

Analisis Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Ketidakseimbangan Beban di *Shopping Center* serta Solusi Alternatifnya

Endang Retno Nugroho^{1*}, Ahmad Lutfi Niam¹, Idris Kusuma¹, W. G. Adhyartha U. Keraf²

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nasional, Jakarta 12520

²Program Studi Sistem Informasi, Institut Bisnis Nusantara, Jakarta 13210

*Korespondensi Penulis: retno.nugroho@civitas.unas.ac.id

(Received: 15-10-2022; Revised: 30-10-2023; Accepted: 30-11-2023)

ABSTRACT. *The occupancy rate of the building has decreased due to the COVID-19 pandemic. Office buildings, hotels, apartments, and shopping centers experienced a decline in visitors. Meanwhile, some shops have stopped their business. The building management will continue to operate electrical equipment to support activities. The impact is that the load is unbalanced. This affects the load balance in the building. This condition will be detrimental and in the long term, will damage the transformer. The purpose of this study is to measure the level of electrical load balance in the Tang City Mall building. The measurement results on the existing 5-unit transformer show an unbalanced load between 0.63% to 4.76%. This measurement was carried out during rush hour conditions, namely at 17.30 WIB. Based on the calculation data, for a month, during a month you will experience a neutral current power loss of 2848kWh and a ground current power loss of 175 kWh. Instant measurements during mall opening and closing hours recorded a significant imbalance reaching 7.9% at trafo2. To avoid this, it is necessary to regroup, especially for single-phase loads. Meanwhile, building tenants' opening and closing hours must be simultaneous.*

Keywords: *load unbalance, transformer, neutral current, earthing current, three-phase load*

ABSTRAK. Tingkat hunian gedung berkurang akibat Pandemi COVID-19. Gedung-gedung perkantoran, hotel, apartemen dan pusat belanja mengalami penurunan pengunjung. Sementara sebagian toko menghentikan usahanya. Pihak Pengelola gedung akan tetap mengoperasikan peralatan listrik untuk menunjang kegiatan. Dampaknya beban listrik tidak seimbang. Ini berpengaruh pada kesetimbangan beban dalam gedung. Kondisi ini akan merugikan dan dalam jangka panjang akan merusak transformator. Tujuan penelitian ini melakukan pengukuran tingkat kesetimbangan beban listrik di gedung Tang City Mall. Hasil pengukuran pada 5-unit trafo yang ada menunjukkan ketidakseimbangan antara 0.63% sampai dengan 4.76%. Pengukuran ini dilakukan pada kondisi jam sibuk yaitu pukul 17.30 WIB. Berdasarkan data perhitungan tersebut, selama sebulan akan mengalami kerugian daya arus netral sebesar 2848 kWh dan kerugian daya pada arus ground sebesar 175 kWh. Pengukuran sesaat pada jam-jam rawan buka dan tutup mal tercatat adanya ketidakseimbangan yang signifikan mencapai 7.9% pada trafo2. Untuk menghindari hal tersebut, maka perlu dilakukan pembagian grup ulang khususnya pada beban 1 fasa. Sementara jam buka dan tutup *tenant* gedung wajib serentak.

Kata kunci: ketidakseimbangan beban, transformator, arus netral, arus pembumian, beban tiga fasa

PENDAHULUAN

Dampak pandemi COVID-19 sangat signifikan terasa bagi perekonomian penduduk di Indonesia [1]. Jumlah penduduk terdampak semakin meningkat dengan kota Jakarta terbesar di Indonesia yang mengalami dampaknya [2]. Sementara penyebaran COVID-19 diprediksi akan terus bertambah [3]. Beberapa gedung beroperasi dengan terbatas, baik itu gedung perkantoran, apartemen, pusat belanja dan lain-lain [4]. Pusat belanja merupakan salah satu yang mengalami perubahan yang sangat signifikan. Pembatasan jumlah pengunjung dan pembatasan jam operasi membuat kondisi tambah parah [5], [6]. Selain daya beli jadi melemah, banyak retail yang menutup usahanya [1], [7].

Tingkat *occupancy* (hunian) tenant mengalami penurunan yang signifikan. Sementara akibat banyaknya tenant yang tutup usaha, pengelola gedung tidak mungkin mengoperasikan gedung hanya dengan sebagian peralatan pendukung saja. Adanya kekosongan beberapa tenant selama pandemic COVID-19 merupakan suatu masalah bagi pengelola bangunan besar. Beban listrik gedung akan menjadi tidak seimbang[8]. Beban yang tidak seimbang berakibat adanya rugi-rugi pada arus netral. Kerugian ini ditanggung oleh pemilik gedung. Selaian kerugian finansial, ketidakseimbangan beban berdampak pada performa peralatan gedung menjadi tidak optimal [9]. Kondisi ini bila terus-menerus tidak diperbaiki akan berakibat rusaknya transformator [10]–[12]. Salah satu gedung yang mengalami dampak Pandemi COVID-19 adalah Tang City Mall. Pada bangunan ini mengalami ketidakseimbangan arus dan tegangan. Ketidakseimbangan arus dan tegangan ini adalah variasi arus dan variasi tegangan dalam sistem tenaga listrik di mana besar arus, tegangan dan sudut fasa di antara fasa tidak sama. Selain itu, dalam rangka efisiensi listrik sesuai dengan ketentuan pemerintah Indonesia, setiap pengelola melakukan pengawasan atas penggunaan listrik yang digunakan. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan salah satu metode yang dipakai untuk mengukur efektifitas penggunaan listrik setiap satuan luasan bangunan per bulan atau pertahun [13]. Nilai IKE akan mengalami penurunan dalam kondisi tingkat hunian yang rendah.

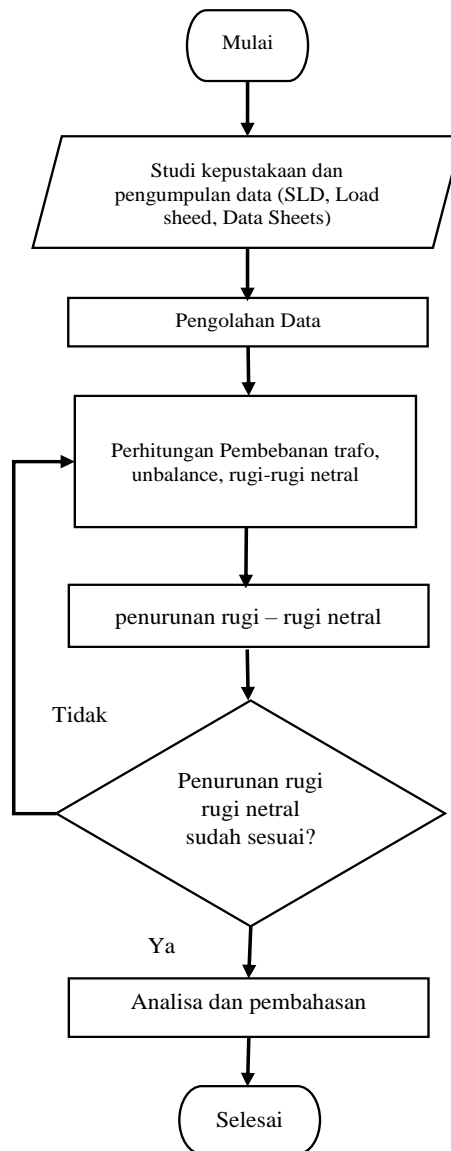
Tujuan Penelitian ini adalah untuk menghitung rugi-rugi energi listrik pada penghantar netral dan penghantar ground akibat terjadinya beban yang tidak seimbang selama masa pandemic COVID-19. Kontribusi yang diberikan dalam penelitian ini berupa nilai ketidaksetimbangan beban. Dengan diperoleh nilai ketidakseimbangan beban ini, maka para *stakeholder* dapat mengambil tindakan perbaikan sistem secara langsung yaitu dengan menyeimbangkan beban dengan cara *grouping* ulang, khususnya pada beban-beban 1 fasa pada masing-masing transformator yang ada dalam gedung. Selain tindakan langsung, perlu dilakukan pembuatan regulasi agar penyeragaman jam operasional tenant yang ada. Hal ini untuk meminimalkan ketimpangan beban.

METODOLOGI

Tangcity Mall mulai beroperasi tahun 2011, sehingga gedung ini relative masih baru. Gedung ini sudah mengacu pada gedung modern dimana daya dirancang berdasarkan standar yang berlaku di Indonesia[14], [15]. Pembebanan listrik bangunan disusun dan dibakukan dalam *Single Line Diagram* yang telah dibuat sebagai acuan operasional[16]. Pada gedung yang relative masih baru biasanya belum ada perubahan kelistrikan yang signifikan. Namun demikian, adanya pandemi COVID-19 memiliki dampak yang signifikan dalam tingkat hunian gedung[17].

Dalam penelitian ini akan diukur ketidakseimbangan beban listrik pada pandemic COVID-19. Kami menganalisis kerugian akibat beban yang tidak seimbang. Kerugian meliputi hilangnya daya pada arus netral dan arus pembumian. Flowchart dalam penelitian ini diberikan pada gambar 1. Setelah melakukan studi kepustakaan dan pengambilan data penelitian pada Tang City Mall, maka selanjutnya akan dilakukan

- a. Pengolahan data pada tabel dan *single line diagram* trafo.
- b. Perhitungan pembebanan trafo.
- c. Perhitungan *unbalance* pada setiap trafo.
- d. Perhitungan arus pada penghantar netral trafo dan perhitungan rugi–rugi netral.
- e. Memeriksa solusi penurunan rugi–rugi netral, jika penurunannya tidak mendapatkan nilai arus yang kecil maka dilakukan perubahan koneksi pada setiap beban hingga beban menjadi seimbang. Jika penurunan sudah mendapatkan nilai arus pada penghantar netral yang kecil hingga 0, maka solusi dengan perubahan koneksi beban sudah sesuai.



GAMBAR 1. Flow Chart proses penelitian.

Data Trafo Pada Tangcity Mall

Tang City Mall terdapat 5 transformator untuk suplai (Panel Utama Tegangan Rendah) PUTR 1, PUTR 2, PUTR 3, PUTR 4 dan 1 transformator untuk suplai PUTR 5. Dengan data spesifikasi Transformator 1, 2, 3, dan 4 adalah tipikal sedangkan trafo 5 berbeda diberikan pada tabel 1. Gambar 5 adalah foto salah satu *name plate* trafo yang ada di Tangcity Mall, trafo tersebut memiliki kapasitas 2500 kVA dan pendingin jenis ONAN dengan *vector group* Dyn5. Trafo jenis ini memiliki pendingin cair sesuai standard IEC 60076.

TABEL 1. Data transformator tang city mall

No		Transformator 1, 2, 3, 4	Transformator 5
1	Merk	TRAFINDO	TRAFINDO
2	Daya	2500 kVA	2000 kVA
3	Tegangan	20 kV/400 V	20 kV/400 V
4	Arus	72,17 A/3608,44 A	57.74 A/2886.75 A
5	Frekuensi	50 Hz	50 Hz
6	Hubungan	Dyn5	Dyn5
7	Impedansi	7 %	7 %
8	Pendingin	ONAN	ONAN

Pada tabel 1 terlihat spesifikasi dari 5 transformator pada Tang City Mall, perbedaan dari 5 transformator adalah pada transformator 1, 2, 3, dan 4 memiliki spesifikasi daya sebesar 2500 kVA dan pada transformator 5 memiliki spesifikasi daya sebesar 2000 kVA. Perbedaan yang kedua yaitu pada transformator 1, 2, 3, dan 4 memiliki spesifikasi arus sebesar 72.17A/3608.44A dan pada transformator 5 memiliki spesifikasi arus sebesar 57.74 A/2886,75A.

Data Pengukuran Trafo

Pengambilan data dengan pengukuran pada saat Waktu Beban Puncak (WBP) di jam 17.30 WIB. Ukuran kawat yang digunakan untuk penghantar trafo adalah 70 mm² dengan nilai resistansi $R = 0.262 \Omega/\text{km}$. Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel 2 sampai dengan tabel 6. Dalam gambar 4 ditunjukkan kabel tegangan menengah dan tegangan rendah rendah, beserta kabel line R, S dan T, kabel netral dan kabel grounding yang akan diukur arusnya pada salah satu transformator yang ada. Gambar 2 adalah kabel transformator sisi primer dan sekunder.



GAMBAR 2. Kabel tegangan menengah dan tegangan rendah pada transformator trafindo.

TABEL 2. Pengukuran transformator 1.

No	Phasa	S (kVA)	V _{P-N} (V)	I (A)	Cos ϕ
1	R	475.25	234	2031	0.91
2	S	466.1	236	1975	0.91
3	T	466	235	1983	0.91
4	G _{ND}			5.7	
5	R _G		4.33 Ω		
6	R _{70 mm²}		0.262 Ω/km		

Pada tabel 2 terlihat hasil pengukuran transformator 1 dimana pengukurang tegangan pada masing-masing phasa sama tetapi pada pengukuran arus pada masing-masing phasa terdapat perbedaan. Pada phasa R, S, T terlihat hasil pengukuran arus sebesar 2031A, 1975A, 1983A, mengakibatkan hasil pengukuran pada daya semu berbeda. Hal ini terjadi karena perbedaan beban pada masing-masing phasa R, S, T tidak rata yang mengakibatkan perbedaan tersebut.

TABEL 3. Pengukuran transformator 2

No	Phasa	S (kVA)	V _{P-N} (V)	I (A)	Cos ϕ
1	R	502.21	236	2128	0.91
2	S	467.1	234	1996	0.91
3	T	457	234	1953	0.91
4	G _{ND}			1.7	
5	R _G		4.33 Ω		
6	R _{70 m²}		0.262 Ω/km		

Pada tabel 3 terlihat hasil pengukuran transformator 2 dimana pengukur tegangan pada masing-masing fasa sama tetapi pada pengukuran arus pada masing-masing fasa terdapat perbedaan. Pada fasa R, S, T terlihat hasil pengukuran arus sebesar 2128A, 1996A, 1953A, mengakibatkan hasil pengukuran pada daya semu berbeda. Hal ini terjadi karena perbedaan beban pada masing-masing fasa R, S, T tidak rata yang mengakibatkan perbedaan tersebut.

TABEL 4. Pengukuran transformator 3

No	Phasa	S (kVA)	V _{P-N} (V)	I (A)	Cos ϕ
1	R	471.52	236	1998	0.91
2	S	471.24	238	1980	0.91
3	T	460.43	236	1951	0.91
4	G _{ND}			3.8	
5	R _G		4.33 Ω		
6	R _{70 mm²}		0.262 Ω /km		

Pada tabel 4 terlihat hasil pengukuran transformator 3 dimana pengukur tegangan pada masing-masing fasa sama tetapi pada pengukuran arus pada masing-masing fasa terdapat perbedaan. Pada fasa R, S, T terlihat hasil pengukuran arus sebesar 1998 A, 1980 A, 1951 A, mengakibatkan hasil pengukuran pada daya semu berbeda. Hal ini terjadi karena perbedaan beban pada masing-masing fasa R, S, T tidak rata yang mengakibatkan perbedaan tersebut.

TABEL 5. Pengukuran transformator 4.

No	Phasa	S (kVA)	V _{P-N} (V)	I (A)	Cos ϕ
1	R	467.65	235	1990	0.91
2	S	456.34	232	1967	0.91
3	T	454.25	232	1958	0.91
4	G _{ND}			7.2	
5	R _G		4.33 Ω		
6	R _{70 mm²}		0.262 Ω /km		

Pada Tabel 5 terlihat hasil pengukuran transformator 4 dimana pengukur tegangan pada masing-masing fasa sama tetapi pada pengukuran arus pada masing-masing fasa terdapat perbedaan. Pada fasa R, S, T terlihat hasil pengukuran arus sebesar 1990 A, 1967 A, 1958 A, mengakibatkan hasil pengukuran pada daya semu berbeda. Hal ini terjadi karena perbedaan beban pada masing-masing fasa R, S, T tidak rata yang mengakibatkan perbedaan tersebut.

TABEL 6. Pengukuran transformator 5.

No	Phasa	S (kVA)	V _{P-N} (V)	I (A)	Cos ϕ
1	R	6.38	228	28	0.91
2	S	5.85	225	26	0.91
3	T	6.81	227	30	0.91
4	G _{ND}			3.2	
5	R _G		4.33 Ω		
6	R _{70 mm²}		0.262 Ω /km		

Pada tabel 6 terlihat hasil pengukuran transformator 5 dimana pengukur tegangan pada masing-masing fasa sama dan pada pengukuran arus pada masing-masing fasa tidak jauh berbeda. Pada fasa R, S, T terlihat hasil pengukuran arus sebesar 28A, 26A, 30A, mengakibatkan hasil pengukuran pada daya semu tidak jauh berbeda. Hal ini terjadi karena perbedaan beban pada masing-masing fasa R, S, T rata yang mengakibatkan nilai tidak jauh berbeda.

Pada saat pukul 20.30 sampai 21.00 WIB, kami melakukan pengukuran beban secara random pada Trafo 2. Pengukuran sesaat ini kami lakukan menimbang sebagian toko sudah mulai tutup sementara toko lain masih dalam kondisi beroperasi untuk melayani konsumen. Data pada trafo tercatat bahwa $I_R = 1987A$, $I_S = 1775A$ dan $I_T = 1567A$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Trafo 1 besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang I sama dengan besarnya arus rata-rata ($I_{rata-rata}$), dengan menggunakan rumus

$$a = \frac{I_R}{I}, b = \frac{I_S}{I}, c = \frac{I_T}{I}$$

dimana:

I_R = Arus Fasa R

I_S = Arus Fasa S

I_T = Arus Fasa T

I = arus rata-rata dari ketiga arus fasa transformator.

Maka besarnya arus-arus fasa pada penyaluran daya yang sama dengan keadaan tidak seimbang koefisien a , b , dan c dapat diketahui.

$$a = \frac{I_R}{I} = \frac{2031}{1996.33} = 1.017$$

$$b = \frac{I_S}{I} = \frac{1975}{1996.33} = 0.989$$

$$c = \frac{I_T}{I} = \frac{1983}{1996.33} = 0.993$$

Pada saat keadaan seimbang besarnya koefisien a , b , dan c adalah 1. Sehingga nilai rata rata ketidakseimbangan (dalam %) dapat dihitung dengan rumus

$$\begin{aligned} \% \text{ketidakseimbangan} &= \frac{\{|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|\}}{3} \times 100\% \\ &= \frac{\{|1.017 - 1| + |0.989 - 1| + |0.993 - 1|\}}{3} \times 100\% = 1.16\% \end{aligned}$$

R55 dengan metode yang sama, maka dapat dihitung ketidakseimbangan beban untuk trafo yang lainnya. Hasil perhitungan disajikan dalam tabel 7.

TABEL 7. Hasil perhitungan *unbalance* pada trafo

No	Trafo	Koefisien			Ketidakseimbangan
		a	b	c	%
1	Trafo 1	1.017	0.989	0.993	1.16
2	Trafo 2	1.05	0.985	0.964	3.36
3	Trafo 3	1.011	1.007	0.987	1.03
4	Trafo 4	1.009	0.997	0.993	0.63
5	Trafo 5	1	0.928	1.071	4.76

Dari perhitungan di atas dapat dilihat dari semua trafo di Tang City Mall memiliki ketidakseimbangan, dari trafo 1, 2, 3, 4, dan 5 memiliki masing masing nilai sebesar (dalam %) 1.16 %, 3.36 %, 1.03 %, 0.63 % dan 4.76 %.

Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Akibat *Unbalance*

Dari tabel pengukuran pada trafo 1, dapat dihitung adanya arus yang mengalir pada penghantar netral trafo, yaitu:

$$I_N = \sqrt{I_R^2 + I_S^2 + I_T^2 - (R.S) - (S.T) - (T.R)}$$

$$I_N = \sqrt{2031^2 + 1975^2 + 1983^2 - (2031 \times 1975) - (1975 \times 1983) - (1983 \times 2031)}$$

$$I_N = \sqrt{2752} = 52.46 \text{ A}$$

Setelah diketahui nilai arus yang mengalir pada sisi netral trafo, maka rugi-rugi akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dapat dihitung besarnya sebagai berikut:

$$P_N = I_N^2 \times Z_N = (52.46)^2 \times 0.262 = 722 \text{ Watt} \approx 0.722 \text{ kWh.}$$

Dari perhitungan di atas dapat dihitung rugi-rugi netral dalam waktu satu bulan dengan jam operasi Mall selama 12 jam per hari, yaitu:

$$P_{N(1\text{ BULAN})} = 0.722 \times 12 \times 30 = 260 \text{ kWh}$$

Rugi-rugi akibat arus netral yang mengalir ke tanah pada trafo 1 dapat dihitung besarnya sebagai berikut:

$$P_G = I_G^2 \times Z_G = (5.7)^2 \times 4.33 = 140.7 \text{ Watt} \approx 0.14 \text{ kWh}$$

Dari perhitungan di atas dapat dihitung rugi-rugi akibat arus netral mengalir ke tanah dalam waktu satu bulan dengan jam operasi Mall selama 12 jam per hari, yaitu:

$$P_{G(1\text{ BULAN})} = 0.14 \times 12 \times 30 = 50.4 \text{ kWh}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada masing-masing trafo maka dapat dibuat hasil perhitungan untuk trafo lainnya dan disajikan dalam tabel. Tabel 8 adalah hasil perhitungan rugi-rugi arus netral pada transformator. Tabel 9 adalah rugi-rugi arus pada kabel pembumian. Proses Pengukuran impedansi Transformator dilakukan untuk memastikan nilai resistansi grounding belum mengalami perubahan pada trafo.

TABEL 8. Hasil rugi rugi netral trafo.

No	ID Trafo	Unbalance (%)	I _N (A)	P _N (kWh)	P _N 1 BULAN (kWh)
1	Trafo 1	1.16	52.46	0.722	260
2	Trafo 2	3.36	157.95	6.53	2351
3	Trafo 3	1.03	41.07	0.442	159.1
4	Trafo 4	0.63	28.58	0.214	77.1
5	Trafo 5	4.76	3.46	0.00314	1.1

Pada tabel 8 terlihat hasil rugi-rugi arus netral pada transformator, dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan *unbalance* tertinggi pada transformator 5 sebesar 4.76%. Tetapi pada perhitungan rugi-rugi akibat arus netral terbesar pada transformator 2, karena pada trafo 2 memiliki arus netral tertinggi sebesar 157.95 A karena adanya perbedaan arus yang mengalir dari masing-masing fasa yang besar. Sehingga rugi-rugi daya netral selama 1 bulan paling besar terdapat pada transformator 2 sebesar 2351 kWh.

Tabel 9. Hasil rugi-rugi kabel pembumian

No	ID Trafo	Unbalance (%)	I _G (A)	P _G (kWh)	P _G 1 BULAN (kWh)
1	Trafo 1	1.16	5.7	0.14	50.4
2	Trafo 2	3.36	1.7	0.013	4.7
3	Trafo 3	1.03	3.8	0.062	22.3
4	Trafo 4	0.63	7.2	0.224	80.64
5	Trafo 5	4.76	3.2	0.0443	16

Pada tabel 9 terlihat hasil rugi-rugi arus pada kabel pembumian, dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan *unbalance* tertinggi pada transformator 5 sebesar 4.76%. Tetapi pada pengukuran arus netral yang mengalir ke tanah pada masing-masing transformator yang tertinggi pada transformator 4 sebesar 7.2 A. Sehingga rugi-rugi daya pada arus kabel pembumian selama 1 bulan paling besar terdapat pada transformator 4 sebesar 80.64 kWh.

Pada tabel 8 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai arus netral yang mengalir pada masing-masing penghantar netral trafo (I_N), maka semakin besar rugi-rugi pada penghantar netral trafo (P_N). Demikian pula dengan besar nilai arus netral yang mengalir ke tanah (I_G), maka semakin besar juga rugi-rugi akibat arus netral yang mengalir ke tanah (P_G). Berdasarkan data perhitungan tersebut, selama sebulan akan mengalami kerugian daya arus netral sebesar 2848 kWh dan kerugian daya pada arus ground sebesar 175 kWh. Angka ini melambangkan kondisi pengukuran pada beban maksimal tanpa memperhatikan faktor

cuaca yang berdampak pada operasional Chiller, atau pada saat waktu buka dan tutup toko yang umumnya tidak seragam. Hal ini sangat berpengaruh pada sistem.

Pengukuran Beban Sesaat Secara Random pada trafo 2

Pengukuran random dilakukan karena ketidakserempakan proses buka dan tutup toko. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh angka $I_R = 1987A$, $I_S = 1775A$ dan $I_T = 1567A$. ini memberikan tingkat ketidakseimbangan sebesar 7.91%. Nilai ini jauh dari ambang batas aman. untuk mengatasi masalah ini agar dilakukan pembukaan toko secara serentak. Demikian juga waktu penutupan toko agar dilakukan secara serentak juga.

Akibat terjadinya pandemic COVID-19, beberapa tenant mengalami *vacant*. Area *Vacant* atau kosong yang dicatu oleh trafo 2 saat pengukuran tidak seimbang. Ini karena kondisi *tenant vacant* secara tidak merata yang menggunakan beban 1 fasa sangat signifikan pengaruhnya terhadap keseimbangan beban listrik. Solusinya masalah ini adalah dengan menyeimbangkan toko yang *vacant* sehingga pada kondisi operasional normal tidak terjadi ketidakseimbangan beban.

KESIMPULAN

Pada penelitian rugi-rugi netral penggunaan resistansi sebesar 0.262Ω sesuai dengan jenis penghantar netral (N2XSY) dengan ukuran 70mm^2 . Solusi dari rugi-rugi netral yang ada pada trafo salah satunya adalah dengan cara merubah koneksi bebannya hingga beban yang ada pada setiap fasa menjadi seimbang, sehingga tidak ada arus yang akan mengalir pada penghantar netral trafo. Berdasarkan data perhitungan tersebut, selama sebulan akan mengalami kerugian daya arus netral sebesar 2848 kWh dan kerugian daya pada arus ground sebesar 175 kWh. Pengukuran sesaat pada jam-jam rawan buka dan tutup mal tercatat adanya ketidak seimbangan yang signifikan mencapai 7.9% pada trafo2. Untuk menghindari hal tersebut, maka perlu dilakukan grouping ulang khususnya pada beban 1 fasa. Sementara jam buka dan tutup tenant gedung wajib diseragamkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Kusumastuti, "Pengaruh Pandemi Covid-19 Terhadap Eksistensi Bisnis Umkm Dalam Mempertahankan Business Continuity Management (Bcm)," *J. Adm. Bisnis Fisipol Unmul*, vol. 8, no. 3, p. 224, 2020, doi: 10.54144/jadbis.v8i3.4188.
- [2] M. Triana *et al.*, "Kebijakan Pemerintah Dki Jakarta Menangani Pandemi Covid-19," *J. Ilmu Pemerintah.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–9, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/government/article/view/12706>.
- [3] R. Nugroho, Endang Retno; Ruliyanta, "Forecast of COVID-19 Cases in Indonesia with the Triple Exponential Smoothing Algorithm Perkiraan Kasus COVID-19 di Indonesia dengan Algoritma Triple Exponential Smoothing," *J. Ilm. GIGA Vol. 23 Novemb. 2020*, vol. 23, no. November, pp. 61–68, 2020.
- [4] I. Kusuma, F. Djauhari, E. Retno, Nugroho; Retno Nugroho, and H. S. Utama, "Characteristics of Energy Consumption in Apartment during The COVID-19 Pandemic in Indonesia," vol. 11, no. 6, 2022, doi: 10.15680/IJRSET.2022.1106001.
- [5] D. Middia Martanti, F. Magdalena, N. P. D. Ariska, N. Setiyawati, and W. C. B. Rumboirusi, "Dampak Pandemi Covid-19 terhadap Tenaga Kerja Formal di Indonesia," *Populasi*, vol. 28, no. 2, p. 52, 2021, doi: 10.22146/jp.63345.
- [6] H. A. R. Mallo and P. I. Nugroho, "Analisis Pendapatan Pengemudi Ojek Online Pada Masa Pandemi Covid-19 di Kota Salatiga," *J. Akunt. Profesi*, vol. 12, no. 1, p. 67, 2021, doi: 10.23887/jap.v12i1.33382.
- [7] S. Azizah, "Peran social media marketing gabag indonesia dalam mempertahankan brand equity pada pandemi covid-19," *J. Komun. Prof.*, vol. 5, no. 2, pp. 173–183, 2021, doi: 10.25139/jkp.v5i2.3656.
- [8] R. Ruliyanto, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Arus

- Ground pada Trafo 1 dan Trafo 2 pada Beban Puncak Sesaat,” *J. Ilm. Giga*, vol. 23, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.47313/jig.v23i1.867.
- [9] L. Wang, C. Chen, and T. Shen, “Improvement of power flow calculation with optimization factor based on current injection method,” *Discret. Dyn. Nat. Soc.*, vol. 2014, 2014, doi: 10.1155/2014/437567.
- [10] A. Basuki, “THE EFFECTS OF SIGNIFICANT UNBALANCED THREE PHASE LOADS OF 500 kV EHV JAMALI SYSTEM ON ITS GENERATING UNIT,” pp. 159–166.
- [11] V. Jones and J. C. Balda, “Correcting current imbalances in three-phase four-wire distribution systems,” *Conf. Proc. - IEEE Appl. Power Electron. Conf. Expo. - APEC*, vol. 2016-May, pp. 1387–1391, 2016, doi: 10.1109/APEC.2016.7468049.
- [12] D. Sreenivasarao, P. Agarwal, and B. Das, “Neutral current compensation in three-phase, four-wire systems: A review,” *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 86, no. May, pp. 170–180, 2012, doi: 10.1016/j.epsr.2011.12.014.
- [13] R. Ruliyanta, R. A. Suwodjo Kusumoputro, R. Nugroho, and E. R. Nugroho, “A Novel Green Building Energy Consumption Intensity: Study in Inalum Green Building,” pp. 1–6, 2022, doi: 10.1109/tensymp54529.2022.9864532.
- [14] B. S. Nasional, “Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung,” *Sni 61962011*, p. 6196, 2011.
- [15] E. Wanimbo and M. Amiruddin, “Perhitungan nilai intensitas konsumsi energi (ike) ruangan bptk universitas pgri semarang,” *Sci. Eng. Natl. Semin. 4*, vol. 4, no. 1, pp. 162–166, 2019.
- [16] R. Ruliyanta, A. Keraf, and E. R. Nugroho, “Optimization of electric load flow at Jakarta International Stadium with Newton Raphson method Optimization of Electric Load Flow at Jakarta International Stadium with Newton Raphson Method,” vol. 050004, no. November, 2022.
- [17] Balai Besar Teknologi Konversi Energi B2TKE-BPPT, “Benchmarking Specific Energy Consumption Di Bangunan Komersial,” 2020, [Online]. Available: www.b2tke.bppt.go.id.