

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai pencarian referensi yang relevan untuk memperoleh informasi guna menyelesaikan permasalahan dengan referensi seperti buku, jurnal, artikel serta makalah dari sumber-sumber lainnya yang berkaitan.

Dalam hal gangguan kualitas daya listrik pada suatu gedung penelitian yang dilakukan saat ini bukanlah penelitian yang pertama. Telah banyak sebelumnya penelitian yang dilakukan tentang gangguan kualitas daya listrik, namun pada setiap penelitian tersebut terdapat perbedaan, seperti gangguan kualitas daya listrik yang diteliti, kapasitas daya listrik gedung yang diteliti dan juga metode yang dilakukan pada saat meneliti.

Fasriyal, (2017) Penelitian yang berjudul Kajian Resiko Dan Dampak Pelayanan Terhadap Gangguan Kualitas Daya Listrik Di Gedung Fakultas Sains Dan Teknologi UIN SUSKA Riau menggunakan dua metode yaitu kualitatif dan kuantitatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui losses yang disebabkan oleh arus yang mengalir pada kawat netral dengan melakukan pengukuran pada panel distribusi, serta mengkaji resiko dan dampak pelayanan terhadap gangguan kualitas daya listrik dengan melakukan pendekatan sosial melalui kuesioner gunanya untuk mengakomodir kejadian yang tidak terekam selama pengukuran tapi terjadi dan dampaknya terasa bagi gedung fakultas sains dan teknologi. Setelah melakukan pengukuran dan hasil pengukuran dianalisa, didapatkan *losses* pada penghantar netral sebesar 1,54 kW dan losses yang mengalir ke tanah sebesar 3,05 kW. Setelah menganalisa hasil dari kuesioner yang disebarkan didapatkan tingkat gangguan pelayanan terhadap kualitas daya listrik di gedung Fakultas Sains dan Teknologi menunjukkan bahwa tingkat gangguan pelayanan terhadap kualitas daya listrik di gedung Fakultas Sains dan Teknologi cukup tinggi.

Tanjung, Arlenny (2015) Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Energi listrik bersifat berbahaya bagi manusia yang menggunakan serta lingkungannya, sehingga utilitas kelistrikan dari suatu bangunan gedung harus bersifat aman. Fakultas Hukum Universitas Lancang Kuning merupakan suatu lembaga pendidikan yang memiliki beberapa jurusan yang mempunyai kegiatan admistrasi dan belajar mengajar menggunakan peralatan listrik. Pemakaian beban listrik juga banyak dipakai dalam pemasangan lampu

penerangan dan peralatan-peralatan listrik lainnya. Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa dan menghitung besar arus pada masing – masing phasa pada sistem kelistrikan, menghitung ketidakseimbangan beban dan mengevaluasi pemakaian kabel penghantar yang terdapat pada sistem kelistrikan Fakultas Hukum Unilak. Berdasarkan hasil perhitungan pada hasil pembahasan diperoleh bahwa pemakaian arus beban pada gedung I besar arus beban 8,22 amper, gedung II 10,24 amper dan gedung III 1,57 amper. Sedangkan rugi daya pada gedung I sebesar 35,61 watt, gedung II 55,26 watt dan gedung III 1,31 watt. Untuk sistem pentahanan besar nilai tahanan pentanahan pada gedung I 59, 5 ohm, gedung II 178 ohm dan gedung III 119 ohm.

Dahlan (2009) 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 ketidakseimbangan beban tersebut timbulah arus di netral trafo. Arus yang mengalir di netral trafo ini menyebabkan terjadinya *losses* (rugi-rugi), yaitu *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dan *losses* akibat arus netral yang mengalir ke tanah. Setelah dianalisis, diperoleh bahwa bila terjadi ketidakseimbangan beban yang besar, maka arus netral yang muncul juga besar, dan *losses* akibat arus netral yang mengalir ke tanah semakin besar pula

Diki (2018) Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Di PT. PLN (Persero) Rayon Duri – Riau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa beban lebih yang dapat menyebabkan terjadinya ketidak seimbangan beban pada transformator, pengaruh akibat dari ketidak seimbangan beban terhadap rugi-rugi daya dan efisiensi yang dihasilkan oleh transformator distribusi. Berdasarkan hasil penelitian, beban tidak seimbang terjadi pada siang hari sebesar 33,6% ini sudah melebihi dari standar SPLN 50 : 1997 yaitu ketidak seimbangan beban tidak melebihi 25%, rugi-rugi daya cukup besar pada trafo 6 sebesar 19,5% siang hari dan 22,6% malam hari, trafo 6 memiliki nilai efisiensi yang rendah di bawah 90% yaitu 86,4% dan 89,1%. Hal ini terjadi karena besarnya beban dan rugi-rugi daya yang terjadi pada trafo 6.

Fajri (2018) Pelanggan yang dilayani oleh Rayon Panam mengeluhkan terjadinya pemadaman yang terjadi, salah satu penyulang yang ada pada Rayon Panam yaitu penyulang kualu. Penyulang kualu mengalami gangguan sepanjang tahun 2016 sebanyak 54 kali dan durasi gangguan 21,95 jam. Untuk menghitung kehandalan jaringan distribusi dapat dilakukan menggunakan metode gabungan (*Section Technique-RIA*). Dari hasil

perhitungan, nilai kehandalan penyulang kwalu untuk SAIFI 5,096 gangguan/pelanggan/tahun, nilai SAIDI 15,296 jam/pelanggan/tahun dan CAIDI 3,001 jam/tahun. Nilai yang didapat dibandingkan dengan SPLN 59 Tahun 1985 dan diketahui penyulang kwalu tidak handal karna nilai SAIFI dan SAIDI melebihi standar yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan analisa prioritas gangguan menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*) dan diketahui gangguan alam yang menjadi penyebab utama terjadinya gangguan dan akibat kerusakan berupa tiang listrik miring, kabel putus, penangkal petir tidak berfungsi, hubung singkat, konektor tidak stabil/renggang, *jumper* putus. Sedangkan analisa terhadap kepuasan pelanggan penyulang kwalu berdasarkan dimensi kehandalan (*Reability*), daya tanggap (*Responsive*), bukti fisik (*Tangible*), jaminan (*assurance*) dan empati (*Emphaty*) diketahui pelanggan merasa cukup puas terhadap pelayanan yang diberikan oleh penyulang kwalu.

Dari hasil penelitian-penelitian terdahulu, penelitian ini lebih dekat dengan penelitian fasriyal. Keunggulan penelitian ini dibandingkan penelitian fasriyal ialah selain melakukan pengukuran besaran listrik dan melakukan pendekatan sosial melalui kuesioner, penelitian ini juga mengkaji hubungan kualitas daya listrik terhadap pelayanan menggunakan metode regresi linier sederhana.

2.2. Kualitas daya listrik

Kualitas daya listrik dicirikan melalui tegangan dan arus pada suatu waktu dan lokasi tertentu pada sistem tenaga. Gangguan kualitas daya listrik disebabkan dari berbagai kondisi peralatan yang mempunyai tegangan dan arus yang tidak stabil, peralatan yang dimaksud adalah peralatan elektronik yang kini menjadi sasaran penting dalam penunjang suatu kegiatan kerja. Akibat dari gangguan kualitas daya listrik menyebabkan banyak kerugian di berbagai macam bidang seperti dibidang industri, telekomunikasi, teknologi, informasi, pertambangan, transportasi umum, institusi pendidikan dan lain-lain yang semuanya dapat beroperasi karena tersedianya energi listrik. Contoh efek gangguan kualitas daya listrik yang dapat dilihat adalah apabila peralatan seperti mesin-mesin listrik, motor, komputer, dan mesin-mesin industri tidak berfungsi dengan baik karena terjadinya gangguan kualitas daya listrik.

Terdapat empat alasan utama, mengapa para ahli dan praktisi di bidang tenaga listrik memberikan perhatian lebih pada isu kualitas daya listrik (Dugan, 1996), yaitu :

1. Pertumbuhan beban-beban listrik dewasa ini bersifat lebih peka terhadap kualitas daya listrik seperti sistem kendali dengan berbasis pada mikroprosesor dan perangkat elektronika daya.
2. Meningkatnya perhatian yang ditekankan pada efisiensi sistem daya listrik secara menyeluruh, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan penggunaan peralatan yang mempunyai efisiensi tinggi, seperti pengaturan kecepatan motor listrik dan penggunaan kapasitor untuk perbaikan faktor daya. Penggunaan peralatan-peralatan tersebut dapat mengakibatkan peningkatan terhadap tingkat harmonik pada sistem daya listrik, di mana para ahli merasa khawatir terhadap dampak harmonisa tersebut di masa mendatang yang dapat menurunkan kemampuan dari sistem daya listrik itu sendiri.
3. Meningkatnya kesadaran bagi para pengguna energi listrik terhadap masalah kualitas daya listrik. Para pengguna utilitas kelistrikan menjadi lebih pandai dan bijaksana mengenai persoalan seperti interupsi, sags, dan peralihan transien dan merasa berkepentingan untuk meningkatkan kualitas distribusi daya listriknya.
4. Sistem tenaga listrik yang saling berhubungan dalam suatu jaringan interkoneksi, di mana sistem tersebut memberikan suatu konsekuensi bahwa kegagalan dari setiap komponen dapat mengakibatkan kegagalan pada komponen lainnya.

Terdapat beberapa definisi yang berbeda terhadap pengertian tentang kualitas daya listrik, tergantung kerangka acuan yang digunakan dalam mengartikan istilah tersebut. Sebagai contoh suatu pengguna utilitas kelistrikan dapat mengartikan kualitas daya listrik sebagai keandalan, di mana dengan menggunakan angka statistik 99,98 persen, sistem tenaga listriknya mempunyai kualitas yang dapat diandalkan. Suatu industri manufaktur dapat mengartikan kualitas daya listrik adalah karakteristik dari suatu catu daya listrik yang memungkinkan peralatan-peralatan yang dimiliki industri tersebut dapat bekerja dengan baik. Karakteristik yang dimaksud tersebut dapat menjadi sangat berbeda untuk berbagai kriteria.

Kualitas daya listrik adalah setiap masalah daya listrik yang berbentuk penyimpangan tegangan, arus atau frekuensi yang mengakibatkan kegagalan ataupun kesalahan operasi pada peralatan-peralatan yang terjadi pada konsumen energi listrik (Dugan, 1996). Daya adalah suatu nilai dari energi listrik yang dikirimkan dan didistribusikan, di mana besarnya daya listrik tersebut sebanding dengan perkalian besarnya tegangan dan arus listriknya. Sistem suplai daya listrik dapat dikendalikan oleh kualitas dari tegangan, dan tidak dapat dikendalikan oleh arus listrik karena arus listrik berada pada sisi beban yang bersifat individual, sehingga pada dasarnya kualitas daya adalah kualitas dari tegangan itu sendiri (Dugan, 1996)..

Ukuran keandalan dan kualitas daya listrik secara umum ditentukan oleh beberapa parameter sebagai berikut :

1. Frekuensi dengan satuan *Hertz* (Hz).

Yaitu jumlah siklus arus bolak-balik (*Alternating Current*, AC) per detik. Beberapa negara termasuk Indonesia menggunakan frekuensi listrik standar, sebesar 50 Hz.

Frekuensi listrik ditentukan oleh kecepatan perputaran dari turbin sebagai penggerak mula. Salah satu contoh akibat dari frekuensi listrik yang tidak stabil adalah akan mengakibatkan perputaran motor listrik sebagai penggerak mesin-mesin produksi di industri manufaktur juga tidak stabil, dimana hal ini akan mengganggu proses produksi.

Gangguan-gangguan yang terjadi pada sistem frekuensi:

- a. Penyimpangan terus-menerus (*continuous deviation*); frekuensi berada diluar batasnya pada saat yang lama (secara terus-menerus), frekuensi standar 50 Hz dengan toleransi 0,6 Hz (49,4 – 50,6 Hz).
- b. Penyimpangan sementara (*transient deviation*); penurunan atau penaikan frekuensi secara tiba-tiba dan sesaat.

2. Tegangan dengan satuan *Volt* (V).

Tegangan yang baik adalah tegangan yang tetap stabil pada nilai yang telah ditentukan. Walaupun terjadinya fluktuasi (ketidakstabilan) pada tegangan ini tidak dapat dihindarkan, tetapi dapat diminimalkan.

Gangguan pada tegangan antara lain:

- a. Fluktuasi Tegangan; seperti: tegangan lebih (*overvoltage*), tegangan kurang (*undervoltage*) dan tegangan getar (*flicker*).

Tegangan lebih pada sistem akan mengakibatkan arus listrik yang mengalir menjadi besar dan mempercepat kemunduran isolasi sehingga menyebabkan kenaikan rugi-rugi daya dan operasi, memperpendek umur kerja peralatan dan yang lebih fatal akan terbakarnya peralatan tersebut. Peralatan-peralatan yang dipengaruhi saat terjadi tegangan lebih adalah transformer, motor-motor listrik, kapasitor daya dan peralatan kontrol yang menggunakan coil/kumparan seperti *solenoid valve*, *magnetic switch* dan relay. Tegangan lebih biasanya disebabkan karena eksitasi yang berlebihan pada generator listrik (*over excitation*), sambaran petir pada saluran transmisi, proses pengaturan atau beban kapasitif yang berlebihan pada sistem distribusi.

Tegangan kurang pada sistem akan mengakibatkan berkurangnya intensitas cahaya (redup) pada peralatan penerangan, bergetar dan terjadi kesalahan operasi pada peralatan kontrol seperti *automatic valve*, *magnetic switch* dan *auxiliary relay*, menurunnya torsi pada saat start (*starting torque*) pada motor-motor listrik. Tegangan kurang biasanya disebabkan oleh kurangnya eksitasi pada generator listrik (*drop excitation*), saluran transmisi yang terlalu panjang, jarak beban yang terlalu jauh dari pusat distribusi atau peralatan yang sudah berlebihan beban kapasitifnya.

- b. Kedip Tegangan (*voltage sag*); adalah turunnya tegangan (umumnya sampai 10%) dalam perioda waktu yang sangat singkat (dalam mili detik). Penyebabnya adalah hubungan singkat (*short circuit*) antara fasa dengan tanah atau fasa dengan fasa pada jaringan distribusi. Tegangan kedip dapat mengakibatkan gangguan pada: stabilisator tegangan arus DC, *electromagnetic switch*, *variable speed motor*, *high voltage discharge lamp* dan *under voltage relay*.
- c. Harmonisa Tegangan (*voltage harmonic*); adalah komponen-komponen gelombang sinus dengan frekuensi dan amplitudo yang lebih kecil dari gelombang asalnya (bentuk gelombang yang cacat). Contoh :

Gelombang asal: $(28,3) \sin (t) \text{ kV}$.

Harmonisa ke-3: $(28,3/3) \sin (3 t) \text{ kV}$.

Harmonisa ke-5: $(28,3/5) \sin (5 t) \text{ kV}$.

Harmonisa Tegangan dapat mengakibatkan : panas yang berlebihan, getaran keras, suara berisik dan terbakar pada peralatan kapasitor reactor (*power capacitor*); meledak pada peralatan power fuse (*power capacitor*); salah beroperasi pada peralatan breaker; suara berisik dan bergetar pada peralatan rumah tangga (seperti : TV, radio, lemari pendingin dsb.) ; dan pada peralatan motor listrik, elevator dan peralatan-peralatan kontrol akan terjadi suara berisik, getaran yang tinggi, panas yang berlebihan dan kesalahan operasi. Kontribusi arus harmonisa akan menyebabkan cacat (distorsi) pada tegangan, tergantung seberapa besar kontribusinya.

Cara mengurangi pengaruh harmonisa tegangan yang terjadi pada sistem adalah dengan memasang *harmonic filter* yang sesuai pada peralatan-peralatan yang dapat menyebabkan timbulnya harmonisa seperti arus magnetisasi transformer, *static VAR compensator* dan peralatan-peralatan elektronika daya (seperti *inverter, rectifier, converter, dsb.*) .

- d. Ketidakseimbangan tegangan (*Unbalance Voltage*); umumnya terjadi di sistem distribusi karena pembebanan fasa yang tidak merata.

Gangguan-gangguan tegangan sebagaimana dijelaskan diatas dapat menyebabkan peralatan-peralatan yang menggunakan listrik, beroperasi secara tidak normal dan yang paling fatal adalah kerusakan atau terbakarnya peralatan.

3. Interupsi atau Pemadaman Listrik

Interupsi ini dapat dibedakan menjadi:

- a. Pemadaman yang direncanakan (*Planned Interruption/scheduled interruption*); adalah pemadaman yang terjadi karena adanya pekerjaan perbaikan atau perluasan jaringan pada sistem tenaga listrik.
- b. Pemadaman yang tidak direncanakan (*Unplanned Interruption*); adalah pemadaman yang terjadi karena adanya gangguan pada sistem tenaga listrik seperti hubung singkat (*short circuit*).

2.3. Masalah - Masalah Kualitas Daya Listrik

Permasalahan kualitas daya listrik disebabkan oleh gejala-gejala atau fenomena-fenomena elektromagnetik yang terjadi pada sistem tenaga listrik. Gejala elektromagnetik yang menyebabkan permasalahan kualitas daya adalah (Dugan, 1996) :

1. Gejala Peralihan (*Transient*), yaitu suatu gejala perubahan variabel (tegangan, arus dan lain-lain) yang terjadi selama masa transisi dari keadaan operasi tunak (*steady state*) menjadi keadaan yang lain.
2. Gejala Perubahan Tegangan Durasi Pendek (*Short-Duration Variations*), yaitu suatu gejala perubahan nilai tegangan dalam waktu yang singkat yaitu kurang dari 1 (satu) menit.
3. Gejala Perubahan Tegangan Durasi Panjang (*Long-Duration Variations*), yaitu suatu gejala perubahan nilai tegangan, dalam waktu yang lama yaitu lebih dari 1 (satu) menit.
4. Ketidakeimbangan Tegangan, adalah gejala perbedaan besarnya tegangan dalam sistem tiga fasa serta sudut fasanya.
5. Distorsi Gelombang adalah gejala penyimpangan dari suatu gelombang (tegangan dan arus) dari bentuk idealnya berupa gelombang sinusoidal.
6. Fluktuasi Tegangan, adalah gejala perubahan besarnya tegangan secara sistematis.
7. Gejala Perubahan Frekuensi Daya yaitu gejala penyimpangan frekuensi daya listrik pada suatu sistem tenaga listrik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

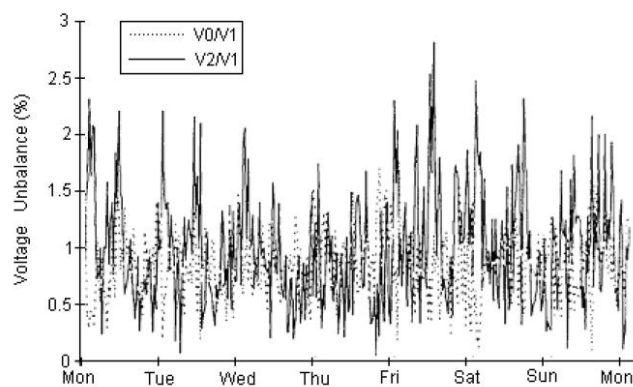
Tabel 2.1 Standar ANSI/IEEE *Power Quality*

| NO | Parameter | Maksimum |
|----|--|--|
| 1 | Regulasi tegangan keadaan mantab | +5, -10 s/d +10%, -15% (ANSI C84, 1-1970) adalah +6, -13% |
| 2 | Gangguan tegangan Drop tegangan sementara tegangan lebih transient | -25 s/d -30% Tidak lebih dari 0,5s -100% dengan lama 4 s/d 20ms |
| 3 | Distorsi tegangan harmonic | 3-5% (beban linier) |
| 4 | Noise | Tidak ada standart |
| 5 | Vareasi Frekuensi | 50 Hz \pm 0,5 Hz sampai 1 Hz |
| 6 | Perubahan Frekuensi | Sekitar 1 Hz |
| 7 | Ketidakseimbangan beban 3 | 2,5% s/d 5% |
| 8 | Faktor daya | 0,18 sampai dengan 0,9 |
| 9 | Kapasitas beban | 0,75 s/d 0,85 (beban terpasang) |

Sumber: IEEE No. 519-1992

2.4. Ketidakseimbangan Beban

Yang dimaksud ketidakseimbangan beban disini adalah ketidakseimbangan tegangan antar fasa, dengan besar dan sudut yang dibentuk tidak sesuai dengan standar yang berlaku, sehingga bila kondisi tegangan tidak seimbang terjadi artinya tegangan antar fasa tidak sama besarnya (BPPT, 2012).



Gambar 2.1 Keadaan Tegangan Tidak Seimbang

Sumber: BPPT, 2012

Gambar 2.1 memperlihatkan contoh pengukuran yang tidak seimbang pada satu titik jaringan rumah tangga selama satu minggu. Sebagai contoh, tegangan antar fasa dengan pembacaan 230, 232, dan 225 volt, jadi rata-rata adalah 229 volt. Penyimpangan maksimum dari rata-rata di antara tiga pembacaan adalah 4. Persentase ketidakseimbangan adalah $100 \times 4/229 = 1.7\%$.

Sumber utama *voltage unbalance* kurang dari 2% adalah adanya ketidakseimbangan beban fase tunggal pada rangkaian 3 fasa. *Voltage unbalance* dapat juga diakibatkan hasil dari anomali kapasitor bank seperti *blown fuse* pada salah satu fasa dari bank tiga fasa. *Voltage unbalance* yang parah (lebih besar dari 5%) dapat terjadi akibat beban fasa tunggal. Pada umumnya, *utility* menyediakan tegangan yang dijaga sehingga jarang terjadi *voltage unbalance*; karena ketidakseimbangan dapat menyebabkan gangguan suplai listrik dan efek pemanasan yang signifikan terhadap pembangkit, transmisi dan sistem distribusi. Ketidakseimbangan tegangan biasanya muncul pada pelanggan karena pengaturan beban yang tidak seimbang dalam beban satu fasa seperti tanur buses fasa tunggal. Dalam hal ini, mengakibatkan pemanasan berlebih pada motor dan trafo jika tidak dikoreksi.

2.5. Persamaan dan Rumus yang digunakan dalam Perhitungan

2.5.1. Perhitungan Arus Beban Penuh

Daya *Sub Distribution Panel* bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan (Dahlan, 2009) sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} V.I \tag{2.1}$$

Dimana:

- S = Daya semu *Sub Distribution Panel* (KVA)
- V = Tegangan sisi primer *Sub Distribution Panel* (V)
- I_{FL} = Arus Beban Penuh (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (*Full Load*) dapat menggunakan rumus:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3}V} \tag{2.2}$$

Dimana:

$$\begin{aligned}
 I_{FL} &= \text{Arus Beban Penuh (A)} \\
 S &= \text{Daya Semu Sub Distribution Panel (kVA)} \\
 V &= \text{Tegangan Sisi Sekunder Sub Distribution Panel (V)}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung persentase pembebanannya adalah sebagai berikut :

$$\%b = \frac{I_{PH}}{I_{FL}} 100\% \tag{2.3}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 \% b &= \text{Persentase Pembebanan (\%)} \\
 I_{PH} &= \text{Arus Fasa (A)} \\
 I_{FL} &= \text{Arus Beban Penuh (A)}
 \end{aligned}$$

2.5.2. Perhitungan Ketidakseimbangan Beban

$$I_{\text{Rata-rata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \tag{2.4}$$

Dimana besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang (I) sama dengan besarnya arus rata-rata, maka koefisien a, b dan c diperoleh (Dahlan, 2009) dengan :

$$a = \frac{I_R}{1} \tag{2.5}$$

$$b = \frac{I_S}{1} \tag{2.6}$$

$$c = \frac{I_T}{1} \tag{2.7}$$

Pada keadaan seimbang, besarnya koefisien a b c adalah 1 maka rata-rata ketidakseimbangan beban dalam (%) adalah :

$$= \frac{\{|a-1|+|b-1|+|c-1|\}}{3} 100\% \tag{2.8}$$

2.5.3. Perhitungan Rugi-Rugi Daya Akibat Adanya Arus Pada Penghantar Netral Sub Distribution Panel

Akibat ketidakseimbangan beban pada ketiga arus saluran mengakibatkan terdapatnya arus netral pada transformator sehingga menyebabkan rugi-rugi (Dahlan, 2009) yang besarnya:

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \tag{2.9}$$

$$\begin{aligned}
 P_N &= \text{rugi-rugi pada penghantar netral SDP (watt)} \\
 I_N &= \text{Arus yang mengalir pada netral SDP (Ampere)} \\
 R_N &= \text{Tahanan penghantar netral SDP (Ohm)}
 \end{aligned}$$

2.6 Statistik

Statistik sering digunakan ketika parameter yang menggambarkan karakteristik populasi tidak diketahui. Statistik akan mengambil sebagian (kecil) dari populasi untuk dilakukan pengukuran, kemudian hasil pengukuran tersebut dijadikan sebagai kesimpulan terhadap keseluruhan populasi. Sebagian (kecil) dari populasi tersebut dinamakan sample.

Terdapat dua jenis statistik yang digunakan ketika penelitian, yaitu : statistik deskriptif (*descriptive statistics*) dan statistik inferensi (*inferential statistics*). Statistik deskriptif hanya menggambarkan data atau seperti apa data ditunjukkan, sementara statistik inferensi mencoba untuk mencapai kesimpulan (bersifat induktif) dari data dengan kondisi yang lebih umum (Sudaryono, 2011)

Statistik deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga menaksir kualitas data berupa jenis variabel, ringkasan statistik (*mean, median, modus, standar deviasi, dll*), distribusi, dan representasi bergambar (grafik), tanpa rumus probabilitistik apapun (Sudaryono, 2011).

2.7 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sudaryono, 2011).

2.8 Sampel

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Dengan kata lain, sampel merupakan sebagian atau bertindak sebagai perwakilan dari populasi sehingga hasil penelitian yang berhasil diperoleh dari sampel dapat digeneralisasikan pada populasi. Untuk menentukan sampel dari populasi digunakan perhitungan maupun acuan tabel yang dikembangkan para ahli. Secara umum, untuk penelitian korelasional jumlah sampel minimal untuk memperoleh hasil yang baik adalah 30, sedangkan dalam penelitian eksperimen jumlah sampel minimum 15 dari masing-masing kelompok dan untuk penelitian survey jumlah sampel minimum adalah 100 (Sudaryono, 2011). Besaran atau ukuran sampel sangat tergantung dari besaran tingkat ketelitian atau kesalahan yang diinginkan peneliti. Namun, dalam hal tingkat kesalahan, pada penelitian sosial maksimal tingkat kesalahannya adalah 5% (0,05). Makin besar tingkat kesalahan maka makin kecil sampel. Namun yang perlu diperhatikan adalah semakin besar sampel (semakin mendekati populasi) maka semakin kecil peluang kesalahan generalisasi dan sebaliknya, semakin kecil sampel (menjauhi jumlah populasi)

maka semakin besar peluang kesalahan generalisasi. Adapun dalam penelitian ini rumus untuk menentukan jumlah sampel memakai *Formula Slovin* (Riduwan, 2005), yaitu :

$$n = \frac{N}{(1+Ne^2)} \quad (2.10)$$

Di mana:

- n = jumlah sampel
- N = total populasi
- e = *error tolerance*

2.9 Teknik Sampling

Teknik sampling merupakan suatu cara untuk menentukan banyaknya sampel dan pemilihan calon anggota sampel, sehingga setiap sampel yang terpilih dalam penelitian dapat mewakili populasinya baik dari aspek jumlah maupun dari aspek karakteristik yang dimiliki populasi.

Secara umum, ada dua jenis teknik pengambilan sampel yaitu, sampel acak atau *random sampling/probability sampling* dan sampel tidak acak atau *nonrandom sampling/nonprobability sampling*. Yang dimaksud dengan *random sampling* adalah cara pengambilan sampel yang memberikan kesempatan yang sama untuk diambil kepada setiap elemen populasi. Artinya jika elemen populasinya ada 100 dan yang akan dijadikan sampel adalah 25, maka setiap elemen tersebut mempunyai kemungkinan 25/100 untuk bisa dipilih menjadi sampel. Sedangkan yang dimaksud dengan *nonrandom sampling* atau *nonprobability sampling*, setiap elemen populasi tidak mempunyai kemungkinan yang sama untuk dijadikan sampel (Sudaryono, 2011).

Dua jenis teknik pengambilan sampel di atas mempunyai tujuan yang berbeda. Jika peneliti ingin hasil penelitiannya bisa dijadikan ukuran untuk mengestimasi populasi, atau istilahnya adalah melakukan generalisasi maka seharusnya sampel representatif dan diambil secara acak. Namun jika peneliti tidak mempunyai kemauan melakukan generalisasi hasil penelitian maka sampel bisa diambil secara tidak acak. Sampel tidak acak biasanya juga diambil jika peneliti tidak mempunyai data pasti tentang ukuran populasi dan informasi lengkap tentang setiap elemen populasi.

2.9.1. Non Probability Sampel

Non probability artinya setiap anggota populasi tidak memiliki kesempatan atau peluang yang sama sebagai sampel. Teknik-teknik yang termasuk ke dalam Non Probability ini antara lain : Sampling Sistematis, Sampling Kuota, Sampling Insidental, Sampling Purposive, Sampling Jenuh, Dan Snowball Sampling.

2.9.1.1 Sampling Insidental

Insidental merupakan teknik penentuan sampel secara kebetulan atau siapa saja yang kebetulan bertemu dengan peneliti yang dianggap cocok dengan karakteristik sampel yang ditentukan akan dijadikan sampel. Misalnya penelitian tentang kepuasan pelanggan pada pelayanan Mall A. sampel ditentukan berdasarkan ciri-ciri usia di atas 15 tahun dan baru pernah ke Mall A tersebut, maka siapa saja yang kebetulan bertemu di depan Mall A dengan peneliti yang berusia 15 tahun akan dijadikan sampel

2.10 Uji Validitas

Validitas berasal dari kata *validity* yang mempunyai arti sejauh mana ketetapan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya. Suatu tes dikatakan valid apabila tes tersebut mengukur apa yang hendak diukur. Tes memiliki validitas yang tinggi jika hasilnya sesuai dengan kriteria, dalam arti memiliki kesejajaran antara tes dan kriteria. Sisi lain dari pengertian validitas adalah aspek kecermatan pengukuran. Suatu alat ukur yang valid tidak hanya mampu menghasilkan data yang tepat akan tetapi juga harus memberikan gambaran yang cermat mengenai data tersebut (Azwar 2009).

Uji validitas berguna untuk mengetahui apakah ada pernyataan – pernyataan pada kuesioner yang harus dibuang/diganti karena dianggap tidak relevan. Teknik untuk mengukur validitas kuesioner adalah sebagai berikut dengan menggunakan metode *Corrected Item Total Correlation* yaitu dengan mengkorelasikan antara skor tiap item dengan skor total dan melakukan koreksi terhadap nilai *koefisien korelasi* yang overestimasi. Hal ini agar tidak terjadi *koefisien item total* yang *overestimasi* (estimasi nilai yang lebih tinggi dari yang sebenarnya).

Metode pengambilan keputusan pada uji validitas ini menggunakan batasan r tabel dengan signifikansi 0,05 dan uji 2 sisi, atau menggunakan batasan 0,3, Artinya jika nilai korelasi lebih dari batasan yang ditentukan maka item dianggap valid, sedangkan jika kurang dari batasan yang ditentukan maka item dianggap tidak valid (Azwar, 2009).

2.11 Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah serangkaian pengukuran atau serangkaian alat ukur yang memiliki konsistensi bila pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur itu dilakukan secara berulang. Reliabilitas tes adalah tingkat keajegan (konsistensi) suatu tes, yakni sejauh mana suatu tes dapat dipercaya untuk menghasilkan skor yang ajeg, relatif tidak berubah walaupun ditekankan pada situasi yang berbeda-beda. reliabilitas suatu tes adalah seberapa besar derajat tes mengukur secara konsisten sasaran yang diukur. Reliabilitas dinyatakan dalam bentuk angka, biasanya sebagai koefisien. Koefisien tinggi berarti reliabilitas tinggi (Azwar, 2009). Dapat disimpulkan bahwa reliabilitas adalah suatu keajegan suatu tes untuk mengukur atau mengamati sesuatu yang menjadi objek ukur.

Uji reliabilitas berguna untuk menetapkan apakah instrumen yang dalam hal ini kuesioner dapat digunakan lebih dari satu kali, paling tidak oleh responden yang sama akan menghasilkan data yang konsisten. Dengan kata lain, reliabilitas instrumen mencirikan tingkat konsistensi. Instrumen kuesioner yang tidak reliabel maka tidak dapat konsisten untuk pengukuran sehingga hasil pengukuran tidak dapat dipercaya. Uji reliabilitas yang banyak digunakan pada penelitian yaitu menggunakan metode *Cronbach Alpha*.

Metode pengambilan keputusan pada uji reliabilitas biasanya menggunakan batasan 0,6. Menurut, reliabilitas kurang dari 0,6 adalah kurang baik, sedangkan 0,7 dapat diterima, dan di atas 0,8 adalah baik (Uma, 1992). Pengukuran validitas dan reliabilitas mutlak dilakukan, karena jika instrumen yang digunakan sudah tidak valid dan reliabel maka dipastikan hasil penelitiannya pun tidak akan valid dan reliabel. Sugiyono (2007) menjelaskan perbedaan antara penelitian yang valid dan reliabel dengan instrumen yang valid dan reliabel sebagai berikut:

Penelitian yang valid artinya bila terdapat kesamaan antara data yang terkumpul dengan data yang sesungguhnya terjadi pada objek yang diteliti. Artinya, jika objek berwarna merah, sedangkan data yang terkumpul berwarna putih maka hasil penelitian tidak valid. Sedangkan penelitian yang reliabel bila terdapat kesamaan data dalam waktu yang berbeda. Kalau dalam objek kemarin berwarna merah, maka sekarang dan besok tetap berwarna merah.

2.12 Skala Likert

Skala likert yang juga disebut *summated ratings scale*, merupakan teknik pengukuran sikap paling luas digunakan dalam riset pemasaran. Skala ini memungkinkan responden untuk mengekspresikan intensitas perasaan responden. Pertanyaan yang diberikan adalah pertanyaan tertutup. Pilihan dibuat berjenjang mulai dari intensitas paling rendah sampai paling tinggi. Pilihan jawaban bisa tiga, lima, tujuh, dan sembilan. Yang pasti ganjil (Riduwan, 2005)

Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Fenomena sosial ini disebut variabel penelitian yang telah ditetapkan secara spesifik oleh peneliti. Jawaban dari setiap instrument yang menggunakan Skala Likert mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif yang dapat berupa kata-kata antara lain : sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, sangat tidak setuju ; selalu, sering, kadang-kadang, tidak pernah. (Sudaryono, 2011)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.