

ANALISIS KINERJA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI RUSUNAWA UNIVERSITAS LANCANG KUNING PEKANBARU

Abrar Tanjung¹, Atmam²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324
abrar@unilak.ac.id, atmam@unilak.ac.id

ABSTRAK

Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Penggunaan energi listrik umumnya selalu menunjukkan gejala yang meningkat. Akibat penambahan beban tersebut mengakibatkan gangguan pada fasa netral dan rugi-rugi daya (*losses*) serta ketidakseimbangan arus beban pada masing-masing fasa (R, S T) pada sistem tenaga listrik. Penelitian bertujuan untuk menganalisa kinerja Transformator Distribusi Rusunawa Universitas Lancang Kuning. Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh pemakaian beban pada Rusunawa tegangan 220 Volt sebesar 20 Amper, pada transformator distribusi sebesar 61 Amper dan pemakaian beban pada Rusunawa tegangan 380 Volt sebesar 20 Amper, pada transformator distribusi sebesar 84 amper. Rugi daya tegangan 220 Volt pada bangunan Rusunawa sebesar 258 Watt, transformator distribusi 2401 Watt, sedangkan rugi daya tegangan 380 Volt pada bangunan Rusunawa sebesar 258 Watt, transformator distribusi 4553 Watt. Nilai sistem pentanahan pada Rusunawa sebesar 16 Ohm dan pada transformator distribusi sebesar 30 Ohm.

Kata Kunci : Energi listrik, rugi-rugi daya, sistem tenaga listrik, transformator distribusi

ABSTRACT

*Electricity supply stable and continuous is a necessary condition that must be fulfilled to meet the electricity demand. The use of electrical energy is generally always exhibit symptoms increased. As a result of the addition of load tersbeut cause disturbances in the neutral phase and power losses (*losses*) and the imbalance of load current in each phase (R, S T) of the power system. The study aims to analyze the performance of distribution transformers Rusunawa Lancang Kuning University. Based on the discussion of the results obtained by the use of load on Rusunawa voltage of 220 Volts at 20Amps, at the distribution transformer by 61 Ampere and discharging the load on Rusunawa voltage of 380 Volts at 20 Amps, at the distribution transformer of 84 Amperes. 220 Volt voltage power loss on the building Rusunawa of 258 Watts, 2401 Watts of distribution transformer, while the 380 Volt voltage power loss on the building Rusunawa of 258 Watts, 4553 Watts of distribution transformers. Value earthing systems on Rusunawa of 16 Ohms and at the distribution transformer by 30 Ohms.*

Keywords: *electricity, power losses, electric power systems, distribution transformers*

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Hal ini disebabkan karena tenaga listrik mudah untuk ditransportasikan dan dikonversikan ke dalam bentuk tenaga yang lain. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Berdasarkan Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), sistem dapat dikatakan efektif bila drop tegangannya tidak melebihi + 5 % dan - 10 % dari tegangan nominal, rugi-rugi daya dan dari total daya yang disalurkan [1]

Rusunawa Universitas Lancang Kuning merupakan bangunan terdiri dari beberapa ruangan atau kamar digunakan untuk penginapan para mahasiswa, dosen, pegawai dan masyarakat yang ada dilingkungan Unilak. Penginapan ini banyak menggunakan fasilitas dan peralatan listrik. Akibat penambahan beban tersebut mengakibatkan gangguan pada fasa netral dan rugi-rugi daya (*losses*) serta ketidakseimbangan arus beban pada masing-masing fasa (R, S, T) pada sistem tenaga listrik, hal ini dikarenakan dalam pemasangan dan penambahan beban tidak sesuai dengan aturan dan standar yang berlaku dalam hal ini standar dan peraturan kelistrikan.

Transformator distribusi pada rusunawa Unilak mempunyai kapasitas sebesar 100 kVA yang melayani pemakaian kebutuhan beban yang ada pada masing-masing ruangan atau kamar. Transformator distribusi terpasang pada sistem kelistrikan rusunawa yang terpasang pada bagian belakang, berfungsi untuk menyuplai energi listrik ke beban terpasang rusunawa Unilak. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, terjadi pembagian beban-beban yang pada awalnya merata tetapi karena penambahan beban tanpa memeriksa pemakaian beban yang ada maka menimbulkan ketidakseimbangan beban yang berdampak pada penyediaan tenaga listrik.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa dan menghitung besar arus pada masing – masing fasa, menghitung ketidakseimbangan beban dan menganalisa dan menghitung sistem pentanahan Transformator Distribusi Rusunawa Universitas Lancang Kuning.

Ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) inilah yang menyebabkan mengalirnya arus di netral trafo. Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut muncullah 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 [2].

Pada jurnal ini dihitung biaya rugi daya pada dua trafo dengan kapasitas yang sama sebesar 400 kVA untuk memilih trafo yang memiliki biaya rugi-rugi yang lebih kecil. Kedua rugi rugi ini dijumlahkan untuk mendapatkan total rugi trafo. Pada trafo 1 rugi daya total sebesar 5325 W dan trafo 2 sebesar 5440 W. Dari jumlah rugi daya total ini dihitung biaya rugi daya setiap trafo. Untuk total biaya rugi daya berbeban pada trafo I lebih kecil sebesar Rp. 15.824.186,64 dibandingkan dengan trafo II sebesar Rp. 16.067.802,24 [3].

Optimalisasi pembebanan transformator distribusi 3 fasa dengan melaksanakan penyeimbangan beban pada dasarnya adalah akan memberikan beban pada transformator tersebut yang sesuai dengan kapasitas Transformator serta memberikan beban yang diperbolehkan sesuai dengan SPLN. Sehingga kemampuan atau batasan-batasan yang di alirkan pada beban dapat optimal. Total kehilangan energi sebelum penyeimbangan beban adalah sebesar 26.950,1 kWh tiap bulan atau sama dengan Rp.21.560.080,00/bulan, setelah penyeimbangan beban adalah sebesar 202,919 kWh tiap bulan atau sama dengan Rp. 162.335,200 /bulan. Dapat menekan kehilangan energi sebesar

26.747,181 kWh tiap bulan atau PLN dapat menekan kerugian sebesar Rp. 21.397.744,80 tiap bulan pada gardu distribusi UNAC [4].

Penelitian menunjukkan bahwa dari segi efektivitas, bangunan rusunawa Gunungsari dinilai layak, tetapi tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh penghuni. Segi efisiensi dinilai masih kurang efisien terhadap masa waktu pengelolaan yang sudah berjalan sejak 2011 lalu, namun demikian telah dilakukan program pendampingan sebagai upaya pengelolaan di rusunawa ini. Untuk itu, pihak pengelola harus lebih aktif dan tegas dalam menyelesaikan permasalahan dan keluhan warga di rusunawa Gunungsari. Pihak pengelola sebaiknya membentuk PPRS (Perhimpunan Penghuni Rumah Susun) supaya lebih memudahkan pengendalian terjadinya permasalahan maupun pelanggaran di rusunawa ini [5].

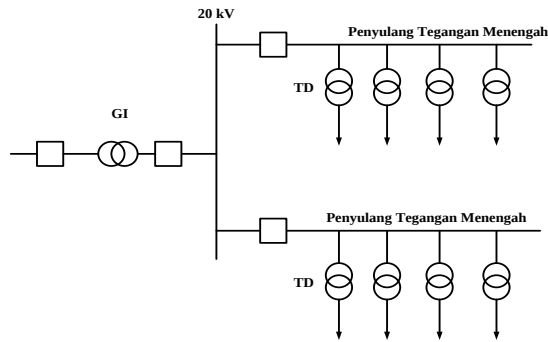
Prosedur untuk menghitung jumlah rugi pada transformator distribusi di bawah non-linear lingkungan distorsi diusulkan. Faktor daya Kinerja kapasitor dalam kondisi beban non-linear adalah juga dianalisis. Metode mitigasi yang diusulkan untuk meminimalkan dampak beban non-linear pada kinerja transformator distribusi. Studi simulasi, dilakukan menggunakan karya Math MATLAB 7.0.1 untuk sistem distribusi di 11 / 0.440 kV, 200 [6].

Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Saluran distribusi merupakan saluran yang menghubungkan gardu induk dengan konsumen, terdiri atas saluran distribusi *primer* dengan Tegangan Menengah (TM) dan saluran distribusi *sekunder* dengan Tegangan Rendah (TR). Ketiga adalah saluran yang disebut instalasi pemanfaatan, yaitu saluran yang menghubungkan sumber tenaga listrik dengan peralatan pemanfaatan tenaga listrik [7].

Jaringan Distribusi Konfigurasi Radial

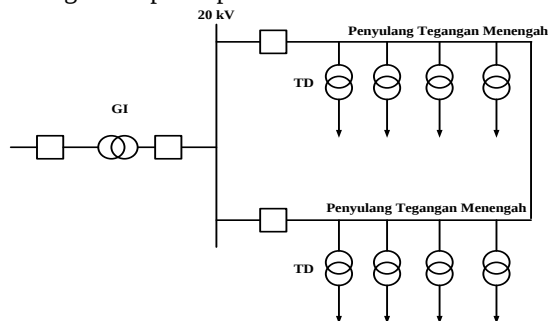
Konfigurasi radial merupakan interkoneksi antar gardu distribusi, dimana beberapa gardu distribusi terhubung seri disuplai oleh sebuah busbar Gardu Induk (GI). Konfigurasi ini terdiri dari beberapa penyulang yang keluar dari GI dan sumber tegangannya hanya satu arah saja. Dalam penyulang tersebut terdapat gardu-gardu distribusi yang dilengkapi oleh trafo penurun tegangan menjadi tegangan rendah. Konfigurasi ini merupakan konfigurasi yang paling sederhana dan mudah dalam pengoperasiannya.



Gambar 1 Diagram Satu Garis Sistem Distribusi Konfigurasi Radial

Jaringan Distribusi Konfigurasi Loop

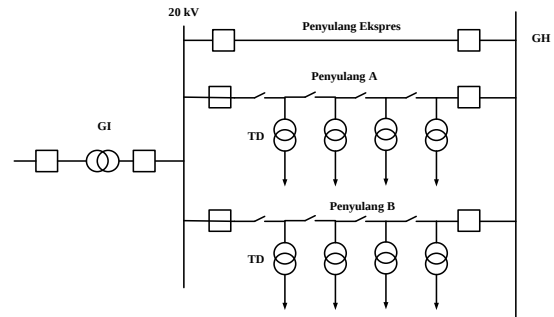
Konfigurasi loop merupakan interkoneksi antar gardu distribusi yang membentuk suatu lingkaran tertutup (loop). Pada konfigurasi ini bisa terdapat lebih dari satu busbar Gardu Induk, dan masing-masing penyulangnya membentuk suatu rangkaian tertutup dengan GI. Keuntungan dari konfigurasi loop ini adalah pasokan daya listrik dari GI lebih terjamin. Sebab jika salah satu GI mengalami gangguan maka penyulang akan tetap mendapatkan pasokan dari GI yang lain yang tidak mengalami gangguan, dan GI yang mengalami gangguan dapat diperbaiki tanpa takut akan mengganggu suplai daya ke gardu distribusi. Gambar 2 adalah bentuk konfigurasi tipe loop



Gambar 2 Diagram Satu Garis Sistem Distribusi Konfigurasi Loop

Jaringan Distribusi Konfigurasi Spindel

Konfigurasi spindel merupakan hubungan seri antara gardu distribusi yang kedua ujungnya dihubungkan oleh busbar GI dan GH (Gardu Hubung), yang menjadi ciri khas dari jaringan ini adalah adanya sebuah penyulang ekspres. Penyulang ekspres ini berfungsi sebagai penyulang cadangan yang akan menyuplai daya ke beban saat salah satu penyulang mengalami gangguan. Pada jaringan spindle ini terdapat beberapa penyulang yang disuplai oleh GI dan berakhir pada sebuah gardu hubung. Gambar 2.5 merupakan bentuk jaringan distribusi konfigurasi spindel.



Gambar 3 Diagram Satu Garis Sistem Distribusi Konfigurasi Spindel

Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan merupakan besarnya tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Tegangan jatuh ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui tahanan kawat. Tegangan jatuh V pada penghantar semakin besar jika arus I di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar RL semakin besar pula. Akibatnya nilai tegangan disisi penerima akan berbeda dengan nilai tegangan disisi pengirim. Persamaan jatuh tegangan dapat dilihat pada persamaan 1 [7].

$$\Delta V = I \times Z \quad (1)$$

Keterangan:

ΔV = jatuh tegangan (volt)

I = arus (Amper)

Z = impedansi (ohm)

Dalam teori ini yang dimaksudkan dengan jatuh tegangan (ΔV) adalah selisih antara tegangan kirim (V_S) dengan tegangan terima (V_R), maka jatuh tegangan dapat didefinisikan dalam persamaan 2 [7].

$$\Delta V = V_S - V_R \quad (2)$$

Keterangan:

ΔV = jatuh tegangan (volt)

V_S = tegangan kirim

V_R = tegangan terima

Rugi-Rugi Daya

Rugi-rugi daya adalah besarnya daya yang hilang pada suatu jaringan, yang besarnya sama dengan daya yang disalurkan dari sumber dikurangi besarnya daya yang diterima. Jenis kabel dengan nilai resistansi yang kecil akan dapat memperkecil rugi-rugi daya. Besar rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\Delta P = I^2 \cdot R \text{ (Watt)} \quad (3)$$

Keterangan:

ΔP = Rugi daya pada jaringan (Watt)

I = Arus beban pada jaringan (Amper)
R = Tahanan murni (Ohm)

Untuk rugi-rugi daya pada jaringan tiga fasa dinyatakan oleh persamaan [7]:

$$\Delta P = \sqrt{3} \cdot I^2 \cdot R \text{ (Watt)} \quad (4)$$

Dengan mengabaikan arus kapasitif pada saluran, maka arus disepanjang kawat dapat dianggap sama dan besarnya adalah sama dengan arus pada ujung terima [7].

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V I \cos \varphi} \text{ (Ampere)} \quad (5)$$

Besarnya daya pada saluran tiga fasa adalah [7]:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ (Watt)} \quad (6)$$

Keterangan:

P = daya beban pada ujung penerima saluran (watt)
V = tegangan fasa (Volt)
Cos φ = faktor daya beban

Transformator

Transformator adalah suatu alat yang digunakan untuk mentransformasi tegangan yaitu menaikkan tegangan (*step up transformator*) dan menurunkan tegangan (*step down transformator*). Daya semu (kVA) dari transformator distribusi berkisar antara 5 sampai 1600 kVA, sedangkan untuk daya semu (kVA) diatas 1600 kVA sudah tergolong pada trafo daya. Transformator dibagi dalam beberapa jenis antara lain [7].

Sistem Pentanahan

Salah satu faktor utama dalam setiap usaha pengamanan rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan yang baik dilaksanakan maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan baik dan benar.

Syarat sistem pentanahan yang efektif :

- Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personal dan peralatan dengan menggunakan rangkaian yang efektif.
- Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surya hubung.
- Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk memastikan kontinuitas penampilan sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
- Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam perawatan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.

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 muncullah 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 [8]. Persamaan beban arus seimbang untuk tegangan 380 volt ditunjukkan pada persamaan 6 dibawah ini :

$$I \text{ Rata-rata} = \frac{I_{RT} + I_{TS} + I_{TR}}{3} \quad (7)$$

Dalam sistem pentanahan semakin kecil nilai tahanan maka semakin baik terutama untuk pengamanan personal dan peralatan, beberapa standart yang telah disepakati adalah bahwa saluran tranmisi substasion harus direncanakan sedemikian rupa sehingga nilai tahanan pentanahan tidak melebihi 1 Ω untuk tahanan pentanahan pada komunikasi system/ data dan maksimum harga tahanan yang diijinkan 5 Ω pada gedung / bangunan. Untuk menghitung tahanan pentanahan suatu bangunan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$R = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}} \quad (8)$$

Keterangan :

R= tahanan pentanahan (Ohm)

ρ = resisitivitas tanah (Ohm-meter)

Tujuan Sistem Pentanahan

Berdasarkan besarnya arus gangguan dan kenaikan tegangan fasa yang tidak terganggu, impedansi pengetanahan netral dapat diatur. Pemilihan impedansi harus dilakukan secara analitis bila Z_n = besar, I_f = kecil dan Δ = besar, maka sistem pengetanahan untuk memperbaiki [8] :

- Arus gangguan hubung singkat yang tidak terlalu besar, sehingga bahaya yang ditimbulkan tidak berlebihan, namun sensitivitas rele proteksi masih dapat dipertahankan.
- Tegangan lebih yang terjadi pada fasa yang tidak terganggu tidak terlalu besar sehingga batas isolasi peralatan dapat dipertahankan atau dikurangi. Stabilitas dan kontinuitas penyaluran beban dapat terjamin.

Rugi Arus Netral (*Losses*)

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalirlah arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan *losses* (rugi-rugi). Rugi-rugi (*Losses*) pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut [9][10]:

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \quad (9)$$

Keterangan:

P_N = *losses* pada penghantar netral trafo (Watt)

I_N = arus yang mengalir pada netral trafo (A)

R_N = tahanan penghantar netral trafo (Ω)

Sedangkan *losses* yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ke tanah (*ground*) dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut :

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G \quad (10)$$

Keterangan:

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)

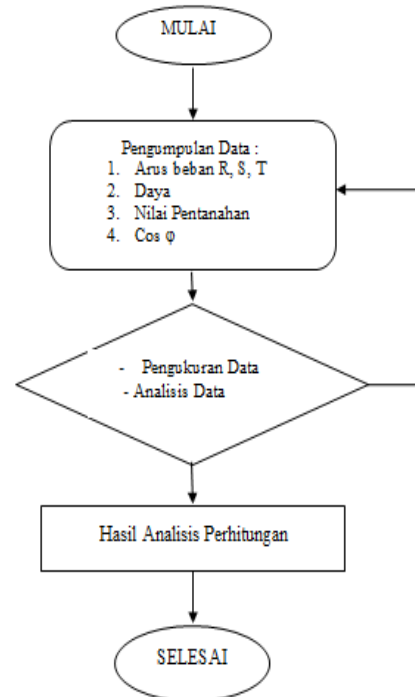
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini merupakan penelitian survey yang dilakukan dilokasi transformator distribusi rusunawa Unilak Kelurahan Umban Sari.
2. Sumber data dalam penelitian adalah data primer, merupakan hasil survei transformator distribusi Rusunawa Unilak dan hasil wawancara dengan pihak terkait, serta data sekunder berupa dokumen-dokumen tentang spesifikasi transformator distribusi, sistem kelistrikan dan pemakaian Rusunawa serta sistem pentanahan transformator distribusi.
3. Analisa Data hasil survey lapangan tentang transformator distribusi akan digunakan untuk penghitungan dan analisa. Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan standarisasi dan aturan yang berlaku tentang kelistrikan.
4. Bagan Alir Penelitian (*Flow chart*)

Berdasarkan pentahapan diatas dapat disusun suatu kerangka pelaksanaan penelitian. Penelitian dimulai dengan persiapan- persiapan dalam bentuk persiapan personal, persiapan penentuan langkah-langkah kerja dan persiapan perlengkapan yang akan digunakan. Setiap personal memiliki tugas masing-

masing dan dibantu tenaga luar untuk survei lapangan.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pada Tegangan 220 Volt

a. Perhitungan arus beban Gedung Rusunawa:

Perhitungan arus beban pada gedung Rusunawa dengan asumsi beban seimbang pada sisi tegangan 220 Volt, menggunakan Tabel 1 mempunyai beban $I_R = 16,2$ Amper ; $I_S = 31,3$ Amper ; $I_T = 11,1$ Amper, maka pembebanan seimbang diasumsikan dengan menggunakan persamaan 7 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I \text{ Rata-rata} &= \frac{I_R + I_T + I_T}{3} \\
 &= \frac{16,2 + 31,3 + 11,1}{3} \\
 &= 20 \text{ Amper}
 \end{aligned}$$

Perhitungan arus beban Transformator Distribusi Unilak :

Perhitungan arus beban pada Transformator Distribusi Unilak dengan asumsi beban seimbang pada sisi tegangan 220 volt, menggunakan Tabel 2 mempunyai beban $I_R = 65$ Amper ; $I_S = 65$ Amper ; $I_T = 53,1$ Amper, maka pembebanan seimbang diasumsikan dengan cara sebagai berikut:

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

$$= \frac{65 + 65 + 12,78}{3}$$

$$= 61 \text{ Amper}$$

Tabel 1 Pengukuran Hasil Rata-rata pada Bangunan Rusunawa

No		Tegangan (Volt)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Semu (kVA)	Cos ϕ
1 Phasa						
1	R	226	16,2	3,6	3,7	0,98
2	S	226	31,3	6,9	7,1	0,98
3	T	228	11,3	3,0	3,2	0,95
Total			58,8	13,5	14,0	
4	R	1,0 ohm				
5	Rn	2,0 ohm				
3 Phasa						
1	R	385	25,2	8,7	10,1	0,96
2	S	383	21,5	8,8	9,4	0,95
3	T	381	12,8	4,2	4,6	0,95
Total			59,5	21,7	24,1	
4	R	1,0 ohm				
5	Rn	2,0 ohm				

Tabel 2 Pengukuran Hasil Rata-Rata Pada Transformator Distribusi Unilak

No		Tegangan (Volt)	Arus (A)	Daya Aktif (W)	Daya Semu (kVA)	Cos ϕ
3 Phasa						
1	R	225	65	14,8	14,61	0,99
2	S	226	65	14,5	14,80	0,99
3	T	226	53,1	11,9	12,00	0,99
Total			183,1	41,2	41,41	
4	R	9,8 ohm				
5	Rn	8,8 ohm				
1 Phasa						
1	R	389	81,7	28	31	0,90
2	S	392	104,1	37	40	0,91
3	T	392	66,7	24	26	0,92
Total			252,5	89	97	
4	R	9,8 ohm				
5	Rn	8,8 ohm				

3.1.2 Perhitungan Pemakaian Daya

Pemakaian daya yang terdapat pada Gedung Rusunawa Unilak dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 3 :

a. Perhitungan Daya Pada Gedung Rusunawa :

Berdasarkan tabel 1, maka perhitungan pemakaian daya pada phasa R diperoleh :

$$P = 1,73 \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$= 1,73 \times 220 \times 20 \times 0,98$$

$$= 7.460 \text{ Watt}$$

b. Perhitungan Daya Pada Transformator Distribusi Unilak:

Berdasarkan Tabel 2, maka perhitungan pemakaian daya pada phasa R dengan tegangan 220 Volt diperoleh :

$$P = 1,73 \times V \times I \times \cos \phi$$

$$= 1,73 \times 220 \times 61 \times 0,99$$

$$= 22.984 \text{ Watt}$$

3.1.3 Perhitungan Rugi Daya

Perhitungan rugi daya pada Gedung Rusunawa Unilak menggunakan persamaan 3 dengan nilai tahanan (R) kabel twistead ukuran 70 mm² = 0,527 Ohm-meter, maka diperoleh :

a. Rugi Daya Pada Gedung Rusunawa :

$$\Delta P = I^2 \times R$$

$$= (20)^2 \times 0,6452$$

$$= 258 \text{ Watt}$$

b. Rugi daya pada Transformator Distribusi Unilak :

$$\Delta P = I^2 \times R$$

$$= (61)^2 \times 0,6452$$

$$= 2401 \text{ Watt}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada hasil pembahasan diperoleh bahwa pemakaian arus beban pada tegangan 220 Volt pada bangunan Rusunawa Unilak besar arus beban 20 Amper, transformator distribusi 61 Amper. Sedangkan rugi daya pada bangunan Rusunawa sebesar 258 Watt, transformator distribusi 2401 Watt.

3.2 Pada Tegangan 380 Volt

a. Perhitungan arus beban Gedung Rusunawa:

Perhitungan arus beban pada gedung Rusunawa dengan asumsi beban seimbang pada sisi tegangan 380 volt, menggunakan Tabel 1 mempunyai beban $I_R = 25,2$ Amper ; $I_S = 21,5$ Amper ; $I_T = 12,5$ Amper, maka pembebanan seimbang diasumsikan dengan menggunakan persamaan 7 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I \text{ Rata-rata} &= \frac{I_R + I_T + I_T}{3} \\ &= \frac{25,2 + 21,5 + 12,5}{3} \\ &= 20 \text{ Amper} \end{aligned}$$

b. Perhitungan arus beban Transformator Distribusi Unilak :

Perhitungan arus beban pada Transformator Distribusi Unilak dengan asumsi beban seimbang pada sisi tegangan 380 Volt, menggunakan Tabel 2 mempunyai beban $I_R = 81,7$ Amper ; $I_S = 104,7$ Amper ; $I_T = 66,7$ Amper, maka pembebanan seimbang diasumsikan dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I \text{ Rata-rata} &= \frac{I_R + I_T + I_T}{3} \\ &= \frac{81,7 + 104,7 + 66,7}{3} \\ &= 84 \text{ Amper} \end{aligned}$$

3.2.2 Perhitungan Pemakaian Daya

Pemakaian daya yang terdapat pada Gedung Rusunawa Unilak dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan 3 :

a. Perhitungan Daya Pada Gedung Rusunawa :

Berdasarkan Tabel 1, maka perhitungan pemakaian daya pada fasa R diperoleh :

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \cdot \cos \phi \\ &= 380 \times 20 \times 0,88 \\ &= 6688 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Perhitungan daya pada Transformator Distribusi Unilak:

Berdasarkan Tabel 2, maka perhitungan pemakaian daya pada fasa R diperoleh :

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \phi \\ &= 380 \times 84 \times 0,99 \\ &= 28728 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3.2.3 Perhitungan Rugi Daya

Perhitungan rugi daya pada Gedung Rusunawa Unilak menggunakan persamaan 3 dengan nilai tahanan (R) kabel twistead ukuran $70 \text{ mm}^2 = 0,527 \text{ ohm-meter}$, maka diperoleh :

a. Rugi daya pada Gedung Rusunawa :

$$\begin{aligned} \Delta P &= I^2 \times R \\ &= (20)^2 \times 0,6452 \\ &= 258 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Rugi daya pada Transformator Distribusi Unilak :

$$\begin{aligned} \Delta P &= I^2 \times R \\ &= (84)^2 \times 0,6452 \\ &= 4553 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3.3 Perhitungan Pentanahan Gedung Rusunawa dan Transformator Distribusi Unilak

Berdasarkan persamaan 8 perhitungan tahanan pentanahan pada Gedung Rusunawa Unilak, maka nilai tahanan pentanahan pada gedung Rusunawa unilak diperoleh :

a. Pada gedung Rusunawa :

Perhitungan tahanan pentanahan bangunan Rusunawa Unilak dengan data tahanan jenis tanah liat (ρ) = 100 ohm-meter :

$$\begin{aligned} R &= \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}} \\ &= \frac{30}{4} \sqrt{\frac{22,7}{4}} \\ &= 16 \Omega \end{aligned}$$

b. Pada Transformator Distribusi Unilak :

Perhitungan tahanan pentanahan bangunan Rusunawa Unilak dengan data tahanan jenis tanah hitam berbatu (ρ) = 300 Ohm-meter :

$$\begin{aligned} R &= \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}} \\ &= \frac{60}{4} \sqrt{\frac{22,7}{4}} \\ &= 30 \Omega \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada hasil pembahasan diperoleh bahwa pemakaian arus beban pada tegangan 380 Volt pada bangunan Rusunawa Unilak besar arus beban 20 Amper, transformator distribusi 84 Amper. Sedangkan rugi daya pada bangunan Rusunawa sebesar 258 Watt, transformator distribusi 4553 Watt. Untuk sistem pentanahan besar nilai tahanan pentanahan pada bangunan Rusunawa sebesar 16 Ohm, transformator distribusi sebesar 30 Ohm. Berarti besar nilai tahanan pentanahan pada bangunan Rusunawa dan transformator distribusi melebihi nilai standar IEC yaitu 5 Ohm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemakaian arus beban pada tegangan 220 Volt pada bangunan Rusunawa Unilak besar arus beban 20 Amper, transformator distribusi 61 Amper, sedangkan pemakaian arus beban pada tegangan 380 Volt pada bangunan Rusunawa Unilak besar arus beban 20 Amper, transformator distribusi 84 Amper.
2. Pemakaian daya pada bangunan rusunawa sebesar 22151 Watt (22,151 kW), sedangkan transformator distribusi 94803 Watt (94,803 kW).
3. Rugi daya tegangan 220 Volt pada bangunan Rusunawa sebesar 258 Watt, transformator

distribusi 2401 Watt, sedangkan rugi daya tegangan 380 Volt pada bangunan Rusunawa sebesar 258 Watt, transformator distribusi 4553 Watt.

4. Besar nilai sistem pentanahan pada bangunan Rusunawa sebesar 16 Ohm dan transformator distribusi 30 Ohm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] As Pabla, 1994, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Cetakan Pertama.
- [2] Surya Darma, 2012, *Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi 200 KVA*, Jurnal Teknik Elektro, vol 1 nomor 2 Februari 2012, ISSN 2089-2942
- [3] Rizky ferdinan, dkk, 2014, *Analisa Pemilihan Trafo Distribusi Berdasarkan Biaya Rugi-Rugi Daya Dengan Metode Nilai Tahunan*, Jurnal Singuda Ensikom, vol 8 no. 1, Juli 2014.
- [4] Gassing, dkk, 2013, *Optimalisasi Pembebanan Transformator Distribusi Dengan Penyeimbangan Beban*, vol 7, desember 2013, ISBN: 978-979-127255-0-6
- [5] Eka Dwi Murdiyanti, 2012, *Evaluasi Pengelolaan Rumah Susun Sederhana Sewa Gunungsari di Surabaya*, Jurnal Akuntasnsi Unesa vol 1 nomor 1, September Surabaya.
- [6] Sanjay A. Deokar¹ , Laxman M. Waghmare², 2011, *Analysis of Distribution Transformer Performance under Non-linear Balanced Load Conditions and Its Remedial Measures*, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering (ISSN 2250-2459, Volume 1, Issue 2, December 2011.
- [7] Zuhail, 1991, *Dasar Tenaga Listrik*, Penerbit ITB, Bandung
- [8] Hutaruruk, 1991, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga*, Erlangga, Jakarta
- [9] Soebagio, 2012, *Transformator*, ITS press, Surabaya.
- [10] Soebagio, 2012, *Tanya Jawab Transformator*, ITS press, Surabaya.