

PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL PADA GARDU MK64 PT PLN ULP MEDAN KOTA

Meijar Dwi Putra¹, Azadin Azhar Purba², Suprianto³
Teknik Listrik^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
meijarputra@students.polmed.ac.id¹, azadinpurba@students.polmed.ac.id²,
suprianto@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban pada suatu jaringan distribusi tenaga listrik selalu ada dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah perbedaan nilai arus yang mengalir pada setiap fasa jaringan distribusi tenaga listrik secara tidak merata. Arus netral pada transformator ada karena akibat dari ketidakseimbangan beban. Semakin besar persentase ketidakseimbangan beban pada transformator, maka semakin besar pula arus netral pada transformator tersebut. Penelitian ini bertujuan sebagai pedoman dalam melakukan penyeimbangan beban transformator guna mengurangi rugi-rugi daya pada penghantar netral. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif yang berupa hasil pengukuran arus listrik. Metode pelaksanaan yang digunakan yaitu menggunakan metode komparatif dengan membandingkan data hasil pengukuran dengan data hasil perhitungan. Setelah dianalisa, diperoleh bahwa persentase ketidakseimbangan beban (UL) terbesar terjadi pada pukul 14.00 WIB untuk jurusan B pada pengukuran hari pertama yaitu sebesar 37,53% dengan nilai arus netral (IN) sebesar $47,87 \angle 153,11^\circ \text{A}$ dan persentase ketidakseimbangan beban (UL) terkecil terjadi pada pukul 14.00 WIB untuk jurusan A pada pengukuran hari pertama yaitu sebesar 16,82% dengan nilai arus netral (IN) sebesar $16,46 \angle -57,28^\circ \text{A}$. Jadi dapat dianalisis bahwa semakin besar persentase ketidakseimbangan maka semakin besar pula arus netral sehingga memperpendek umur kerja dari transformator.

Kata Kunci : Ketidakseimbangan Beban, Arus Netral, Transformator

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dewasa ini, dengan pesatnya pembangunan di Indonesia, penting untuk memiliki fasilitas pendukung yang diperlukan, seperti akses listrik yang andal. Tenaga listrik merupakan kebutuhan penting baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk keperluan industri. Hal ini karena tenaga listrik mudah diangkut dan dapat diubah menjadi bentuk energi lainnya. Penyediaan tenaga listrik yang andal dan berkesinambungan sangat penting dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik.

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk mentransfer tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban pada konsumen. Pada sistem distribusi sekunder, distribusi radial merupakan bentuk saluran yang paling umum digunakan. Sistem ini menggunakan kabel tanpa isolasi. Karena beban disuplai melalui sistem satu fasa, maka ketidakseimbangan beban pada sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi. Akhirnya, arus akan mengalir di netral transformator, menyebabkan kerugian pada konduktor netral.

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik, distribusi beban pada awalnya merata, namun hal ini menyebabkan ketidakseimbangan pasokan daya yang berdampak pada keandalan jaringan. Ketidakseimbangan antara fase transformator menyebabkan arus mengalir di netral. Hal ini juga dapat diakibatkan oleh pertumbuhan alami beban pelanggan per fasa yang tidak sama, sambungan rumah yang berderet dari satu fasa, dan ketidaksamaan besarnya beban yang digunakan. Kerugian yang terjadi akibat beban yang tidak seimbang pada gardu distribusi akan berdampak pada kinerja penggunaan transformator distribusi dan proses bisnis antara PLN dan Konsumen (Pratama, 2020).

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang tersebut, penulis membuat judul “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Pada Trafo Distribusi 160 KVA Pada MK64 di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota”.

Rumusan Masalah

1. Adapun rumusan masalah yang penulis paparkan dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:
2. Bagaimana pengaruh beban tidak seimbang terhadap nilai arus penghantar netral pada trafo distribusi 160 KVA pada MK64 di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota?
3. Seberapa besar arus netral yang diakibatkan ketidakseimbangan pada trafo distribusi 160 KVA pada MK64 di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota?

Batasan Penelitian

Adapun ruang lingkup yang menjadi batasan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Wilayah studi yang diidentifikasi adalah daerah industri PT PLN (Persero) ULP Medan Kota pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah pada MK64.
2. Membahas pengaruh beban tidak seimbang berdasarkan pengukuran arus beban pada pagi, siang dan sore hari terhadap arus netral pada trafo distribusi 160 KVA pada MK64 di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota.
3. Tidak membahas rugi-rugi (losses) dan efisiensi pada trafo distribusi 160 KVA pada MK64 di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota.

Tujuan Penelitian

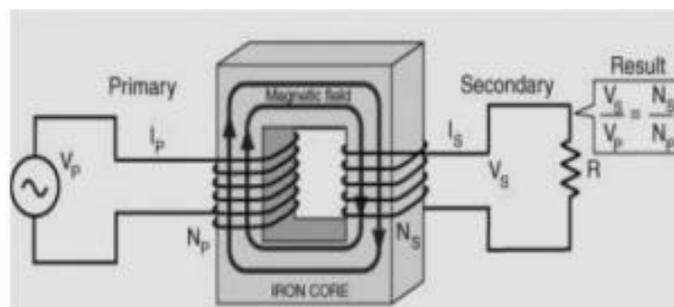
Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh beban tidak seimbang terhadap nilai arus penghantar netral pada trafo distribusi 160 KVA pada MK64 di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota.
2. Mengetahui besar arus yang mengalir pada kawat netral karena adanya ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi 160 KVA pada MK64 di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota.

TINJAUAN PUSTAKA

Transformator

Transformator atau yang dikenal dengan sebutan trafo adalah alat listrik yang mampu mengubah dari taraf tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari pengubahan taraf ini adalah seperti contoh ketika menurunkan tegangan AC dari 220VAC ke 12VAC atau juga ingin menaikkan Tegangan dari 110VAC ke 220 VAC.



Gambar 1. Teori Dasar Transformator

Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja transformator didasarkan pada hukum *Ampere* dan hukum *Faraday* yang menyatakan bahwa arus listrik dapat menghasilkan medan magnet dan medan magnet juga dapat menghasilkan arus listrik. Ketika transformator diberi energi, kumparannya menciptakan medan magnet yang berubah. Kumparan primer menciptakan medan magnet yang bekerja pada kumparan sekunder, yang dapat dianggap sebagai efek induktif yang mengalir melalui kumparan sekunder. Arusnya sama dengan arus yang mengalir melalui kumparan primer (Pratama, 2020).

Tegangan pada transformator dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (1)$$

Dimana:

E = Gaya gerak listrik (V)

N = Jumlah lilitan

$\frac{d\phi}{dt}$ = Perubahan *fluks* magnet terhadap waktu

Transformator Distribusi

Trafo distribusi adalah alat listrik yang digunakan untuk mengubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah. Pemilihan dan lokasi transformator ditentukan oleh rugi-rugi energi dan jatuh tegangan yang disebabkan oleh arus yang mengalir melalui beban. Trafo distribusi yang banyak digunakan adalah trafo *step-down* 20kV/400V. Tegangan listrik dari jaringan tegangan rendah adalah 400V (Situmeang, 2020).



Gambar 2. Transformator Distribusi

Hubungan transformasi pada transformator distribusi dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = a \quad (2)$$

Dimana:

E_1 = Gaya gerak listrik induksi pada sisi primer (V)

E_2 = Gaya gerak listrik induksi pada sisi sekunder (V)

N_1 = Jumlah belitan pada sisi primer

N_2 = Jumlah belitan pada sisi sekunder

V_1 = Tegangan pada kumparan primer (V)

V_2 = Tegangan pada kumparan sekunder (V)

I_1 = Arus pada kumparan primer (A)

I_2 = Arus pada kumparan sekunder (A)

a = Perbandingan transformator

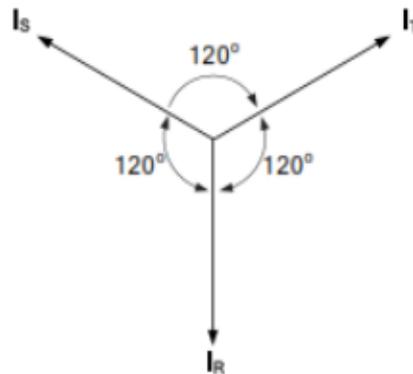
Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator

Keadaan beban seimbang adalah suatu keadaan di mana:

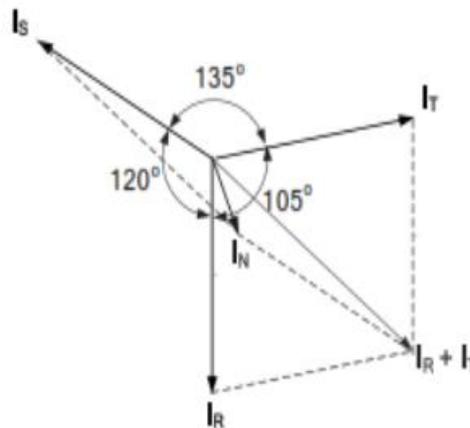
1. Ketiga vektor arus/tegangan sama besar.
2. Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

Keadaan beban yang tidak seimbang adalah keadaan dimana salah satu atau kedua syarat keadaan beban seimbang tidak terpenuhi. Ada tiga kemungkinan keadaan beban tidak seimbang, yaitu:

1. Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
2. Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
3. Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 3. Vektor Diagram Arus Beban Seimbang



Gambar 4. Vektor Diagram Arus Beban Tidak Seimbang

Pada Gambar 3 menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan beban seimbang. Pada gambar tersebut terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah sama dengan nol sehingga tidak muncul arus netral (I_N). Sedangkan pada Gambar 4 menunjukkan vektor diagram arus beban yang tidak seimbang. Pada gambar tersebut terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) tidak sama dengan nol sehingga muncul arus netral (I_N) yang besar nilainya bergantung pada berapa besar faktor ketidakseimbangan bebannya (Sogen, 2018).

METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif yang berupa hasil pengukuran arus listrik. Metode pelaksanaan yang digunakan adalah menggunakan metode komparatif yaitu dengan membandingkan data hasil pengukuran dengan data hasil perhitungan.

Penelitian ini juga menggunakan metode deskriptif kualitatif. Dengan metode ini penulis ingin mengamati dengan seksama aspek-aspek tertentu yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti oleh penulis sehingga akan memperoleh data- data yang dapat mendukung penyusunan laporan penelitian. Data-data yang diperoleh akan diproses dan dianalisis dengan dasar teori yang ada sehingga memperoleh hasil kesimpulan permasalahan yang diteliti.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada PT PLN (Persero) ULP Medan Kota yang terletak di Jalan Listrik No.8, Petisah Tengah, Kecamatan Medan Petisah, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak pada koordinat 3.585962, 98.676091.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan suatu cara tertentu serta terkontrol dengan maksud

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

pengumpulan keterangan-keterangan yang diteliti secara efisien menurut prosedur-prosedur ilmiah memudahkan suatu masalah yang dipertanggungjawabkan kebenarannya.

Dalam penulisan penelitian ini penulis menggunakan dua cara untuk mengumpulkan data, yaitu:

1. Penelitian kepustakaan (*library research*)
Merupakan penelitian yang dilakukan dengan metode membaca dan menelaah buku-buku dan literatur-literatur sumber bacaan lainnya yang berkaitan dengan judul yang dibahas. Jadi, keterangan-keterangan yang dikumpulkan sifatnya masih dalam bentuk teori.
2. Penelitian lapangan (*field research*)
Merupakan penelitian dengan mengumpulkan data secara langsung pada objek yang diteliti untuk mengumpulkan data-data yang otentik.
 - a. Observasi
Yaitu metode dengan melakukan penelitian dengan cara pengamatan secara langsung dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala yang bertampak pada objek penelitian yang berkaitan dengan permasalahan yang ada di lapangan.
 - b. Dokumentasi
Yaitu teknik pengumpulan data dengan menggunakan dokumen-dokumen yang terdapat pada perusahaan yang ada kaitannya dengan judul penelitian.

Teknik Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan adalah hasil pengukuran pada gardu distribusi MK64 sehingga pada laporan tugas akhir ini menggunakan metode kuantitatif.

Untuk menghitung berapa besar arus beban rata-rata dari transformator distribusi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \quad (3)$$

Koefisien a, b, c dapat diperoleh jika nilai arus fasa (I) dan arus rata-rata dalam keadaan seimbang, sehingga dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$a = \frac{I_a}{I} \quad (4)$$

$$b = \frac{I_b}{I} \quad (5)$$

$$c = \frac{I_c}{I} \quad (6)$$

Dalam keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, c adalah 1. Maka untuk menghitung rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % (U_L) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$U_L = \frac{|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|}{3} \times 100 \% \quad (7)$$

Arus listrik yang mengalir pada penghantar netral menjadi parameter dari beban tidak seimbang pada sistem tiga fasa. Arus tersebut adalah hasil penjumlahan dari arus setiap fasa dengan perbedaan sudut 120° dan sudut yang timbul oleh faktor daya beban. Untuk menghitung berapa besar arus pada penghantar netral dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_N = I_a + I_b + I_c \quad (8)$$

$$I_N = I_a + aI_b + a^2I_c \quad (9)$$

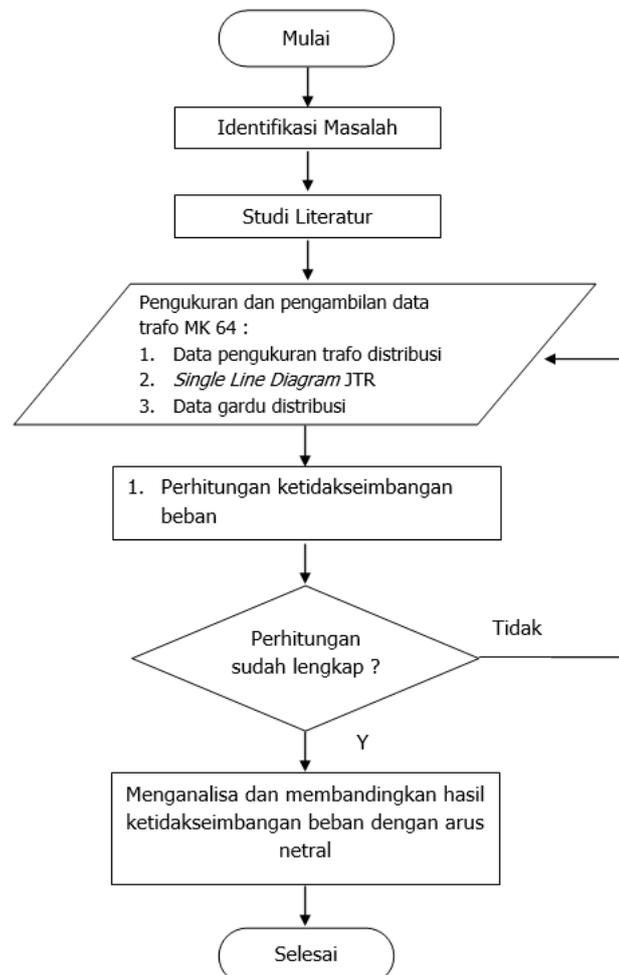
$$I_N = I_a + I_b (\cos 120^\circ + j\sin 120^\circ) + I_c (\cos 240^\circ + j\sin 240^\circ) \quad (10)$$

$$I_N = I_a + I_b (-0,5 + j0,866) + I_c (-0,5 - j0,866) \quad (11)$$

Ketidakseimbangan beban yang terjadi di gardu distribusi tidak akan menjadi masalah jika pelanggannya menggunakan motor-motor listrik tiga fasa tetapi ketidakseimbangan beban tidak dapat dihindari sama sekali jika pelanggannya mayoritas adalah beban satu fasa (Situmeang, 2020).

Diagram Alir (*FlowChart*)

Berikut ialah diagram alir perencanaan penelitian di PT PLN (Persero) ULP Medan Kota:



Gambar 5. Diagram Alir (*Flowchart*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Ketidakseimbangan Beban

Data hasil pengukuran yang diambil sebagai pembahasan adalah data yang terdapat pada lampiran yaitu pengukuran hari pertama pada Jurusan A pada pukul 09.00WIB.

Untuk menghitung besarnya persentase ketidakseimbangan beban dan arus netral.

Daya Trafo = 160 KVA

Tegangan sekunder Trafo = 400 Volt

Berdasarkan pembacaan alat ukur pada lampiran, maka arus yang diperoleh adalah:

$I_a = 59,8 \text{ A}$

$I_b = 33,8 \text{ A}$

$I_c = 65,3 \text{ A}$

Untuk menghitung nilai arus beban rata-rata dari transformator distribusi dapat menggunakan persamaan (3), yaitu:

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

$$I = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$$

$$I = \frac{(59,8 + 33,8 + 65,3)}{3}$$

$$I = 52,96 \text{ A}$$

Selanjutnya, dimana besar arus rata-rata sama dengan besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang, maka nilai koefisien a, b, dan c didapatkan melalui persamaan (4), (5), dan (6) yaitu:

$$a = \frac{I_a}{I} = \frac{59,8}{52,96} = 1,1292$$

$$b = \frac{I_b}{I} = \frac{33,8}{52,96} = 0,6382$$

$$c = \frac{I_c}{I} = \frac{65,3}{52,96} = 1,233$$

Dalam keadaan seimbang, besarnya koefisien a, b, dan c adalah 1. Maka untuk menghitung rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % (U_L) menggunakan persamaan (7), yaitu:

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

$$U_L = \frac{|1,1292 - 1| + |0,6382 - 1| + |1,233 - 1|}{3} \times 100 \%$$

$$U_L = \frac{(0,1292 + 0,3618 + 0,233)}{3} \times 100 \%$$

$$U_L = 24,13 \%$$

Dari perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata ketidakseimbangan beban dalam % (U_L) pada pukul 09.00 WIB untuk pengukuran hari pertama pada Jurusan A sebesar 24,13 %. Sehingga, arus pada penghantar netral dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8), (9), (10), dan (11), yaitu:

$$I_N = I_a + I_b + I_c$$

$$I_N = I_a + aI_b + a^2I_c$$

$$I_N = I_a + I_b (\cos 120^\circ + j\sin 120^\circ) + I_c (\cos 240^\circ + j\sin 240^\circ)$$

$$I_N = 59,8 + 33,8(-0,5 + j0,866) + 65,3(-0,5 - j0,866) \text{ A}$$

$$I_N = 10,25 - j27,279 \text{ A}$$

$$I_N = 29,14 \angle -69,4^\circ \text{ A}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, arus netral (I_N) yang mengalir pada penghantar netral ialah 29,14 $\angle -69,4^\circ$ A.

Hasil Perhitungan Ketidakseimbangan Beban

Perhitungan ketidakseimbangan beban dilakukan secara ringkas menggunakan *microsoft excel*, sehingga semua hasil pengukuran arus listrik pada lampiran dapat dilakukan perhitungan arus netral dan persentase ketidakseimbangan beban.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Beban pada Hari Pertama untuk Jurusan A

Jam	Jurusan A				Perhitungan	
	I_a (A)	I_b (A)	I_c (A)	I_n (A)	I_N (A)	U_L (%)
09.00 WIB	59,8	33,8	65,3	30,5	29,14	24,13
10.00 WIB	48	23,3	70,2	40,9	40,63	33,73
11.00 WIB	67,3	28,5	64,3	36,8	37,39	31,06
13.00 WIB	68,7	32,7	49,2	33,8	31,21	24,56
14.00 WIB	49,4	32,5	48,5	15,98	16,46	16,82
15.00 WIB	58,4	25,2	51,5	28	30,34	29,36

Tabel 2. Hasil Perhitungan Beban pada Hari Pertama untuk Jurusan B

Jam	Jurusan B				Perhitungan	
	I_a (A)	I_b (A)	I_c (A)	I_n (A)	I_N (A)	U_L (%)
09.00 WIB	36,2	71,6	24,6	43,2	42,4	41,49
10.00 WIB	21,1	64,7	25,3	41,3	41,65	49,8
11.00 WIB	29,2	48	26,6	17,78	20,22	25,82
13.00 WIB	31,2	78,7	49,4	43,2	41,5	32,14
14.00 WIB	22,1	77,3	52,3	47,4	47,87	37,53
15.00 WIB	28	58	38,6	25,9	26,35	26,43

Tabel 3. Hasil Perhitungan Beban pada Hari Kedua untuk Jurusan A

Jam	Jurusan A				Perhitungan	
	I_a (A)	I_b (A)	I_c (A)	I_n (A)	I_N (A)	U_L (%)
09.00 WIB	64,7	27,7	52,1	28,5	32,58	28,33
10.00 WIB	63,4	40,2	62,2	22,9	22,62	18,17
11.00 WIB	50,4	38,3	63,6	23,7	21,91	16,85
13.00 WIB	54,6	41,7	57,6	15,26	14,63	12,47
14.00 WIB	50,9	20,3	42,6	25,9	27,4	30,99
15.00 WIB	46	19,4	31,3	18,62	23,07	28,47

Tabel 4. Hasil Perhitungan Beban pada Hari Kedua untuk Jurusan B

Jam	Jurusan B				Perhitungan	
	I_a (A)	I_b (A)	I_c (A)	I_n (A)	I_N (A)	U_L (%)
09.00 WIB	28,1	60,6	30,5	30,5	31,36	35,01
10.00 WIB	30,2	61,3	23	38,5	35,25	40,4
11.00 WIB	35,5	55,2	27,7	22	24,54	26,57
13.00 WIB	25,7	82,2	42,6	48,9	50,22	42,56
14.00 WIB	29,2	72	38,4	38,5	39,02	36,48
15.00 WIB	24,3	65,8	31,3	36,8	38,48	41,73

Tabel 5. Hasil Perhitungan Beban pada Hari Ketiga untuk Jurusan A

Jam	Jurusan A				Perhitungan	
	I_a (A)	I_b (A)	I_c (A)	I_n (A)	I_N (A)	U_L (%)
09.00 WIB	66,9	38,3	66,2	23,7	28,25	21,97
10.00 WIB	59,5	32,4	50,2	23,7	23,85	21,06
11.00 WIB	60,2	34,5	51,3	20,2	22,6	19,4
13.00 WIB	62,3	43,1	48,2	20,6	17,22	14,45
14.00 WIB	59,2	22	47,8	35,7	33,01	32,55
15.00 WIB	55,9	10,13	53,6	43,2	44,66	49,73

Tabel 6. Hasil Perhitungan Beban pada Hari Ketiga untuk Jurusan B

Jam	Jurusan B				Perhitungan	
	I_a (A)	I_b (A)	I_c (A)	I_n (A)	I_N (A)	U_L (%)
09.00 WIB	32	67,1	27,9	33,8	37,31	39
10.00 WIB	22,9	66,5	16,48	48,9	47,13	58,94
11.00 WIB	26,5	59,8	16,57	40,9	39,21	49,59
13.00 WIB	23,2	86,5	34,9	54	58,33	52,97
14.00 WIB	27,6	70,2	45,9	36,9	37,01	31,04
15.00 WIB	31,2	67,7	24,9	38,5	40,02	42,7

SIMPULAN

Ketidakeimbangan beban terjadi pada transformator, disebabkan karena perbedaan pada nilai arus yang mengalir tiap-tiap fasanya tidak merata. Persentase ketidakseimbangan pembebanan transformator pada gardu distribusi MK64 jika dilihat dari pembahasan hasil perhitungan, maka

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

yang terbesar terjadi pada pukul 14.00 WIB untuk jurusan B pada pengukuran hari pertama yaitu sebesar 37,53% dengan nilai arus netral sebesar $47,87 \angle 153,11^\circ A$ dan persentase ketidakseimbangan beban terkecil terjadi pada pukul 14.00 WIB untuk jurusan A pada pengukuran hari pertama yaitu sebesar 16,82% dengan nilai arus netral sebesar $16,46 \angle -57,28^\circ A$. Nilai arus netral pada gardu distribusi MK64 jika dilihat dari data pengukuran pada lampiran, maka yang terbesar terjadi pada pukul 13.00 WIB untuk jurusan B pada pengukuran hari ketiga yaitu sebesar 54A dan nilai arus netral terkecil terjadi pada pukul 13.00 WIB untuk jurusan A pada pengukuran hari kedua yaitu sebesar 15,26A.

Pada gardu distribusi MK64, persentase ketidakseimbangan pembebanan transformator dan arus netral pada jurusan B lebih besar karena penggunaan beban listrik tidak merata terjadi pada jurusan B dibandingkan dengan pada jurusan A. Persentase ketidakseimbangan beban sebanding dengan arus yang mengalir pada netral atau dengan kata lain semakin besar persentase ketidakseimbangan beban mengakibatkan arus netral yang mengalir semakin besar. Konsumsi daya yang semakin besar bukan berarti mengakibatkan arus netral yang semakin besar akan tetapi sangat ditentukan dengan keseimbangan pembebanan setiap fasanya.

SARAN

Pada gardu distribusi MK64 perlu dilakukan pemerataan beban untuk dapat menyeimbangkan beban pada jurusan B sehingga persentase ketidakseimbangan dapat diminimalisir dan rugi-rugi daya pada penghantar netral dapat berkurang. Pada saat pengukuran sebaiknya menggunakan 4 buah alat ukur *tang ampere* secara bersamaan untuk mengukur fasa R, fasa S, fasa T, dan Netral sehingga data pengukuran yang didapat bisa lebih tepat. Penggunaan satu buah alat ukur *tang ampere* dan mengukur secara bergantian dapat mengakibatkan data pengukuran yang kurang tepat karena akibat dari beban listrik yang fluktuasi (naik turun) pada transformator.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Kartika Sari, G. A. (2018). *Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi Studi Kasus pada PT PLN (Persero) Rayon Blora*. Surakarta.
- Khomarudin, R., & Subekti, L. (2020). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban dan Harmonisa Terhadap Arus Netral pada Trafo Distribusi 8 Kapasitas 500 KVA di PPSDM Migas Cepu. *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan, I*, 28-33.
- 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.
- Rozaan, A. S. (2020). *Studi Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Akibat Penyambungan Ulang pada Transformator Distribusi BTC32 PT PLN (Persero) UP3 Cikokol*. Jakarta.
- Ruliyanto. (2020). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Arus Ground pada Trafo 1 dan Trafo 2 pada Beban Puncak Sesaat. *Jurnal Ilmiah GIGA, XXIII*, 27-34.

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

- Situmeang, M. (2020). *Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral pada Trafo Distribusi 700 KVA di PT Prima Multi Terminal Pelabuhan Kuala Tanjung Multipurpose Terminal*. Medan.
- Sogen, M. D. (2018). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi di PT PLN (Persero) Area Sorong. *Jurnal Electro Luceat, IV*, 1-10.
- Sultan, A. R., & Rachman, R. F. (2018). Analisis Ketidakseimbangan Beban pada Penyulang Palisi PT PLN (Persero) Rayon Maros. *Jurnal Ilmiah FLASH, IV*, 73-77.
- Sya'roni, Z., & Rijanto, T. (2019). Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 KV dan Solusinya pada Jaringan Tegangan Rendah. *Jurnal Teknik Elektro, VIII*, 173-180.