

ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRAF0 DISTRIBUSI DI EDTL, E.P (Eletricidade de Timor-Leste, Epresa publica) Dili

Frangino Simoes Mariano Soares

Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ir. Gatut Budiono, M.Sc

Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

franginosoares@gmail.com gatutbudiono@untag-sby.ac.id

Abstrak. Saat ini kebutuhan masyarakat terhadap listrik semakin meningkat, Untuk memenuhi permintaan energi, seringkali beban dibagi dengan cara yang awalnya merata atau seimbang, tetapi karena tidakseimbangan beban yang berpengaruh pada ketersediaan tenaga listrik. Pengurangan Kerugian dapat menghasilkan keuntungan besar melalui distribusi listrik seiring perkembangan sistem. Pada tugas terakhir, metode Kuantitatif digunakan untuk mengumpulkan data berdasarkan hasil pengukuran pada 500 KVA. Perhitungan selesai menunjukkan pembebanan trafo sebesar 58,5% pada saat siang hari dan 50,1% pada saat malam hari. ketidakseimbangan beban sebesar 13,3% siang hari dan 10,6% malam hari. Juga mendapatkan rugi akibat arus netral yang mengalir peggantar netral menghasilkan 1,17 kW dan 0,27% pada saat siang hari dan 0,21 kW dan 0,5%, pada saat malam hari. Sedangkan rugi-rugi akibat arus netral yang mengalir ke tanah pada saat siang hari 8,3 kW dan 1,95%, pada saat siang dan pada saat malam hari 3,0 kW dan 0,70%.

Kata kunci: Ketidakseimbangan Beban, Arus Netral, Losses

LATAR BELAKANG

Listrik merupakan kebutuhan krusial dalam kehidupan manusia, baik di rumah maupun di tempat kerja. Saat ini, kebutuhan publik semakin meningkat. Pertumbuhan teknologi listrik sebagai prioritas utama untuk meningkatkan kinerja teknologi mendukung hal tersebut. Jika listrik baik, manusia mendapat manfaat dari penggunaannya untuk kebutuhan sehari-hari. Penting untuk memenuhi kebutuhan energi listrik adalah tersedianya suplai energi listrik yang stabil dan handal.

Dalam memenuhi kebutuhan listrik, seringkali terjadi merata atau bahkan beban seimbang, namun karena tidak ada pemerataan selama persiapan beban-beban, ketidakseimbangan beban mempengaruhi ketersediaan listrik. Karena ketidakseimbangan beban antar fasa (R,S,T) ini, arus netral muncul di sisi sekunder trafo, seperti yang pasti terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik, terutama pada sisi jaringan sisi rendah. Akibatnya, ketidakseimbangan beban harus diminimalkan dalam distribusi tenaga listrik agar pendistribusian tenaga listrik menjadi optimal.

Jaringan distribusi tegangan menengah Sistem penyaluran tegangan menengah merupakan system kelistrikan yang penting dan berarti keandalan, sehingga ketidakseimbangan beban yang baik. Distribusi lalu lintas orde kedua netral sering terjadi. Arus netral terjadi karena ketidakseimbangan beban yang dapat menyebabkan kerugian, oleh

yang dilakukan analisis pengaruh itu terhadap arus netral dan kerugian pada salah satu trafo EDTL E.P. (Eletricidade De Timor-Leste, Empresa Publika) Dili. Seiring dengan terus Sistem distribusi listrik yang berkembang mengurangi limbah. Ada kemungkinan untuk menghemat sejumlah besar biaya untuk penyediaan energi listrik dan keuntungan lain yang dapat diperoleh antar system yang dibuat dan potensi mengurangi biaya pengeluaran biaya modal untuk perbaikan dan perluasan sistem distribusi itu.

KAJIAN TEORITIS

Transformator

Transformator adalah sebuah perangkat listrik dimana Dapat mentransfer energi magnet antar medan magnet menggunakan magnet dan prinsip induksi. Banyak transformator digunakan dalam elektronik dan teknik mesin. Lalu lintas pada sistem ketengalistrikan memungkinkan pemilihan tegangan yang sesuai dan sesuai untuk setiap kebutuhan, seperti transmisi energi listrik berkecepatan tinggi. Penggunaan lalu lintas yang sederhana dan efektif.

Trafo Distribusi

Lalu lintas distribusi mirip dengan lalu lintas tenaga, tetapi lalu lintas kecepatan rendahnya lebih cepat. Lalu lintas distributif memiliki dua tegangan: menengah dan rendah. Transportasi distributif memberikan energi langsung kepada pelanggan. Distribusi trafik bertujuan untuk menyesuaikan sistem distribusi utama dengan kebutuhan konsumen.

Biasanya, transformator termasuk:

- a. Inti Transformator
- b. Kumparan
- c. *Bushing* Transformator
- d. Minyak Transformator
- e. Tipe Pendingin Transformator

a. Inti Transformator

Ada dua jenis transformator: Inti dan Cangkang. Ini terdiri dari isolator jangka panjang dan transformator dengan dua sisi. Type cangkang isolating lapisan, kumpara transformator dililitkan di sekitar bagian tengah inti. Trafo berstruktur cangkang lebih dapat diandalkan daripada trafo bestruktur inti ketika dihadapkan pada tekanan mekanis yang tinggi selama korsleting.

b. Kumparan

Trafo memiliki dua bagian: primer dan bagian kedua kumparan. Apabila arus bolak-balik dialirkan ke kumparan trafo, maka jumlah garis medan magnet juga akan berganti. Sehingga terjadi induksi pada sisi utama primer. Sisi sekunder menerima garis medan magnet dari sisi utama primer dengan jumlah yang bervariasi. Oleh karena itu, pada sisi sekunder timbulnya induksi yang menyebabkan perbedaan tegangan di antara kedua penghantarnya. *Bhusing* transformator.

c. *Bhusing* Transformator

Karena tujuan keselamatan, konduktor tegangan tinggi melewati bidang pentanahan melalui bukaan sekecil mungkin dan sering kali memerlukan pemasangan yang kokoh yang

disebut bushing. Komponen utama Bushing adalah konverter, bahan berbasis logam. Ini mentransfer arus dari perangkat ke terminal eksternal dan beroperasi pada tegangan tinggi. Gunakan kelm isolasi untuk dipasang ke badan perangkat pentanahan.

d. Minyak Transformator

Dalam oli transformator, oli ini berperan penting dalam sistem pendingin transformator untuk membuang panas akibat hilangnya daya dari transformator dan serta sebagai sistem isolasi. Naftalin, parafin, dan aromatik adalah komponen dalam oli transformator.

Minyak trafo mempunyai beberapa sebagian yang bermanfaat sebagai isolator antara lain:

- Isolasi likuid memiliki kerapatan 1.000 kali lebih besar daripada isolasi gas, menyebabkan gaya lebih tinggi dielektrik.
- • Isolation cairkan mengisi celah atau ruang yang diisolasi dan menghilangkan panas yang disebabkan oleh rugi daya.
- Jika debit terjadi, isolasi cair cenderung dapat sembuh sendiri.

e. Tipe Pendingin Transformator

Ada 3 tipe pendingin transformator yaitu :

- ONAN (*Oil Natural Air Natural*)
- ONAF (*Oil Natural Air Force*)
- OFAF (*Oil Force Air Force*)

Transformator Tiga Fasa

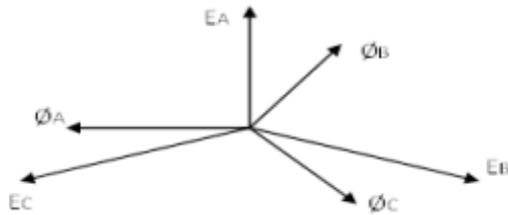
Secara fundamental, transformator 3 fasa memiliki kesamaan dengan transformator 1 fasa, perbedaannya sebanding dengan sistem tenaga 1 fasa dan sistem tenaga 3 fasa. Untuk sistem bintang (Y) dan delta (Δ), dan sistem berbelit-belit, ini penting untuk operasi paralel transformator tiga fasa. Trafo tiga fasa dikembangkan karena sistemnya yang lebih ekonomis dengan biaya komputasi yang murah karena bahan yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah trafo daya 3 fasa yang sama.. Dan tentu saja dapat mempermudah manajemen operasi, trafo tunggal perlu perhatian khusus, atau mempermudah perawatan.

Dalam transformator tiga fasa memiliki dua hubungan yaitu:

- a. Hubungan Bintang (Y)
- b. Hubungan Deltan (Δ)

Prinsip Kerja Transformator Tiga Fasa

Jika sumber daya adalah V_a , V_b , V_c , dan masing-masing simetris, maka magnet akan simetris dan setiap fluks akan memiliki fasa minimal $2\pi / 3$ radian. Menurut hukum Faraday, tahap pertama dan kedua akan membangun induksi ggl. Vektor ggl transformator tiga fasa digambarkan sebagai berikut:



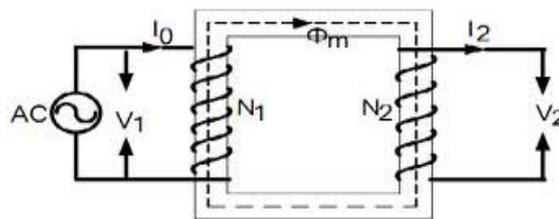
Gambar 1. Diagram Vektor Transformator Tiga Fasa

Karakteristik Transformator

Trafo terbagi menjadi dua jenis berdasarkan sifatnya: keadaan tanpa beban dan keadaan dengan beban.

a. Keadaan Transformator Tanpa Beban

Ketika primer kumparan tidak terhubung ke beban, arus orde dua disebut arus tanpa transformator. Jika transformator primer terhubung ke sumber AC, AC akan mengalir melalui transformator dan mengubah medan magnet di dalamnya. Fluks magnet berputar di sekitar sirkuit magnetik dan menciptakan tegangan pada kumparan sekunder.

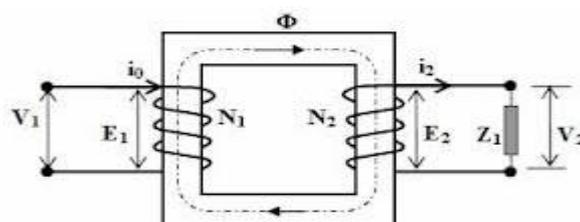


Gambar 2. Keadaan Transformator Tanpa Beban

Jika transformator terhubung ke sumber daya sinusoidal, ia akan melalui arus sinusoidal dan memiliki daya reaktif 90° , menghasilkan fluks magnet sinusoidal (T)..

b. Keadaan Transformator Berbeban

Transformator memiliki beban ketika arus bolak-balik mengalir belitan beberapa detik. Arus sekunder transformator ini cenderung memagnetisasi sirkuit pusat dalam arah yang berlawanan dengan efek magnetisasi dari arus pengasutan primer. Jika penguatan arus pada belitan sisi primer diabaikan untuk mempertahankan fluks konstan pada rangkaian magnet, maka daya magnetisasi belitan primer relatif terhadap daya magnetisasi sisi sekunder akan Sama seperti daya magnetisasi beban atau belitan sisi primer Sama dengan saudara kedua arus.



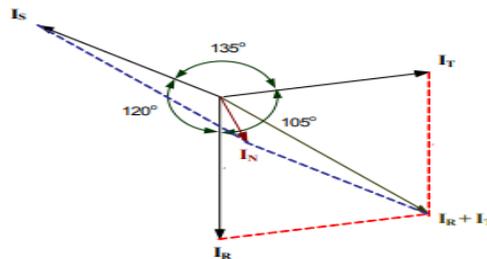
Gambar 3 Keadaan Transformator Berbeban

Pada arus beban I_2 ini Arus elektromagnetik akan membentuk gaya magnet (ggm) sebesar $N_2 I_2$ yang berlawanan arah dengan fluks timbal balik (Φ). Untuk mempertahankan fluks timbal balik value, arus I_2 harus diterapkan. pada kumparan primer.

Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator

Dimana tidakseimbangan adalah suatu kondisi:

- Ketika vektor besar namun tidak membentuk 120 derajat.
- Ketika vektor tidak berukuran sama namun menciptakan pemisahan 120 derajat.
- Ketika vektor tidak berukuran sama dan tidak membentuk 120 derajat,

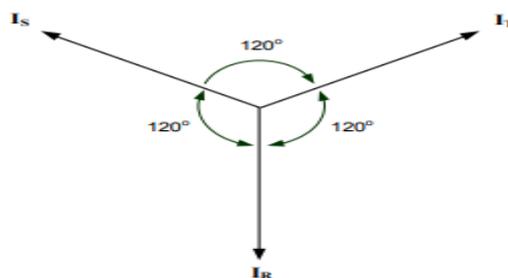


Gambar 4. Diagram Vektor Beban Tidakseimbangan

Diagram vektor arus tidak seimbang. Vektor keempat arus (I_r , I_S , I_T) berbeda dari yang kelima, yaitu arus netral (I_N), yang dipengaruhi oleh banyak faktor ketidakseimbangan utama.

Namun, keadaan seimbang adalah ketika:

- Ketiga vektor arus memiliki nilai yang sama.
- Ketiga vektor membentuk sudut 120 derajat satu sama lain.



Gambar 5. Diagram Vektor Beban Seimbang

Diagram tersebut menunjukkan Diagram vektor seimbang. Vektor keempat arus (I_r , I_S , I_T) cocok dengan nol sampai netral arus (I_N) muncul.

Faktor-faktor yang menyebabkan ketidakseimbangan beban adalah sebagai berikut:

- Pembagian beban perfasa yang tidak merata.
- Peralatan jaringan listrik yang mengalami kerusakan
- Sistem beban listrik menghasilkan beban yang tidak merata.

Penyaluran Dan Susut Daya

Apabila sumber daya pada saluran (P) diberikan oleh saluran penghantar netral, ketika daya arus fasa didistribusikan secara seimbang, maka nilai arus saluran dapat dinyatakan :

$$P = 3 \times (V) \times (I) \times \cos \varphi$$

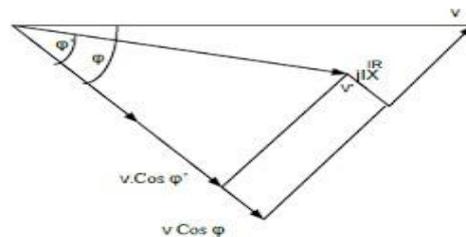
Dimana:

P = Daya Pada Trafo

V= Tegangan Sisi Primer

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

Daya dialirkan dan hingga ke ujungnya penerima akan menjadi lebih kecil dibandingkan dengan daya (P), hal ini dapat berlangsung akibat adanya penyempitan saluran. Hilangnya daya ini diwakili oleh diagram fasor tegangan saluran sistem satu fasa, seperti ditunjukkan gambar berikut:



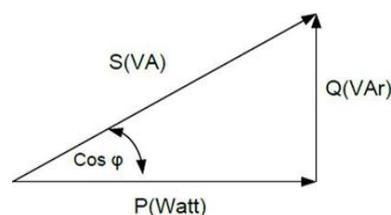
Gambar 6. Diagram Fasor

Faktor Daya

Faktor daya ($\cos \varphi$) menunjukkan perbandingan daya aktif dan semu. Daya merupakan jumlah dari keseluruhan energi yang pakai untuk melakukan kerja atau usaha, di system tenaga listrik, daya listrik dinyatakan dalam satuan Waat, yang 1 Waat sama dengan daya yang diperoleh dengan membahagikan arus 1 ampere dengan tegangan 1 volt.

Segitiga Daya

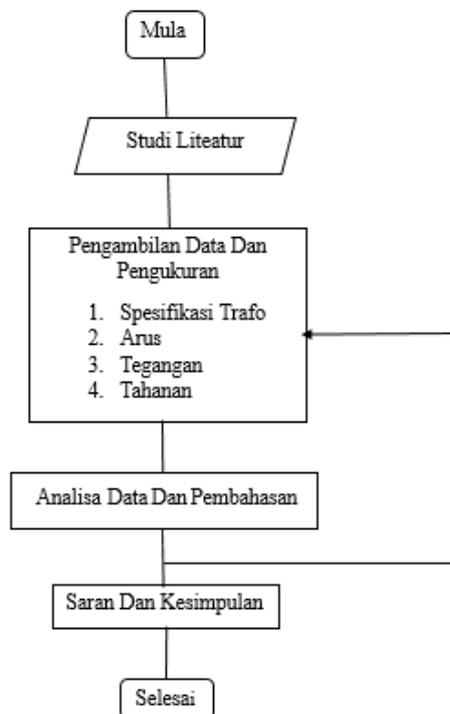
Daya semu, daya reaktif, dan dayaaktif adalah empat segmen. Induktif daya semu dan daya aktif adalah φ .



Gambar 7. Segitiga Daya

METODE PENELITIAN

Adapun metode yang digunakan disusun secara sistematis. Diagram alir penelitian secara garis besar dapat digambarkan sebagai diagram alir penelitian analisis proses yang digunakan untuk menyusun tugas akhir. Diagram alir penelitian adalah langkah terakhir penelitian, yang meliputi menjelaskan hasil sesuai dengan metode dan prosedur.



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Analisa Data

Pengolahan data dilakukan setelah pengambilan data di EDTL E.P (Eletricidade De Timor-Leste, Empresa Publica) Dili. Data yang didapatkan dikonversi ke dalam bentuk matematis dan dilakukan analisis dengan Menggunakan matematika yang ada. Analisis data tidak boleh menggunakan metode tertentu karena metode yang digunakan bias.

Persamaan Yang Digunakan Untuk Menganalisa Data

a. Pembebanan Transformator

Mengetahui daya transformator dari sistem tegangan primer dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (3.1)$$

Dimana:

S = Daya Transformator (Kva)

V = Tegangan Sisi Primer Transformator (Kv)

I = Arus (Ampere)

Sehingga menghitung arus beban penuh (I_{FL}) dan arus rata-rata (I_{AVR}) menggunakan rumus:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} \quad (3.2)$$

$$I_{avr} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \quad (3.3)$$

Dimana:

I_{FL} = Arus beban penuh (A)

S = Daya Transformator (Kva)

V = Tegangan sisi sekunder Transformator (kV)

I_{avr} = Arus rata-rata (A)

I = Arus perfasa (A)

Oleh karena itu, persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung arus beban penuh, atau fullload:

$$\% \text{pembebanan} = \frac{I_{\text{rata-rata}}}{I_{\text{rata-rata}}} \times 100\% \quad (3.4)$$

b. Ketidakseimbangan Beban Transformator

Persamaan di bawah ini dapat menentukan jumlah ketidakseimbangan beban yang terjadi:

$$I_{\text{rata-rata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \quad (3.5)$$

Koefisien a, b, dan c dapat dirumuskan sebagai berikut jika besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang (I) sama dengan besarnya arus rata-rata:

$$I_R = a \cdot I \text{ maka } a = \frac{I_R}{I} \quad (3.6)$$

$$I_S = b \cdot I \text{ maka } b = \frac{I_S}{I} \quad (3.7)$$

$$I_T = c \cdot I \text{ maka } c = \frac{I_T}{I} \quad (3.8)$$

Saat kondisi seimbang, koefisien a, b, dan c sama dengan 1, sehingga rata-rata ketidakseimbangan beban (dalam %) adalah sebagai berikut:

$$= \frac{\{[a-1] + [b-1] + [c-1]\}}{3} \times 100\% \quad (3.9)$$

c. Rugi Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral Dan Arus Netral Yang Mengalir Ke Tanah

Karena ketidakseimbangan antara setiap fase pada transformator kedua (R, S, T), arus terjadi melalui transformator netral. Arus kabel lalu lintas menyebabkan kerugian. Permadani lalu lintas lalu lintas bersih. Ini dapat ditulis:

$$P_N = I_N^2 \times R_N \quad (3.10)$$

Di mana:

P_N = Losses Pada Penghantar Netral Trafo (watt)

I_N = Arus Yang Mengalir Pada Netral Trafo (A)

$$R_N = \text{Tahanan Pada Penghantar Netral Trafo } (\Omega)$$

Namun, kerugian yang disebabkan oleh arus netral yang mengalir ke tanah dapat dihitung dengan menggunakan perumusan berikut:

$$P_G = I_G^2 \times R_G \quad (3.11)$$

Dimana:

P_G = Losses Akibat Arus Netral Yang Mengalir Ke Tanah (watt)

I_G = Arus Netral Yang Mengalir Ke Tanah (A)

R_G = Tahanan Pembumian Netral Trafo (Ω)

Di mana daya aktif trafo dapat dihitung:

$$P = S \times \cos \varphi \quad (3.12)$$

Adanya arus netral pada penghantar netral trafo menyebabkan presentase kehilangan sebagai berikut:

$$\%P_N = \frac{P_N}{P} \times 100\% \quad (3.13)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan selama satu bulan mulai tanggal 28 Juli hingga 28 Agustus 2023 di EDTL,E.P (*Eletricidade de Timor-Leste Empresa Publica*) yang berlokasi di Dili, Timor-Leste. Dalam menganalisa data yang telah didapat dari penelitian dilakukan secara manual yaitu langsung ukur di sisi sekunder trafo. Setelah mendapatkan data dilakukan perhitungan secara manual Karena matematika bersama hanyalah biaya bersama yang dapat diselesaikan tanpa metode tertentu.

Pengumpulan Data

Table 1. Data Spesifikasi Trafo Starlite

Kapasitas	500 Kva
Standar	IEC 76
No. Seri	1121582106
Buatan	PT. Asata Utama Electrical industries
Fasa	3
Pendinginan	Onan
Tegangan Primier	20 Kv
Tegangan Sekunder	400 V
Arus Primier	14.43 A
Arus Sekunder	721.68 A

Table 2 Data Trafo Distribusi 500 Kva

Pengukuran Siang Hari					Pengukuran Malam Hari			
Fasa	S (Kva)	Vp-n (V)	I (Arus)	Cos φ	S (Kva)	Vp-n (V)	I (Arus)	Cos φ
R	336,7	234,7	405,8	0,85	373,4	235,2	413,2	0,85
S	434,1	235,8	405,2	0,85	411,3	234,5	412,8	0,85
T	497,3	234,9	407,6	0,85	301,8	235,7	412,9	0,85
I _N	87,5 A				36,8 A			
I _G	45,3 A				27,4 A			
R _G	4 Ω				4 Ω			

Adapun data resistansi yang dibutuhkan adalah Penghantar data internet Mendistribusikan trafik untuk menganalisis arus netral pada penghantar. Untuk mengukur ukuran netral adalah 120mm² dengan R = 0,153 Ω/km.

Table 3 DataTahanan Trafo Distribusi 500 Kva

Jenis kabel	jumlah/luas penampang
NYY	1 × 120mm ²

Perhitungan Pembebanan Trafo

$$I_F = \frac{S}{\sqrt{3} \times 400} = I_F = \frac{500.000}{\sqrt{3} \times 400} = \frac{500000}{692,82} = 721,68 \text{ A}$$

Perhitugan Pada Siang Hari

$$I_{avr} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{336,7 + 434,1 + 497,3}{3} = 422,7 \text{ A}$$

Jadi Presentase Pembebanan Adalah:

$$\frac{I_{rata-rata\ siang}}{I_F} \times 100\% = \frac{422,7}{721,68} \times 100\% = 58,5 \%$$

Perhitugan Pada Malam Hari

$$I_{avr} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{373,4 + 411,3 + 301,8}{3} = 362,1 \text{ A}$$

Jadi Presentase Pembebanan Adalah:

$$\frac{I_{rata-rata\ malam}}{I_F} \times 100\% = \frac{362,1}{721,68} \times 100\% = 50,1 \%$$

Pada analisa perhitungan dengan menggunakan persamaan yang ada, dapat diketahui bahwa Pertumbuhan trafik siang hari adalah 58,5%. Dimana malam hari persentase pembebanan sebesar 50,1%.

Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Trafo

Pada Siang Hari

$$I_{\text{rata-rata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{336,7 + 434,1 + 497,3}{3} = 422,7 \text{ A}$$

$$I_R = a.I \text{ maka } a = \frac{I_R}{I} = \frac{336,7}{422,7} = 0,79$$

$$I_S = b.I \text{ maka } b = \frac{I_S}{I} = \frac{434,1}{422,7} = 1,02$$

$$I_T = c.I \text{ maka } C = \frac{I_T}{I} = \frac{497,3}{422,7} = 1,17$$

Jadi Presentase Ketidakseimbangan Beban

$$U_L = \frac{(a-1) + (b-1) + (c-1)}{3} = 100\% = \frac{\{0,79 - 1\} + \{1,02 - 1\} + \{1,17 - 1\}}{3} \times 100\% = 13,3\%$$

Pada Malam Hari

$$I_{\text{rata-rata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{373,4 + 411,3 + 301,8}{3} = 362,1 \text{ A}$$

$$I_R = a.I \text{ maka } a = \frac{I_R}{I} = \frac{373,4}{362,1} = 1,03$$

$$I_S = b.I \text{ maka } b = \frac{I_S}{I} = \frac{411,3}{362,1} = 1,13$$

$$I_T = c.I \text{ maka } C = \frac{I_T}{I} = \frac{301,8}{362,1} = 0,83$$

Jadi Presentase Ketidakseimbangan Beban

$$U_L = \frac{(a-1) + (b-1) + (c-1)}{3} = 100\% = \frac{\{1,13 - 1\} + \{1,02 - 1\} + \{0,83 - 1\}}{3} \times 100\% = 10,6\%$$

Pada analisis perhitungan dengan Proporsi pertumbuhan trafik dapat dilihat dari data yang ada. adalah sebesar 13,3%, pada saat siang hari. Dimana pada saat malam hari persentase pembebanan sebesar 10,6%. Hal ini dikarenakan pembebanan yang tidak merata.

Perhitungan rugi yang disebabkan oleh arus netral yang mengalir melalui penghantar netral trafo dan mengalir ke tanah

Perhitugan Pada Siang Hari

$$\begin{aligned} P_N &= I_N^2 \times R_N \\ &= (87,5)^2 \times 0,153 = 7656,25 \times 0,153 = 1171,41 \text{ Watt} \approx 1,17 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dimana daya aktif trafo (P) dan Cos φ yang digunakan adalah 0,85

$$P = S \times \text{Cos } \varphi$$

$$= 500 \times 0,85 = 425 \text{ kW}$$

Sehingga presentase rugi yang disebabkan oleh munculnya Arus Netral penghantar netral trafo dengan daya aktif trafo adalah:

$$\% P_N = \frac{P_N}{P} = \frac{1,17}{425} \times 100\% = 0,27\%$$

Namun, rugi yang disebabkan oleh arus netral yang masuk ke dalam tanah adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_G &= I_G^2 \times R_G \\ &= (45,5)^2 \times 4 = 2070,25 \times 4 = 8281 \text{ Watt} \approx 8,3 \text{ kW} \end{aligned}$$

Sehingga presentase losses yang Arus Netral memasuki daratan untuk menyerang lalu lintas aktif adalah penyebabnya:

$$\% P_G = \frac{P_G}{P} = \frac{8,3}{425} \times 100\% = 1,95\%$$

Perhitungan Pada Malam Hari

$$\begin{aligned} P_N &= I_N^2 \times R_N \\ &= (36,8)^2 \times 0,153 = 1354,24 \times 0,153 = 207,20 \text{ Watt} \approx 0,21 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dimana daya aktif trafo (P) dan Cos φ yang digunakan adalah 0,85

$$\begin{aligned} P &= S \times \text{Cos } \varphi \\ &= 500 \times 0,85 = 425 \text{ kW} \end{aligned}$$

Sehingga presentase losses yang disebabkan oleh munculnya Efek netral pada lalu lintas bersih vs lalu lintas aktif adalah:

$$\% P_N = \frac{P_N}{P} = \frac{0,21}{425} \times 100\% = 0,5\%$$

Kerugian akibat netral arus yang masuk ke ground adalah:

$$\begin{aligned} P_G &= I_G^2 \times R_G \\ &= (27,4)^2 \times 4 = 750,76 \times 4 = 3003,04 \text{ Watt} \approx 3,0 \text{ kW} \end{aligned}$$

Sehingga presentase losses yang Arus Netral memasuki daratan untuk menyerang lalu lintas aktif adalah penyebabnya:

$$\% P_G = \frac{P_G}{P} = \frac{3,0}{425} \times 100\% = 0,70\%$$

Dari Analisa Perhitungan Menggunakan Persamaan yang telah ada, terlihat bahwa Losses arus netral pada trafo netral 1,17 kW, dan kerugian pada tanah 8,3 kW, setiap hari. Pada malam hari, kerugian Arus Netral pada trafo netral adalah 0,21 kW, sedangkan arus netral ke ground adalah 3,0 kW..

Hasil Analisa

Dari hasil analisa menggunakan persamaan yang telah ada, maka di dapatkan hasil bahwa Transformator Distributis pada EDTL, E.P (Eletricidade de Timor-Leste, Empresa Publica) Dili. Terjadi ketidakseimbangan beban dimana yang seharusnya $a+b+c = \emptyset$ (arus yang masuk sama dengan yang keluar tidak sama dengan nol), dan Semakin besar ketidakseimbangan beban, semakin besar rugi-rugi yang terjadi.

Table 4 Hasil Semua perhitungan Trafo Distribusi 500 Kva

Waktu	Pembebanan Trafo %	Ketidakseimbangan Beban %	Losses I _N kW	Losses I _G kW
Siang	58,5	13,3	1,17	0,21
Malam	50,1	10,6	8,3	3,0

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan menghitung dan pembahasan mengenai analisis ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan losses pada transformator distribusi di Edtl, E.p Dili. Membuat beberapa kesimpulan. antara lain seperti persentase pembebanan didapatkan hasil 58,5% pada saat siang hari dan 50,1% pada saat malam hari. ketidakseimbangan beban sebesar 13,3% siang hari dan 10,6% malam hari. Juga mendapatkan rugi akibat arus netral yang mengalir peggantar netral menghasilkan 1,17 kW dan 0,27% pada saat siang hari dan 0,21 kW dan 0,5%, pada saat malam hari. Sedangkan rugi-rugi akibat arus netral yang mengalir ke tanah pada saat siang hari 8,3 kW dan 1,95%, pada saat siang dan pada saat malam hari 3,0 kW dan 0,70%.

Setelah semua hasil yang telah didapatkan, penulis berharap penelitian tugas akhir ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak-pihak di EDTL, E.P (Eletricidade DE Timor-Lestes, Empresa Publica) Dili, ketika terjadi ketidakseimbangan beban yang akan berakibat Kekayaan bersihnya akan mempengaruhi kesuksesannya finansialnya. Untuk melakukannya, seimbangkan beban dengan memindahkan beberapa dari tinggi ke rendah. Untuk menambah beban keesokan harinya, pertimbangkan kapasitas lalu lintas dan bertujuan untuk menjaga beban agar tidak melebihi kapasitas lalu lintas.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Badaruddin. (2012). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Proyek Rusunawi Gading Icon. Jurnal Teknik Elektro (JTE).
- [2] Aini, Z., Esa Mutari, Liliana, & Oriza Candra. (2021). Analysis of Imbalance Loads and Losses Based on The Largest Loading by 3 Units of 3 Phase Distribution Transformer. JTEV (Jurnal Teknik Elektro Vokasi), 69-77.
- [3] Badaruddin. (2012). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Proyek Rusunawi Gading Icon. Jurnal Teknik Elektro (JTE).

- [4] Burke, J. J. (1994). *Power Distribution Engineering - Fundamental And Applications*. New York: Marcel Dekker.
- [5] Drs. Sumanto, M. (1996). *Teori Transformator*.
- [6] Kadir, & Abdul. (2000). *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- [7] Latupeirissa, H. L. (Desember 2017). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Daya Pada Trafo Distribusi Gardu Kp-01 Desa Hative Kecil. *Jurnal Simetrik*, 16-22.
- [8] Markus Dwiyanto Tobi Sogen, S. M. (1 Juli 2018). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus. *Electro Luceat* , 1-10.
- [9] Setiadji, J. S., Machmudsyah, T., & Isnanto, Y. (2006). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. *Jurnal Teknik Elektro*, 68-73.
- [10] Sudirham, S. (1991). *Pengaruh Ketidakseimbang Arus Terhadap Susut Daya Pada Saluran*. Bandung: ITB: Tim Pelaksanaan Kerjasama PLN-ITB.
- [11] Wayan, S. (2014.). Studi Analisis Rugi-Rugi Daya pada Penghantar Netral Akibat Sistem Tidak Seimbang di Jaringan Distribusi Gardu KA 1495 Penyulang Citraland Menggunakan Simulasi Program ETAP 7.0 . *Jurnal Logic*. Vol. 14. No. 3. Bali: Politeknik Negeri Bali.