

PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL TRAFO PADA GARDU DISTRIBUSI DI PT. PLN (Persero) ULP LARANTUKA

*INFLUENCE OF EQUALITY OF LOADING ON TRAFO NETRAL CURRENT IN DISTRIBUTION
GROUPS AT PT PLN (Persero) ULP LARANTUKA*

Hilarius Tonda, I Made Parsa dan Crispinus P. Tamal

Proram Studi Pendidikan Teknik Elektro FKIP Undana
e-mail: hilarius_tonda@yahoo.co.id, madeparsa@staf.undana.ac.id dan
crispinus_tamal@staf.undana.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral pada trafo gardu distribusi dan mengetahui seberapa besar pengaruh ketidakseimbangan terhadap arus netral trafo gardu distribusi. Penelitian ini menggunakan metodologi survey, dan metodologi kuantitatif. Analisis data yang digunakan adalah uji persyaratan analisis uji normalitas data, uji homogenitas data serta teknik analisis data dengan menggunakan analisis regresi tunggal dan koefisien determinasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral yang dihasilkan sebelum pemerataan beban diperoleh nilai berdasarkan pengujian tabel diatas diperoleh nilai t hitung = **-2.151** nilai signifikasinya (sig) sebesar 0,040 dan nilai t tabel = (df = 30 – 2 = 28 yaitu dua arah / 0,025 maka diperoleh t tabel **1701**,(lampiran 5 hal 123) sehingga **-2.151 1701** dan signifikasinya sebesar **0,040 0,05** maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap arus netral. Sedangkan pengaruh ketidakseimbangan terhadap persentase beban setelah pemerataan berdasarkan hasil analisis regresi diatas diperoleh nilai t hitung = **-3.037** nilai signifikasinya (sig) sebesar **0,005** dan nilai t tabel = (df = 30 – 2 = 28 yaitu dua arah / 0,025 maka diperoleh t tabel **1701**, sehingga **-3.030 1701** dan signifikasinya sebesar **0,005 0,05** maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan.

Kata Kunci: *Ketidakeimbangan Beban, Arus Netral, Persentase beban*

Abstract

*This study aims to determine the effect of load imbalance on neutral current in distribution substation transformers and to find out how much the imbalance affects the neutral current of distribution substation transformers. This study uses survey methodology, and quantitative methodology. The data analysis used is an analysis requirements test, data normality test, data homogeneity test, and data analysis techniques using single regression analysis and determination coefficient. The results of this study show that the effect of load imbalance on the neutral current generated before load equalization is obtained based on the test of the table above, the value of t calculation = **-2,151** is obtained the value of the significance (sig) of 0.040 and the value of t table = (df = 30 – 2 = 28 i.e. bidirectional / 0.025 then t table **1701**, (attachment 5 page 123) so that **-2,151 1701** and the significance is **0.040 0.05** then it can be concluded that there is an influence between the load imbalance on the neutral current. While the effect of imbalance on the percentage of load after equalization based on the results of the regression analysis above, the value of t calculation = **-3.037** is obtained, the significance value (sig) is **0.005** and the value of t table = (df = 30 – 2 = 28, which is bidirectional / 0.025, then t table **1701** is obtained, so **-3,030 1701** and the significance is **0.005 0.05** Therefore, it can be concluded that there is an effect between the imbalance of the load on the percentage of loading.*

Keywords: *Load Imbalance, Neutral Current, Load Percentage*

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang sangat didambakan oleh segenap warga masyarakat sebagai sumber energi untuk berbagai kegiatan seperti penerangan, informasi maupun industri. Pembangkit listrik biasanya berlokasi yang berjarak cukup jauh dari pemukiman, pabrik maupun

daerah komersial. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem penyaluran listrik untuk mendistribusikan listrik dari pembangkit ke konsumen akhir. Sistem distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik dimana sistem ini bertujuan untuk menyalurkan energy listrik dari unit pembangkit listrik ke konsumen akhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. System Distribusi

Sistem distribusi tenaga listrik pada dasarnya merupakan suatu proses untuk menyalurkan tenaga listrik dari sistem transmisi tenaga listrik 150 kV ke konsumen, baik konsumen 20 kV ataupun konsumen 220/380 V. Sistem distribusi yang lebih kompleks jaringannya adalah sistem distribusi tegangan rendah yang mempunyai cakupan jaringan yang sangat luas. Hal ini menyebabkan sistem distribusi tegangan rendah menjadi tidak seimbang, karena pada umumnya pelanggan rumah tangga memanfaatkan tenaga listrik satu fasa. Akibatnya dari sistem distribusi tegangan rendah yang tidak seimbang tentunya akan berpengaruh terhadap banyak hal, seperti: kinerja trafo menurun, panas berlebihan pada fasa beban lebih, drop tegangan ujung pada jaringan fasa beban lebih. Jaringan distribusi umumnya terdiri dari dua bagian yaitu jaringan distribusi primer dan sekunder. Jaringan distribusi primer adalah jaringan tenaga listrik yang menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk ke gardu distribusi.

2. Transformator

Transformator merupakan peralatan listrik elektromagnetik yang digunakan untuk memindahkan dan mengubah energy listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya.

Transformator ini memiliki peran yang cukup penting dalam proses pendistribusian yang terjadi pada tenaga listrik. Peran utama dari transformator ini ialah untuk menaikkan arus listrik yang sumbernya dari PLN hingga ke angka ratusan KV untuk didistribusikan. terdapat dua jenis kumparan yaitu kumparan primer dan sekunder, kumparan primer merupakan lilitan pada satu inti besi dan menjadi tempat masuknya arus sedangkan kumparan sekunder merupakan lilitan sisi lainnya dari inti besi dan menjadi tempat keluarnya arus. Untuk menaikkan tegangannya maka jumlah lilitan primer harus lebih sedikit dari lilitan sekunder dan untuk menurunkan tegangan maka jumlah lilitan primer harus lebih banyak dari lilitan sekundernya. Daya trafo ditinjau dari sisi tegangan primer dapat ditulis sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

Dimana:

S = Daya trafo (kVA)

V = Tegangan sisi primer transformator (kV)

I = Arus jala-jala (A)

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

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

Dimana:

I_{FL} = Arus

beban penuh

S = Daya

Transformator (kVA)

V = Tegangan sisi sekunder (kV)

Besarnya presentase kenaikan beban yang dilayani dapat dihitung:

$$\% \text{pembebanan} = \frac{I_{\text{rata-rata beban}}}{I_{\text{beban penuh transformator}}} \times 100\%$$

Dimana:

$I_{\text{rata-rata beban}}$ = Arus rata-rata beban yang digunakan (A)

$I_{\text{beban penuh transformator}}$ = Arus beban penuh transformator (A)

(Sumanto & dkk. 1996)

3. Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan merupakan suatu bangunan gardu transformator yang memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para konsumen baik konsumen tegangan menengah maupun tegangan rendah. Fungsi gardu distribusi adalah untuk menurunkan tegangan yang lebih tinggi menjadi tegangan rendah. Saluran daya dengan menggunakan gardu distribusi menggunakan sistem tiga fasa untuk jaringan menengah (JTM), dan jaringan tegangan rendah (JTR), dengan jaringan tiga fasa memiliki kapasitas yang cukup besar. Sistem tiga fasa tersedia untuk seluruh daerah pelayanan distribusi walaupun sebagian besar konsumen mendapatkan layanan distribusi satu fasa. Konstruksi gardu distribusi dirancang sesuai dengan biaya yang dimaksud dan tujuan penggunaan yang kadangkala sesuai dengan peraturan daerah setempat.

4. Ketidakseimbangan Beban

Ketidakseimbangan beban yang terjadi pada sistem gardu distribusi PT. PLN Persero wilayah Flores timur dan ketidakseimbangan beban tersebut terjadi karena pemakaian saluran sambungan rumah yang berlebihan

tampa memperhatikan kapasitas daya trafo di gardu distribusi. Pada sistem distribusi tiga fasa idealnya daya listrik dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semua seimbang, P pembangkit sama dengan P pemakai, dan juga pada tegangan seimbang antara fasa satu dan fasa lainnya mempunyai beda fasa 120° . Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada tiga yaitu: ketiga vector sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain, ketiga vector tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain, ketiga vector tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain. Untuk menghitung ketidakseimbangan beban maka menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_{rata\ rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

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

$$a = \frac{I_R}{I}$$

$$b = \frac{I_S}{I}$$

$$c = \frac{I_T}{I}$$

Dengan I_R , I_S , I_T berturut-turut adalah arus di fasa R, S, T. Pada keadaan seimbang besar koefisien a, b, dan c adalah 1. Dengan demikian untuk menentukan presentase ketidakseimbangan beban rata-rata (dalam %) dapat digunakan persamaan berikut: (Zuhal, 1995)

$$\% \text{ Keseimbangan} = \frac{(a-1+b-1+c-1)}{3} \times 100\%$$

5. Arus Netral

Pada sistem distribusi tiga fasa jika pada masing- masing fasa mengalir arus yang sama besar maka dikatakan beban seimbang. Jika terjadi selisih yang cukup besar antar beban fasa R, S, T maka akan munculnya arus netral, semakin besar ketidakseimbangan beban maka akan semakin besar pula arus netral. Arus netral pada sistem distribusi tenaga listrik dikenal sebagai arus yang mengalir pada kawat netral di sistem distribusi tegangan rendah tiga fasa empat kawat.. Karena pada beban tidak seimbang akan muncul arus netral maka, persamaannya sebagai berikut:

$$I_N = I_R + I_S + I_T$$

Dimana arus netral dapat diperhitungkan dengan rumus:

$$I_N = \sqrt{(I_R^2) + (I_S^2) + (I_T^2) - (I_R \times I_S) - (I_R \times I_T) - (I_S \times I_T)}$$

Keterangan:

I_N = arus fasa N

I_R = arus fasa R

I_S = arus fasa S

I_T = arus fasa T

(Suhadi & dkk. 2008)

III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kabupaten Flores Timur, Larantuka, Nusa Tenggara Timur. Lokasi ini dipilih karena peneliti ingin meneliti pengaruh pemerataan beban terhadap arus netral di gardu distribusi, peneliti juga meneliti pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap presentase pembebanan trafo gardu distribusi.

B. Metode Menentukan Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral

Pembebanan yang tidak seimbang menyebabkan arus netral pada transformator menjadi tinggi. Pemerataan beban dilakukan untuk memperbaiki kualitas beban yang dikirim. Dengan beban yang seimbang dapat menghasilkan pergeseran sudut antar fasa 120° . Hal ini berpengaruh terhadap arus netral yang terjadi dimana arus netral akan menjadi nol. Maka penulis melakukan analisis pemerataan beban terhadap arus netral yang menggunakan beberapa metode antara lain:

1. Pengukuran presentase pembebanan

Untuk menentukan presentase pembebanan pada trafo penulis beserta tim inspeksi gardu melakukan pengukuran terhadap arus netral pada fasa R, S, T, N pada trafo gardu distribusi waktu beban puncak antara jam 18.00 – 21.00 wita.

2. Pengukuran ketidakseimbangan beban

Untuk menentukan nilai beban tidak seimbang penulis dan tim inspeksi gardu juga melakukan pengukuran terhadap fasa R, S, T, N sebelum dan sesudah melakukan pemerataan beban.

3. Pengukuran nilai arus netral Untuk menentukan nilai arus netral penulis melakukan pengukuran pada penghantar netral dengan menggunakan tang ampere.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang

mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan menurut (Sugiyono, 2011).

2. Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2011). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari suatu populasi. Dari suatu populasi tersebut maka sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 gardu yang mengalami ketidakseimbangan beban dilingkup kerja PT PLN ULP Lantuka.

D. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dimulai dari variable yang diamati yaitu mencakup kondisi ketidakseimbangan beban gardu distribusi dan bagaimana cara menyeimbangkan beban pada tiap-tiap fasa. Teknik pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini berupa observasi atau pengamatan langsung selanjutnya pengambilan data dengan metode observasi dilakukan dengan cara mencari data teknis berupa:

1. Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan pada tahap ini adalah mengukur tegangan arus fasa R, S, T, dan N pada transformator gardu distribusi, dan pengukuran ini menggunakan tang amper.

2. Pengolahan data

Pengolahan data adalah rangkaian pengolahan untuk menghasilkan informasi atau menghasilkan pengetahuan dari data mentah. Pengolahan data meliputi kegiatan berikut ini:

a. Persiapan

(Editing).

b. Tabulasi.

3. Penyajian Data penelitian

Data yang sudah diolah kemudian sajikan dalam bentuk tertentu.

E. Uji Persyaratan

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normal tidaknya suatu distribusi data. Uji normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan rumus Kolmogrov-Smirnov. Menggunakan SPSS 29.0 dengan kriteria pengujian jika nilai signifikansi Asymp Sig. < 0,05 maka data tersebut dinyatakan tidak normal.

N = Banyaknya angka pada data

2. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas dalam penelitian ini menggunakan Uji Fisher menggunakan SPSS versi 29.0. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kedua sampel tersebut memiliki varian yang homogen atau tidak homogen.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi dan Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. PLN (Persero) ULP Lantuka kelurahan Weri, Kabupaten Flores Timur. Peneliti melakukan penelitian digardu distribusi milik PT. PLN (Persero) ULP Lantuka yang mengalami masalah ketidakseimbangan beban. Ketidakseimbangan beban pada jaringan distribusi sering terjadi, dan penyebab dari ketidakseimbangan beban tersebut adalah pada pengaturan beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah yang tidak memperhatikan kapasitas daya trafo gardu distribusi. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut maka timbulah arus netral pada trafo gardu distribusi, dan arus yang mengalir pada netral trafo ini akan mempengaruhi penyaluran energi listrik kepada konsumen dimana jika terjadi jatuhnya tegangan pada system distribusi yang akan disalurkan kepada konsumen akan menjadi tidak standar lagi sesuai dengan SPLN No. 72 Tahun 1997 dimana jatuhnya tegangan yang diperbolehkan dalam penyaluran distribusi hanya boleh di bawah 10%.

B. Penyajian Persyaratan Pengolahan Data

Sebelum pengolahan data (uji hipotesis) dilakukan, terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan data pengolahan data. Adapun uji persyaratan tersebut adalah:

1. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normal atau tidaknya suatu data distribusi. Uji normalitas dapat digunakan menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov. Teknik uji ini dilakukan apabila data yang diuji merupakan data tunggal, bukan data dalam distribusi frekuensi kelompok.

Berdasarkan pengujian pada tabel di bawah menunjukkan bahwa nilai signifikansi (sig) untuk data ketidakseimbangan beban dan arus netral sebelum pemerataan beban sebesar 0.031 0,05. Maka data tersebut berdistribusi tidak normal.

2. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas dalam penelitian ini menggunakan Uji Fisher menggunakan SPSS versi 29.0. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kedua atau lebih sampel

tesebut memiliki varian yang homogen atau tidak homogen. Untuk melakukan pengujian tersebut maka dapat digunakan taraf signifikansi sebesar $= 0,05$ dengan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Varians Populasi Data adalah Homogen
 H_a : Varians Populasi Data adalah tidak Homogen

Pengambilan keputusan

Jika signifikansi pengujian data $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika signifikansi pengujian data $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

Data yang dipakai dalam pengujian homogenitas ini adalah arus netral dan persentase beban sebelum pemerataan untuk lebih meyakinkan lagi bahwa data tersebut memiliki varian yang sama (homogen), dilakukan uji fiser dengan bantuan program SPSS 29.0 dan menghasilkan *output* seperti yang tertera pada tabel di bawah.

| | | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----|--------|------|
| aras netral dan persentase beban | Based on Mean | .003 | 1 | 58 | .953 |
| | Based on Median | .031 | 1 | 58 | .861 |
| | Based on Median and with adjusted df | .031 | 1 | 58.000 | .861 |
| | Based on trimmed mean | .007 | 1 | 58 | .936 |

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel di atas diperoleh nilai signifikansi (sig) sebesar 0,936 $> 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa varian tersebut adalah homogen dengan mengacu pada teori dan hasil pengujian normalitas dan homogenitas dengan menggunakan IBM SPSS versi 29.0 yang menunjukkan data normal dan homogenitas

3. Pengolahan Data (Pengujian Hipotesis)

Sebelum pengolahan data (pengujian hipotesis) dilakukan, maka terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan. Adapun uji persyaratan tersebut dilakukan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap arus netral trafo gardu distribusi
 Uji hipotesis berfungsi untuk mengetahui apakah koefisien regresi signifikan atau tidak. Untuk mengetahui adanya pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral yang dihasilkan digunakan analisis

regresi tunggal. Adapun yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam analisis regresi dengan melihat nilai signifikansi (Sig) lebih kecil dari probabilitas 0,05 berarti bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap arus netral. Dan jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka tidak ada pengaruh antar ketidakseimbangan beban terhadap arus netral yang dihasilkan. Tabel dibawah ini merupakan hasil uji regresi nilai ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral yang dihasilkan menggunakan data sebelum pemerataan dengan menggunakan data sebelum pemerataan dengan menggunakan SPSS 29.0

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | t | Sig. |
|-------|--------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--|--------|-------|
| | | B | Std. Error | Beta | | | |
| 1 | (Constant) | 54.731 | 12.878 | | | 4.290 | <.001 |
| | KETIDAK SEIMBANGAN BEBAN | -.530 | .246 | -.377 | | -2.151 | .040 |

a. Dependent Variable: ARUS NETRAL

Dengan demikian terbentuk persamaan

$$Y = a + bX$$

$$Y = 54.731 + (-0,530) X$$

Konstan sebesar 54.701 artinya jika pengaruh keseimbangan beban (X) nilainya adalah 0, maka nilai arus netral (Y) positif adalah 54.731. Koefisien regresi variable ketidakseimbangan beban (X) -0,530 artinya jika ketidakseimbangan beban mengalami kenaikan 1%. Maka (X) ketidakseimbangan beban akan meningkat sebesar -0,530. Karena nilai koefisien regresi bernilai positif dapat dikatakan bahwa ketidakseimbangan beban (X) berpengaruh positif terhadap (Y) arus netral. Penyeimbangan beban yang tepat maka nilai arus netral berkurang. Berdasarkan pengujian tabel di atas diperoleh nilai t hitung = **-2.151** nilai signifikasinya (sig) sebesar 0,040 dan nilai t tabel = $(df = 30 - 2 = 28)$ yaitu dua arah / 0,025 maka diperoleh t tabel 1701, sehingga -2.151 < 1701 dan signifikasinya sebesar 0,040 $< 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap arus netral.

2. Terdapat pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan gardu distribusi Uji hipotesis berfungsi untuk mengetahui apakah koefisien regresi signifikan atau tidak. Untuk mengetahui adanya pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan yang dihasilkan digunakan analisis regresi tunggal. Adapun yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam analisis regresi dengan melihat nilai signifikansi (Sig) lebih kecil dari probabilitas 0,05 berarti bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap arus netral. Dan jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka tidak ada pengaruh antar ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan yang dihasilkan. Tabel di bawah ini merupakan hasil uji regresi nilai ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi persentase pembebanan yang dihasilkan menggunakan SPSS 29.0.

| persentase beban | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|-------|
| Coefficients ^a | | | | | | |
| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 59.125 | 11.085 | | 5.334 | <.001 |
| | ketidakseimbangan | -.655 | .212 | -.504 | -3.090 | .004 |

a. Dependent Variable: persentase beban

Dengan demikian terbentuk persamaan $Y = a + bX$
 $Y = 59.125 + (-0,655) X$

Konstan sebesar 59.125 artinya jika pengaruh keseimbangan beban (X) nilainya adalah 0, maka nilai persentase beban (Y) positif adalah 59.125. Koefisien regresi variabel ketidakseimbangan beban (X) - 0,655 artinya jika ketidakseimbangan beban mengalami kenaikan 1%. Maka (X) ketidakseimbangan beban akan meningkat sebesar -0,655. Karena nilai koefisien regresi bernilai positif dapat dikatakan bahwa ketidakseimbangan beban (X) berpengaruh positif terhadap (Y) persentase pembebanan. Penyeimbangan beban yang tepat maka nilai persentase pembebanan berkurang. Berdasarkan pengujian tabel di atas diperoleh nilai t hitung = - 3.090 nilai signifikasinya (sig)

sebesar 0,004 dan nilai t tabel = (df = 30 – 2 = 28 yaitu dua arah /0,025 maka diperoleh t tabel 1701, sehingga - 3.090 < 1701 dan signifikasinya sebesar 0,004 < 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan.

C. Interpretasi dan Pembahasan

1. Interpretasi Pembahasan

a. Pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral trafo gardu distribusi

Hasil uji hipotesis telah diketahui bahwa ketidakseimbangan beban terhadap arus netral. Untuk memberikan interpretasi maka penulis melihat perbedaan antar ketidakseimbangan yang mempengaruhi arus netral yang dihasilkan. Perbedaan ketidakseimbangan yang mempengaruhi arus netral dapat dilihat dari tabel berikut: pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi (Sugiyono, 2013)

| Interval Koefisien | Interpretasi |
|--------------------|---------------|
| 0,00 – 0,199 | Sangat Rendah |
| 0,20 – 0,399 | Rendah |
| 0,40 – 0,599 | Sedang |
| 0,60 – 0,79 | Kuat |
| 0,80 – 1,00 | Sangat Kuat |

| Model Summary | | | | |
|---------------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
| 1 | .377 ^a | .142 | .111 | 22.12 |

a. Predictors: (Constant), KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN

Nilai korelasi antara variabel ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral yang dihasilkan sebesar 0,377. berdasarkan lampiran 4 hal 120. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral mempunyai korelasi rendah dan arah hubungannya adalah positif karena nilai korelasi R.

b. Pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan trafo gardu distribusi

| Model Summary | | | | |
|---------------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
| 1 | .504 ^a | .254 | .228 | 19.045 |

a. Predictors: (Constant), ketidakseimbangan beban

Nilai korelasi antara variabel ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral yang dihasilkan sebesar 0,504. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ketidakseimbangan

beban yang mempengaruhi persentase pembebanan mempunyai korelasi rendah dan arah hubungannya adalah positif karena nilai korelasi R.

2. Pembahasan Hasil Penelitian

a. Terdapat pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral trafo gardu distribusi

Berdasarkan hasil analisis regresi menunjukkan bahwa variabel ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral yang dihasilkan nilai signifikansi (sig) 0,001 0,05 dengan demikian ada pengaruh signifikan variable ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral hipotesis tersebut terbukti. Pengaruh ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral pada trafo gardu distribusi.

b. Pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap pembebanan trafo di gardu distribusi

Berdasarkan hasil analisis regresi menunjukkan bahwa variabel ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi persentase pembebanan yang dihasilkan nilai signifikansi (sig) 0,005 0,05 dengan demikian ada pengaruh signifikan variable ketidakseimbangan beban yang mempengaruhi arus netral hipotesis tersebut terbukti.

V. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

A. Kesimpulan

1. Terdapat pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral sebelum pemerataan beban. Berdasarkan hasil analisis regresi, berdasarkan pengujian tabel di atas diperoleh nilai t hitung = **-2.151** nilai signifikasinya (sig) sebesar 0,040 dan nilai t tabel = (df = 30 - 2 = 28 yaitu dua arah / 0,025 maka diperoleh t tabel **1701**,(lampiran 5 hal 123) sehingga **-2.151 1701** dan signifikasinya sebesar **0,040 0,05** maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap arus netral. Sedangkan pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral setelah pemerataan berdasarkan hasil analisis regresi diperoleh nilai t hitung = **4.318** nilai signifikasinya (sig) sebesar 0,001 dan nilai t tabel = (df = 30 - 2 = 28 yaitu dua arah / 0,025 maka diperoleh t tabel **1701**, sehingga **4.318 1.701** dan signifikasinya sebesar **0,001 0,05** maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap arus netral.
2. Terdapat pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan sebelum

pemerataan beban berdasarkan hasil analisis regresi diperoleh nilai t hitung = **-3.090** nilai signifikasinya (sig) sebesar 0,004 dan nilai t tabel = (df = 30 - 2 = 28 yaitu dua arah / 0,025 maka diperoleh t tabel **1701**, sehingga **-3.090 1701** dan signifikasinya sebesar **0,004 0,05** maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan. Sedangkan pengaruh ketidakseimbangan terhadap persentase beban setelah pemerataan berdasarkan hasil analisis regresi di atas diperoleh nilai t hitung = **-3.037** nilai signifikasinya (sig) sebesar **0,005** dan nilai t tabel = (df = 30 - 2 = 28 yaitu dua arah / 0,025 maka diperoleh t tabel **1701**, sehingga **-3.030 1701** dan signifikasinya sebesar **0,005 0,05** maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara ketidakseimbangan beban terhadap persentase pembebanan.

B. Implikasi

1. Berdasarkan pada hasil penelitian, pengukuran arus pada gardu distribusi umumnya menggunakan tang ampere. Untuk pengukuran ketidakseimbangan beban peneliti didampingi oleh tim hard dengan memakai APD Lengkap sesuai standar yang telah ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) ULP Larantuka. Tahap awal melakukan pengukuran yaitu mengukur arus fasa R, S, T dan N pada gardu jika pada penghantar netral terdapat arus yang mengalir maka dilakukanlah pemerataan beban dengan cara memindahkan fasa yang pembebanannya besar ke fasa yang pembebanannya lebih kecil, dan setelah melakukan pemerataan maka perlu melakukan pengukuran ulang untuk mendapatkan data setelah pemerataan. Setelah mendapatkan data pengukuran dan untuk mencari persentasi pembebanan dicari dengan menggunakan rumus seperti yang tertera pada pembahasan sebelumnya yaitu dengan membagi total arus fasa R, S, T kemudian dikali 100% untuk mendapatkan nilai pembebanan trafo.
2. Berdasarkan teori yang sudah dirumuskan oleh peneliti sebelumnya, bahwa ketidakseimbangan beban sangatlah berdampak pada arus netral dan sesuai dengan penelitian yaitu mempunyai pengaruh yang signifikan antara variable yang satu dengan yang lain dengan arah pengaruh positif. Dan dalam melaksanakan metode penelitian, penggunaan alat pelindung diri (APD) yang lengkap dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh pihak PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, F., & dkk (2022). Studi pembebanan Transformator Distribusi Tipe Voltra 100 Kva.
- Benu, F. L., & Benu, A. S. (2019). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: KENCANA.
- Duri, A., Mangesa, R., & Sidik, U. (2016). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Pembebanan dan Efisiensi Transformator pada Gardu Distribusi PT. PLN (Persero) ULP Sungguminasa Malang.
- Duyo, R. (2020). Analisis Penyeimbangan Jaringan pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis di PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar.
- Fauziah, D. (2021). Analisis Beban Tidak Seimbang terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi pada Penghantar Netral Transformator di Rayon Baguala Ambon.
- Firdaus, S. (2021). Penyeimbangan Beban Gardu Distribusi PT. PLN Tarakan Kalimantan.
- Harahap, R. (2017). Perhitungan Arus Netral, Rugi-Rugi dan Efisiensi Transformator Distribusi 3 Fasa 20 kV/400 V di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Timur Akibat Ketidakseimbangan Beban.
- Isnanto, Y. (2006). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. *Jurnal Elektro*.
- Kadir, A. (1989). *Transformator*. Jakarta: PT. Alex Media Komputindo.
- Kadir, A. (2000). *Distribution dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta: UI Press.
- Kartika Sari, G. (2018). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi Studi Kasus pada PT. PLN (Persero) Rayon Blora Surakarta.
- Khomarudin, R., & Subekti, L. (28-33). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban dan Harmonisasi terhadap Arus Netral Trafo Distribusi 8 Kapasitas 500 kVA di PPSDM Migas Cepu. *Jurnal Listrik, instrumen dan Elektronika Terapan 1*.
- Kongah, D. (2014). Analisis Pembebanan Transformator Gardu Selatan Kampus Universitas Tadulako. *Jurnal Metrik*.
- Machmudsyah, T. (2006). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*.
- Mataram, I. (2018). Pemerataan Beban pada Gardu KD059 Penyulang Tababan PT. PLN (Persero) Distribusi Bali Area Bali Selatan. *E. Jurnal Spektrum Vol 5*.
- Muliadi dkk, (2022). Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi Penyulang Mibo Rayon Merduati.
- Marsudi, D. (2011). *Pembangkit Energi Listrik Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Nugroho, A. (2019). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi (Studi Kasus) pada PT. PLN (Persero) Rayon Kartasura Surakarta.
- Pratama, S. (2020). Evaluasi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral pada Transformator Gardu Distribusi JS5A 400 kVA di PT. PLN (Persero) UP3 Bekasi Jakarta.
- Purba, A. (2022). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral pada Gardu MK 64 PT. PLN (Persero) ULP Medan Kota.
- Pabla, A.S (2019) Studi Perbaikan Kualitas Pada Jaringan Distribusi Primer 20 Kva PT PLN (Persero). (2007). SPLN D3.002-1:2007. Spesifikasi Transformator Distribusi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Rumakat, J. (2021). Analisis Beban Tidak Seimbang terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi pada Penghantar Netral Transformator di Rayon Baguala Ambon.
- Setiadji, J. (2006). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*.
- Siregar, R. (2017). Perhitungan Arus Netral, Rugi-Rugi, dan Efisiensi Transformator Distribusi 3 Fasa 20 kV/400 V di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Timur Akibat Ketidakseimbangan Beban.
- Situmeang, M. (2020). Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral pada Trafo Distribusi 700 kVA di PT. PRIMA Multi Terminal Pelabuhan Kuala Tanjung Multipose Terminal Medan.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: ALFABETA, CV.
- Suhadi, & dkk. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*.
- Sultan, A., & Rachman, R. (2018). Analisis Penyeimbangan Beban pada Penyulang Palisi PT. PLN (Persero) Rayon Maros. *Jurnal Ilmiah FLASH IV, 73-77*.

- Sumanto, & dkk. (1996). *Teori Transformator*. Yogyakarta: Andia Offset.
- Supardi. (2013). *Aplikasi Statistika dalam Penelitian Konsep Statistika yang Lebih Komprehensif*. Jakarta: Change Publication.
- Suprianto. (2022). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral pada Gardu MK 64 PT. PLN (Persero) ULP Medan Kota.
- Syufrijal & Readysan Monantum. (n.d.). *Buku Ajar Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. 2014.
- Sutawinajaya, dkk. (2014). *Studi Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk menopang Beban Lebih dan Drop Tegangan Pada Trafo Distribusi Ka 1516 Penyulang Budk Menggunakan Simulasi ETAB*.
- Tarigan, M. A. (2019). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi (Losses).
- Triansyah, E., & dkk. (2021). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi (Losses) pada Transformator Distribusi PD. 0048 PT. PLN (Persero) ULP Ampera Palembang.