisi Tegangan Tinggi, tergantung besarnya daya tersambung. Setelah tenaga listrik melalui jaringan Tegangan Menengah (JTM), jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Rumah, maka tenaga listrik selanjutnya melalui alat pembatas daya

dan KWH meter. Dari uraian tersebut, dapat dimengerti bahwa besar kecilnya konsumsi tenaga listrik ditentukan sepenuhnya oleh para pelanggan, yaitu tergantung bagaimana para pelanggan akan menggunakan alat - alat listriknya, yang harus diikuti besarnya suplai tenaga listrik dari Pusat-pusat Listrik.

Menurut Kuantum Gama (2007:1) "Tegangan adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan pada elemen satu muatan pada elemen atau komponen pada satu dari satu terminal / kutub ketermial / kutub lainnya". Pada umumnya tegangan listrik yang dipergunakan dalam keperluan umum secara umum yaitu 110 volt dan 220 volt dengan frekuensi sebesar 50 Hz. Ketidak stabilan tegangan akan menyebabkan terjadinya pemborosan energi listrik. Ketidak stabilan itu dapat diartikan tegangan pada satu fase lebih besar, lebih kecil atau berfluktuasi terhadap tegangan standar. Sistem listrik yang menggunakan AC penaikan dan penurunan tegangan mudah dilakukan yaitu dengan menggunakan transformator. Hal inilah yang menyebabkan dewasa ini saluran transmisi didunia sebagian besar adalah saluran AC. "Di dalam sistem AC ada sistem satu fasa dan sistem tiga fasa. Sistem tiga fasa mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sistem satu fasa karena: Daya yang disalurkan lebih besar, nilai sesaatnya konstan, mempunyai medan magnet putar."(Hutaaruk;1985:2)

Masalah yang sering dihadapi oleh pihak PLN adalah jatuh tegangan. Jatuh tegangan pada saluran transmisi adalah selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (reseiving end) tenaga listrik. Pada saluran bolak – balik besarnya tergantung dari impedansi dan admitansi saluran serta pada beban dan faktor daya. Jatuh tegangan relatif dinamakan regulasi tegangan (voltage regulation). Untuk jarak dekat regulasi tegangan tidak berarti (hanya beberapa % saja), Tetapi untuk jarak sedang dan jauh dapat mencapai 5 – 15 %. Jatuh tegangan ini yang menyebabkan kualitas tenaga listrik yang didistribusikan oleh pihak PLN kekonsumen kurang bagus.

Menurut Lister (1998: 125) "Banyaknya siklus dalam satu sekon disebut frekuensi dengan satuan Hz (hertz)". Istilah Hz telah menggantikan istilah siklus persekon sebagai satuan frekuensi. Sistem jala-jala listrik mulanya menggunakan 25 Hz, tetapi hampir seluruh sistem listrik sekarang ini telah diubah menjadi sistem 50 Hz atau 60 Hz.

Perubahan beban dan perubahan pembangkitan daya juga menyebabkan aliran daya dalam saluran-saluran transmisi berubah-ubah sepanjang waktu. Apabila daya nyata yang dibangkitkan oleh Pusat - pusat Listrik lebih kecil dari pada daya yang dibutuhkan oleh para pelanggan, maka frekuensi akan turun, sebaliknya apabila lebih besar frekuensi akan naik. Pusat Listrik berkewajiban menyediakan tenaga listrik yang frekuensinya tidak menyimpang dari 50 Hertz. Penyediaan tenaga listrik diupayakan dengan biaya serendah mungkin dengan tetap menjaga mutu dan keandalan. Dalam proses penyediaan tenaga listrik tidak dapat dihindarkan timbulnya rugi-rugi dalam jaringan disamping adanya tenaga listrik yang harus disisihkan untuk pemakaian sendiri.

Menurut Yuswardi dkk (1999: 20) “Faktor daya (power faktor) dari suatu sistem listrik adalah merupakan perbandingan besarnya daya aktif (KW) dengan besarnya daya nyata (KVA) dari sistem tersebut”. Dengan bertambahnya KVA maka arus yang mengalir akan semakin besar. Untuk menanggulangi besarnya arus yang dipakai untuk memenuhi beban reaktif induktif maka arus reaktif induktif yang besar, akan menyebabkan arus total yang besar dan menyebabkan jatuh tegangan serta rugi – rugi daya yang disebabkan oleh pengaruh beban.

Untuk rangkaian arus bolak-balik, karena bentuk tegangan dan arusnya merupakan gelombang sinusoidal, maka besarnya daya pada setiap saat tidak sama. Karena besarnya impedansi disamping tergantung dari besarnya tahanan juga tergantung dari besarnya reaktansi yang mempunyai harga / besaran khayal, maka hampir selalu terdapat perbedaan fasa antar tegangan dan arusnya

Menurut United Nations Environment Programme (2006: 6)” Dalam sistem tenaga listrik AC, dikenal tiga jenis daya yakni: Daya aktif (aktif power), daya reaktif (Reaktif Power), daya nyata (Apparent Power)”Dapat juga dikatakan faktor daya (pf) adalah cosinus sudut antara vektor daya aktif dan daya semu. Faktor daya dinyatakan dengan sudut pergeseran fase antara arus dengan tegangan dan arah pergeseran fase ini tergantung pada jenis beban yang terpasang pada sistem. Untuk beban – beban yang bersifat induktif, Maka vektor tegangan akan mendahului vektor arus vektor arus (lagging). Umumnya beban bersifat induktif, maka beban yang menyerap daya reaktif induktif disebut beban reaktif, sedangkan beban yang membutuhkan daya reaktif kapasitif disebut sumber daya reaktif. Untuk menentukan faktor daya legging (tertinggal) dan leading (mendahului) dalam sisiem tenaga listrik adalah dengan memperhatikan arah aliran daya aktif dan daya reaktif.

Faktor daya yang rendah akan menyebabkan arus yang mengalir pada suatu beban listrik menjadi besar. Faktor daya yang rendah dihasilkan oleh peralatan seperti motor induksi, transformator, terutama pada beban-beban rendah dan unit-unit ballast dari lampu pelepas (discharge lighting) yang memerlukan arus magnetisasi reaktif untuk gerakannya, serta alat - alat las busur listrik yang juga mempunyai faktor daya yang rendah. Medan magnet dari peralatan - peralatan seperti ini memerlukan arus yang tidak melakukan kerja yang bermanfaat dan tidak mengakibatkan panas atau daya mekanis, tetapi hanya diperlukan untuk membangkitkan medan. Walaupun arus dikembalikan kesumber jika medan turun mendadak, perlu penambahan kabel dan instalasi untuk membawa arus ini. Hanya komponen arus aktif dan bermanfaat yang mempertanggung jawabkan kerja bermanfaat yang dilakukan oleh peralatan tersebut.

Cara lain untuk masalah ini adalah menyadari suatu faktor daya yang buruk menyebabkan tegangan dan arus berlawanan fasa sehingga perkaliannya tidak menghasilkan daya dalam watt, tetapi dalam volt - ampere. Menurut Yuswardi dkk (1999: 22) “Apabila dari PLN menghasilkan faktor daya yang jelek, maka akan berakibat: Pemakaian jaringan transmisi akan menjadi buruk, sebab arus yang besar akan mengakibatkan hilangnya daya yang besar pada jaringan, dapat berakibat buruk pada generator dan transformator, sebab arusnya maksimum dan pemakaian tidak

seimbang dengan daya aktif maksimum yang diperlukan, berakibat boros bagi penggerak mulanya, karena hanya bagian aktif saja yang bisa digunakan konsumen, sehingga biaya produksinya mahal”.

Berdasarkan penjelasan Sudjana (1996: 3) “Statistik adalah pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan data, pengolahan atau penganalisisannya dan penarikan kesimpulan berdasarkan kumpulan data dan penganalisisan yang dilakukan”. Statistik bekerja dengan angka-angka oleh karena itu maka, data yang kualitatif baru dapat dianalisis dengan statistik jika telah dimodifikasi menjadi data kuantitatif. Statistik juga mempunyai arti sebagai alat untuk menyederhanakan data sehingga mempermudah pemakai data dalam melakukan deskripsi atas data yang terkumpul. Sebagai suatu data analisis kuantitatif, statistik menuntut beberapa persyaratan atas data yang akan dianalisisnya.

Statistik cocok digunakan untuk menyatakan ukuran sebagai wakil dari kumpulan data mengenai suatu hal. Ukuran ini didapatkan berdasarkan perhitungan menggunakan kumpulan sebagian data yang diambil dari keseluruhan tentang persoalan tersebut. Statistik dapat menyajikan data yang terkumpul secara sederhana. Dengan demikian maka statistik mempunyai manfaat sebagai penyederhanaan atas data yang terkumpul. Hal ini dijelaskan pula oleh Irianto (2006: 2) bahwa “Fungsi statistik ada 2 yaitu deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif merupakan langkah awal dalam pembahasan statistik. Statistik deskriptif memberikan informasi yang terbatas pada data apa adanya. Oleh karenanya pemakai statistik deskriptif tidak dapat mengambil kesimpulan yang umum atas data yang terbatas. Kesimpulan yang dapat diambil, terbatas atas data yang ada. Sedangkan fungsi statistik inferensial merupakan pengembangan fungsi statistik”. Statistik inferensial yang merupakan pengembangan dari statistik deskriptif dapat memberikan informasi yang luas dan kompleks. Oleh karenanya pemakai statistik ini dapat melakukan generalisasi yang didasarkan pada hasil analisis.

Berdasarkan penjelasan Irianto (2006: 92) “Probabilitas adalah pengambilan sampel yang didasarkan pada teori kemungkinan”. Probabilitas cocok digunakan untuk data yang bersifat kontinu. Teori probabilitas yang digunakan dasar pengembangan alat uji statistik adalah mempunyai probabilitas yang sama untuk setiap individu dalam populasi untuk dapat sebagai sampel, kondisi ini berkaitan dengan pengambilan sampel pengembalian. Jika pengambilan sampel dilakukan tanpa pengembalian, maka harus dilakukan revisi agar data tersebut dapat dianalisis dengan rumus – rumus statistik yang ada.

Dua hukum probabilitas adalah penambahan dan perkalian. Penambahan akan digunakan apabila dua kejadian atau lebih akan muncul secara bersama dalam satu pengambilan. Perkalian akan digunakan apabila dua kejadian atau lebih akan muncul secara berurutan atau simultan. Irianto (2006: 93) menyatakan bahwa “Teori probabilitas mempunyai hubungan erat dengan berbagai macam distribusi, seperti distribusi normal. Hubungan tersebut tercermin dalam pencarian luas daerah dalam batas – batas tertentu”.

Menurut Sudjana (1996: 219) “Hipotesis adalah asumsi atau dugaan mengenai sesuatu hal yang dibuat untuk menjelaskan hal yang terus dituntut untuk melakukan pengecekannya. Jika asumsi atau dugaan itu dikhususkan mengenai populasi, umumnya mengenai nilai - nilai parameter, maka hipotesis itu disebut hipotesis statistik”. Hipotesis digunakan untuk mencari jawaban problem secara teoritis, setiap hipotesis bisa benar atau tidak benar dan karenanya perlu diadakan penelitian sebelum hipotesis itu diterima atau ditolak. Langkah atau prosedur untuk menentukan apakah menerima atau menolak hipotesis dinamakan uji hipotesis.

Dalam pengujian hipotesis, ada beberapa kekurangan –kekurangan yang akan kita dapatkan. Menurut Sudjana (1996: 220) “Setiap pengujian hipotesis mengandung dua macam kekeliruan atau kesalahan: Kekeliruan tipe satu adalah menolak hipotesis yang seharusnya diterima, kekeliruan tipe kedua adalah menerima hipotesis yang seharusnya ditolak

Pengujian hipotesis dengan alat statistik memerlukan perumusan hipotesis matematis. Hal ini dijelaskan pula oleh Irianto (2006:110-111) bahwa “Nilai rata-rata dari variabel kualitas, standard deviasi, dan nilai distribusi t diperoleh dengan persamaan:

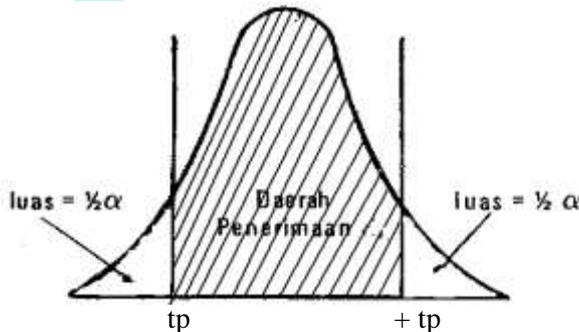
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_j}{n} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1.2)$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s} \sqrt{(n - 1)} \dots\dots\dots (1.3)$$

Dengan \bar{X} adalah nilai rata-rata dari variabel kualitas yang diukur pada sampel dengan waktu yang sama, S adalah standard deviasi dari sample, n adalah jumlah anggota sample, t adalah nilai distribusi t”

Dalam uji hipotesis tersebut, peneliti umumnya menggambarkan dalam bentuk sebuah kurva. Menurut Sudjana (1996:224) “ Dalam uji hipotesis setiap peneliti sebaiknya menggunakan kurva hipotesis, seperti contoh berikut ini:



Gambar 1. Contoh Kurva Hipotesis

Pada gambar diatas menjelaskan tentang sketsa distribusi yang digunakan pada uji hipotesis. Nampak pada kurva tersebut $-t_p$ dan $+t_p$ yang membatasi daerah penerimaan dan penolakan hipotesis. Pada uji hipotesis untuk tes pihak kanan dianggap diterima jika nilai t lebih besar dari nilai $-t_p$. Begitupun untuk tes pihak kiri dianggap diterima jika nilai t lebih kecil dari nilai $+t_p$. Sedangkan bila nilai tersebut diatas tidak berada diatas range yang dimaksud maka hipotesis ditolak. Dalam penggunaannya, α disebut juga taraf signifikan atau taraf arti atau sering disebut pula taraf nyata. Untuk keperluan praktis α akan diambil lebih dahulu dengan harga yang biasa digunakan, yaitu $\alpha = 0,01$ atau $\alpha = 0,05$. Dengan $\alpha = 0,05$ atau sering pula disebut taraf nyata 5% berarti kira-kira 5 dari tiap 100 kesimpulan bahwa kita akan menolak hipotesis yang seharusnya diterima. Dengan kata lain kira-kira 95% nyakin bahwa kita telah membuat kesimpulan yang benar. Dengan demikian dikatakan bahwa hipotesis telah ditolak pada taraf nyata 0,05 yang berarti kita salah dengan peluang 0,05.

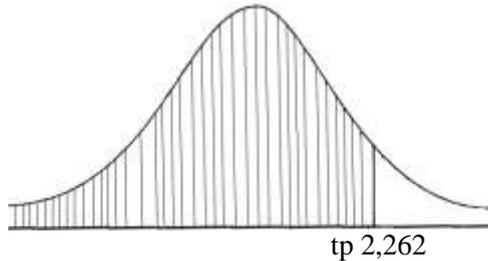
II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini diawali dengan pengambilan data pada Trafo UPAI dengan masing-masing variabel:tegangan (V), frekuensi (f) dan faktor daya ($\cos \phi$). Ketiga jenis variabel tersebut diambil melalui pengukuran langsung pada masing-masing gardu trafo tersebut.

Dalam proses pengolahan data, metode yang digunakan adalah metode statistik. Proses awal dari pengolahan data yaitu menghitung nilai rata-rata dari ketiga jenis variabel tersebut. Proses selanjutnya adalah menghitung standar deviasi ,kemudian sebagai proses akhir adalah dengan menghitung nilai t (uji hipotesis) apakah nilai tersebut berada diantara batas bawah dan batas atas atautkah berada diatas batas atas atau dibawah batas bawah . Jika nilai t berada diatas batas bawah dan atas maka hipotesis tersebut diterima ,akan tetapi jika nilai t berada diatas batas atas atau dibawah batas bawah maka hipotesis tersebut ditolak.

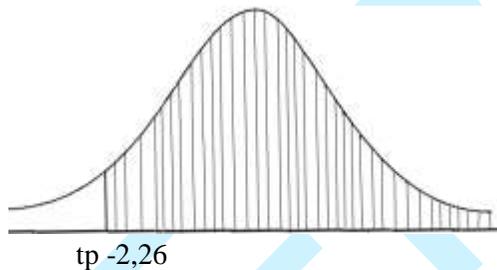
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan persamaan tersebut diatas maka diperoleh hasil untuk trafo jenis UPAI pada tegangan fasa nol untuk fasa R-N dengan standar deviasi sebesar 2,95, t_1 sebesar -4,39, t_2 sebesar 29,17. Berdasarkan nilai standar tegangan yang diizinkan oleh pihak PLN sebesar $198 \leq V \leq 231$. maka Hipotesis untuk batas maksimum adalah: $\mu V \leq 231$ dan batas minimum adalah: $\mu V \geq 198$. Menurut table distribusi t diperoleh nilai t_p sebesar $\pm 2,262$. sehingga hipotesis untuk batas maksimum diperoleh kurva seperti dibawah ini:



Kurva 1. Test hipotesis batas maksimum tegangan

Dari kurva tersebut diatas nampak bahwa hipotesis kita diterima karena nilai t_1 $(-4,39) < t_p(2,262)$. Sedangkan hipotesis untuk batas minimum diperoleh kurva seperti berikut ini



Kurva 2. Test hipotesis batas minimum tegangan

Dari kurva tersebut diatas nampak bahwa hipotesis kita diterima karena nilai t_2 $(29,17) > t_p(-2,262)$.

Pada tegangan fasa nol untuk fasa S-N diperoleh standar deviasi (S) sebesar 2,37; t_1 sebesar -4,89; t_2 sebesar 36,89. Berdasarkan nilai standar tegangan yang diizinkan oleh pihak PLN sebesar $198 \leq V \leq 231$. maka Hipotesis untuk batas maksimum adalah: $\mu V \leq 231$ dan batas minimum adalah: $\mu V \geq 198$. Menurut table distribusi t diperoleh nilai t_p sebesar $\pm 2,262$. Sehingga berdasarkan dari kurva tersebut diatas maka hipotesis untuk batas maksimum kita diterima karena nilai t_1 $(-4,89) < t_p(2,262)$. Sedangkan hipotesis untuk batas minimum juga diterima karena nilai t_2 $(36,89) > t_p(-2,262)$.

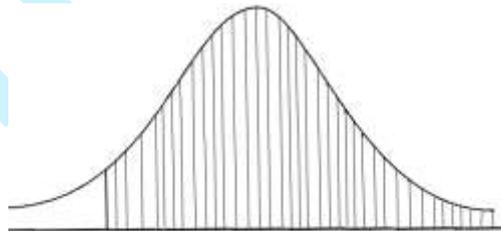
Pada tegangan fasa nol untuk fasa T-N diperoleh standar deviasi (S) sebesar 2,66; t_1 sebesar -4,76; t_2 sebesar 32,46. Berdasarkan nilai standar tegangan yang diizinkan oleh pihak PLN sebesar $198 \leq V \leq 231$. maka Hipotesis untuk batas maksimum adalah: $\mu V \leq 231$ dan batas minimum adalah: $\mu V \geq 198$. Menurut table distribusi t diperoleh nilai t_p sebesar $\pm 2,262$. . Sehingga berdasarkan dari kurva tersebut diatas maka hipotesis untuk batas maksimum kita diterima karena nilai t_1 $(-4,76) < t_p(2,262)$. Sedangkan hipotesis untuk batas minimum juga diterima karena nilai t_2 $(32,46) > t_p(-2,262)$.

Pada tegangan fasa-fasa untuk fasa R-S diperoleh standar deviasi (S) sebesar 4,57; t_1 sebesar -4,45; t_2 sebesar 32,96. Berdasarkan nilai standar tegangan yang diizinkan oleh pihak PLN sebesar $342 \leq V \leq 399$. maka Hipotesis untuk batas maksimum adalah: $\mu V \leq 399$ dan batas minimum adalah: $\mu V \geq 342$. Menurut table distribusi t diperoleh nilai t_p sebesar $\pm 2,262$. Sehingga berdasarkan dari kurva tersebut diatas maka hipotesis untuk batas maksimum kita diterima karena nilai $t_1 (-4,45) < t_p(2,262)$. Sedangkan hipotesis untuk batas minimum juga diterima karena nilai $t_2 (32,96) > t_p(-2,262)$.

Pada tegangan fasa-fasa untuk fasa R-T diperoleh standar deviasi (S) sebesar 4,28; t_1 sebesar -4,401; t_2 sebesar 39,01. Berdasarkan nilai standar tegangan yang diizinkan oleh pihak PLN sebesar $342 \leq V \leq 399$. maka hipotesis untuk batas maksimum adalah: $\mu V \leq 399$ dan batas minimum adalah: $\mu V \geq 342$. Menurut table distribusi t diperoleh nilai t_p sebesar $\pm 2,262$. Sehingga berdasarkan dari kurva tersebut diatas maka hipotesis untuk batas maksimum kita diterima karena nilai $t_1 (-4,401) < t_p(2,262)$. Sedangkan hipotesis untuk batas minimum juga kita diterima karena nilai $t_2 (39,01) > t_p(-2,262)$.

Pada tegangan fasa-fasa untuk fasa S-T diperoleh standar deviasi (S) sebesar 3,90; t_1 sebesar -4,99; t_2 sebesar 38,85. Berdasarkan nilai standar tegangan yang diizinkan oleh pihak PLN sebesar $342 \leq V \leq 399$. maka hipotesis untuk batas maksimum adalah: $\mu V \leq 399$ dan batas minimum adalah: $\mu V \geq 342$. Menurut table distribusi t diperoleh nilai t_p sebesar $\pm 2,262$. . Sehingga berdasarkan dari kurva tersebut diatas maka hipotesis untuk batas maksimum kita diterima karena nilai $t_1 (-4,99) < t_p(2,262)$. Sedangkan hipotesis untuk batas minimum juga kita diterima karena nilai $t_2 (38,85) > t_p(-2,262)$.

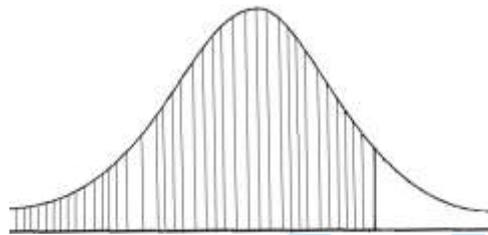
Hipotesis untuk nilai rata-rata faktor daya ($\mu \cos \phi$) semua strata, Hipotesis, $H = \mu \cos \phi \geq 0,85$; berarti nilai faktor daya memenuhi standar alternatif, $A : \mu \cos \phi < 0,85$; berarti nilai faktor daya tidak memenuhi standard. Nilai rata-rata faktor daya sampel, $\bar{X} = 0,97$; nilai $\sum_{i=1}^{10} (X - \bar{X})^2 = 0,0034$; standard deviasi (S) adalah 0,02, dari tabel distribusi t yang diperoleh $t_p = -1,833$; nilai t sebesar 18,94. Berdasarkan kurva tersebut dibawah ini nilai $t > t_p$, maka hipotesis kita diterima



$t_p -1,833$

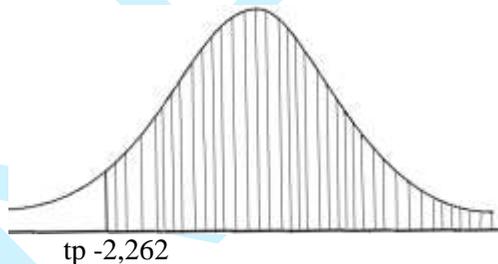
Kurva 3. Test hipotesis factor daya

Hipotesis untuk nilai rata-rata frekuensi (μf) semua strata: Hipotesis, $H_1: 49 \leq \mu f \leq 51$; berarti nilai frekuensi memenuhi standard. Alternative, $A_1: \mu f \leq 49$ dan 51 ; berarti nilai frekuensi tidak memenuhi standard. Nilai rata-rata faktor daya sampel, $\bar{f} = 50,03$ Hertz; nilai $\sum_{i=1}^{10} (f - \bar{f})^2 = 0,081$; Standard deviasi sebesar 0,09. nilai t_1 adalah -32,33; t_2 adalah 34,33; nilai t_p sebesar $\pm 2,262$. Sehingga hipotesis untuk batas toleransi frekuensi maksimum diterima. Seperti yang tertera pada kurva berikut ini.



Kurva 4. Test hipotesis batas maksimum frekuensi

Dari kurva tersebut diatas nampak bahwa hipotesis kita diterima karena nilai t_1 ($-32,33$) $<$ $t_p(2,262)$. Sedangkan untuk hipoteses yang batas toleransi frekuensi minimum juga diterima berdasarkan kurva berikut ini



Kurva 5. Test hipotesis batas minimum frekuensi

Dari kurva tersebut diatas nampak bahwa hipotesis kita diterima karena nilai t_2 ($34,33$) $>$ $t_p(-2,262)$.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan evaluasi maka didapatkan tegangan, factor daya dan fekuensi yang dibangkitkan oleh pihak PT.PLN (Persero) telah memenuhi standar kualitas. Tegangan yang dibangkitkan pada fasa nol, fasa R-N, fasa S-N, fasa T-N berada diantara tegangan $198 \text{ Volt} \leq V \leq 231 \text{ Volt}$. Tegangan yang dibangkitkan pada fasa – fasa, fasa R – S, fasa R – T, fasa S – T berada diantara tegangan $342 \text{ Volt} \leq V$

73 Marwan, *Analisis Kualitas Tenaga Listrik Jaringan Distribusi Sekunder PT. PLN (Persero) Rayon Makassar Barat*

≤ 399 Volt. Nilai factor daya lebih besar dari atau sama dengan 0,85. Nilai frekuensi berada diantara atau sama dengan 49 Hz dan 51 Hz.

Untuk mempertahankan standar kualitas dari system kelistrikan maka sebaiknya pihak PT.PLN (Persero) selalu melakukan pemeliharaan secara rutin dan berkala untuk beberapa alat yang dianggap bisa menjaga kualitas dan kontinuitas pelayanan.

V. DAFTAR PUSTAKA

Irianto. 2006. *Statistik Konsep dasar dan Aplikasinya*. Kencana. Jakarta.

Lister.1998. *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Erlangga. Jakarta.

Nugroho,Agung. 2006. *Metode Pengaturan Penggunaan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit dan Energi*. Jakarta.

Steel,Robert G.D. dan Torrie,James H. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Sudjana. 1996. *Metoda Statistika I*.Tarsito. Jakarta.

T.S Hutaaruk. 1993. *Transmisi Daya Listrik*. Erlangga. Jakarta.