2 (2 (2025) 63-67

Marine Science and Technology Journal

http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/maristec

Analisis Persentase *Losses* Karena Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi Untuk Menentukan Nilai Efisiensi

Dewani Himawan[1], Eddi Indro Asmoro[2], Rita Hariningrum[3], Panut Widodo[4]

[1]Universitas Stikubank Semarang
[2,3]Universitas Ivet Semarang

DOI: https://doi.org/10.31331/maristec.v2i1

Info Articles

Sejarah Artikel:
Disubmit Mei 2025
Direvisi Juni 2025
Disetujui Juli 2025

Keywords:
Supplay Energy, PUIL 2011, SNI, Losses

Abstrak

Pada era industrialisasi ini tenaga listrik sangat dibutuhkan sebagai sumber energi utama untuk berbagai peralatan dalam dunia industri, maka dibutuhkan sistem pendistribusian yang sangat baik supaya *supplay* energy tidak terganggu, Sistem distribusi tenaga listrik harus diawasi sesuai peraturan supaya tidak menimbulkan *losses* yang dapat merugikan pelanggan. Dalam hal ini dibutuhkan transformator yang berfungsi sebagai system pendistribusian tetapi dalam penerapan dilapangan sering kali terjadi *losses* maka perlu pengawasan dalam melakukan penyambungan *wirring* antar fasa yang sesuai peraturan PUIL 2011 dan standar nasional Indonesia (SNI). Setelah melakukan analisa didapat akibat losses sebesar 6,6% dan 0,6%.

Abstract

In this industrialization era, electric power is very much needed as the main energy source for various equipment in the industrial world, so a very good distribution system is needed so that the energy supply is not interrupted. The electric power distribution system must be monitored according to regulations so as not to cause losses that can harm customers. In this case, a transformer is needed that functions as a distribution system, but in field applications, losses often occur, so supervision is needed in connecting inter-phase wiring according to PUIL 2011 regulations and Indonesian national standards (SNI). After conducting the analysis, it was found that the losses were 6.6% and 0.6%.

.

✉Alamat Korespondensi: E-mail: asmoroie@gmail.com

ISSN : 2746-1580

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi yang sangat vital peranannya dalam kehidupan sehari-hari. Kenyataan ini memicu permintaan akan energi listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat, dengan semakin berkembangnya sektor perumahan, hotel, mall, dan lain sebagainya. Peningkatan akan energi listrik tersebut maka harus diikuti dengan pendistribusian energi listrik yang baik dan efisien supaya dapat diperoleh energi listrik yang memiliki kontinuitas suplai yang tinggi dan seimbang. Belakangan ini sering kali terjadi kebakaran pada suatu bangunan baik rumah ataupun gedung-gedung lainnya yang penyebabnya diduga karena hubungan singkat atau secara umum karena listrik pada gedung banyak ditemukan instalasi listrik yang mengabaikan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL)[7]. Perencanaan sistem instalasi listrik pada suatu bangunan haruslah mengacu pada peraturan dan ketentuan yang berlaku sesuai dengan PUIL 2011, Standar Nasional Indonesia (SNI) dan undang-undang ketenagalistrikan 2002[9].

Kondisi permasalahan pada Paragon Mall tentang ketidakseimbangan beban arus listrik disebabkan oleh pembagian antar fasa yang berbeda.Akibat pembagian antar fasa yang berbeda, muncul arus listrik pada netral yang biasanya bernilai nol (0)[3]. Kondisi demikian sering disebut *losses* (rugi-rugi). Dalam hal ini penulis akan menggunakan metode kuantitatif dalam menentukan ketidakseimbangan beban arus listrik [2][4][5][8].

Manajemen energi adalah program terpadu yang direncanakan dan dilaksanakan secara sistematis untuk memanfaatkan sumberdaya energi dan energi secara efektif dan efisien dengan melakukan perencanaan, pencatatan, pengawasan dan evaluasi secara kontinyu tanpa mengurangi kualitas produksi atau pelayanan. Manajemen energi pencakup perencanaan dan pengoperasian unit konsumsi dan produksi yang terkait dengan energi. Tujuan manajemen energi yaitu konservasi sumber daya, perlindungan iklim, dan penghematan biaya [6]. Bagi konsumen, manajemen energi menjadikan mereka mendapatkan akses terhadap energi sesuai dengan yang mereka butuhkan. Manajemen energi sangat terkait dengan manajemen lingkungan, manajemen produksi, logistik, dan fungsi terkait bisnis lainnya.

Audit energi merupakan proses evaluasi pemanfaat energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada suatu perusahaan [1]. Sedangkan arti kata audit sendiri dalam arti luas bermakna evaluasi terhadap suatu organisasi, sistem, proses, atau produk. Audit dilaksanakan oleh pihak yang kompeten, objektif, dan tidak memihak, yang disebut auditor.

Transformator merupakan suatu alat listrik yang mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi-elektromagnet. *Transformator* terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.

METODE

Perhitungan disini menggunakan persentase losses yang timbul karena ketidakseimbangan beban trafo distribusi untuk menentukan efisiensi. Studi kasus Paragon Mall Semarang tempat obyek penelitian, struktur organisasi, pengumpulan data, jenis dan sumber data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Tabel 1. Arus R,S,T pada pagi hari

No	Arus Yang Melewati Fasa R, S, T	
1	IR	113.1A
2	IS	113A
3	IT	113.3A

Irata-rata $= (IR+IS+IT)/3$ .....[2][4]

$= (113.1A+113A+113.3A)/3$

$= (339.4A)/3$

$= 113.1A$

Tabel 2. Hasil penghitungan arus R,S,T

No	Perhitungan Arus	
1	IR/I	= 113.1A/113.1A = 1
2	IS/I	= 113A/113.1A = 0.9
3	IT/I	= 113.3A/113.1A = 1

Jadi keadaan arus yang melewati antar fasa R,S,T bisa dikatakan seimbang apabila semua nilai cos bernilai 1. Tetapi dari hasil perhitungan diatas nilai dari fasa S adalah 0,9 maka bisa dikatakan tidak seimbang walaupun hanya mempunyai selisih 0,1. Persamaan rata-rata arus beban yang tidak seimbang = ((I1-1I+I0,9-1I+I1-1I)/3)x100% = 3,3%

Tabel 3. Arus R,S,T pada malam hari

No	Arus Yang Melewati Fasa R, S, T	
1	IR	114.1A
2	IS	116.1A
3	IT	116.3A

Irata-rata $= (IR+IS+IT)/3$ .....[2][4]
$= (114.1A+116.1A+116.3A)/3$
$= (346.5A)/3$
$= 115.5A$

Tabel 4. Hasil penghitungan arus R,S,T

No	Perhitungan Arus	
1	IR/I	= 114.1A/115.5A = 0.9
2	IS/I	= 116.1A/115.5A = 1
3	IT/I	= 116.3A/115.5A = 1

Jadi keadaan arus yang melewati antar fasa R,S,T bisa dikatakan seimbang apabila semua nilai cos bernilai 1. Tetapi dari hasil perhitungan diatas nilai dari fasa R adalah 0,9 maka bisa dikatakan tidak seimbang walaupun hanya mempunyai selisih 0,1. Persamaan rata-rata arus beban yang tidak seimbang = ((I0.9-1I+I1-1I+I1-1I)/3)x100% = 3,3%. Sehingga arus beban yang mengalir antar fasa R,S,T yang tidak seimbang pada pagi sebesar 3.3% dan pada malam sebesar 3.3%.

Pembahasan

Analisa *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo pada pagi hari akibat dari adanya arus netral pada penghantar netral trafo dapat dihitung besarnya.

$PN = IN^2.RN = 173.2^2.1,4716 = 44.145,4$ kw

Dimana daya aktif trafo dapat dinyatakan sebagai berikut :

$P = 2500.0,85 = 2125$kw

Sehingga prosentase *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo adalah :

$\%PN = (PN/P)x100\% = (44.145,4/2125)x100\% = 20.7\ \%$

Analisa *losses* pada malam hari akibat dari adanya arus netral pada penghantar netral trafo dapat dihitung besarnya.

$PN = IN^2.RN = 222,2^2.1,4716 = 72.657$ kw

Dimana daya aktif trafo dapat dinyatakan sebagai berikut :

$P = 2500.0,85 = 2125$ kw

Sehingga prosentase *losses* akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo adalah :

$\%PN = (PN/P)x100\% = (72.657/2125)x100\% = 34.19\ \%$

Tabel 5. Hasil Total Pengukuran Beban Tidak Seimbang

No	Waktu	Beban Tidak Seimbang	In(A)	IG(A)	PN(kw)	PN(%)
1	Pagi	3.3%	173.2	16.1	44.145,4	20.7
2	Malam	3.3%	222.2	15.1	72.657	34.2

Dari Tabel 5 diatas didapat hasil pengukuran beban tidak seimbang terbesar pada *transformator* terjadi pada pagi hari yaitu sebesar 3.3% sedangkan di malam hari hanya sebesar 3.3%, sehingga dengan beban tidak seimbang sebesar itu gedung tetap mengalami kerugiandimana untuk menyeimbangkan arus tersebut harus melihat skema *wiring* R,S,T dari panel *transformator*. Arus yang melewati netral In(A) pada pagi hari sebesar 173.2A dan pada malam hari 222.2A. Hal ini tidak termasuk dalam akomodasi penggunaan *tenant* atau toko. Kategori ini masuk dalam kerugian yang besar, karena arus sebesar itu dapat dimanfaatkan untuk power listrik beberapa *tenant* atau toko yang apabila di hitung dapat menghasilkan pemasukan untuk perusahaan. Arus yang mengalir langsung ke tanah IG(A) pada pagi hari sebesar 16.1A dan pada malam hari 15.1A juga bisa dimanfaatkan untuk *island* atau toko kecil apabila tidak ada *losses* tersebut. Adanya arus pada pengahantar netral trafo P(N) pada pagi hari sebesar 44.145,4kw dan pada malam hari sebesar 72.657kw, trafo kehilangan daya aktifnya atau

mengalami penurunan kinerja yang seharusnya mempunyai daya aktif normal sebesar 2125kw. Sehingga prosentase kehilangan daya aktif trafo pada pagi hari sebesar 20.7% dan prosentase pada malam hari kehilangan daya aktif trafo sebesar 34.19%.

Tabel 6. Rata-Rata Kerugian Akibat Beban Tidak Seimbang

No	Biaya Listrik Gedung Ke Tenant Atau Island	Waktu	In (A)	IG(A)
1	Rp. 1.800/w	Pagi	173.2	16.1
2		Malam	222.2	15.1

Tabel 7. Rata-Rata Kerugian Pada Pagi Hari Akibat Beban Tidak Seimbang

Pagi	In(A) 173.2	38.104 W	Rp. 68.587.200
	IG(A) 16.1	3.542 W	Rp. 6.375.600
	Total		Rp. 74.962.800

Tabel 8. Rata-Rata Kerugian Pada Malam Hari Akibat Beban Tidak Seimbang

Malam	In(A) 222.2	48.884 W	Rp. 87.991.200
	IG(A) 15.1	3.322 W	Rp. 5.979.600
	Total		Rp. 93.970.800

Dari Tabel 6, 7, dan 8 didapatkan hasil kerugian gedung akibat losses yang terjadi di trafo distribusi hal ini disebabkan oleh tidak seimbangnya bebas arus yang mengalir tiap antar phasa. Sehingga diperlukan pengecekan pembebanan antar phasa oleh pihak gedung sesuai SOP dan ijin dari pihak PLN supaya didapat phasa mana yang mengalami beban yang terlalu besar dan mengakibat *losses* serta pihak gedung mengalami kerugian. Diharapkan dapat meningkatkan sistem kerja dari trafo supply dapat lebih efisien.

KESIMPULAN

Perhitungan menghitung persentase *losses* yang timbul karena ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi untuk menentukan efisiensi. Dijelaskan pada Tabel 9 dibawah ini, dimana yang masuk dalam prosentase beban arus yang tidak seimbang pada pagi hari dan malam hari adalah In(A) dan IG(A) sedangkan PN(kw) dan PN(%) merupakan perhitungan *performance* transformator yang hilang yang langsung mengalir ke netral trafo.

Tabel 9. Kerugian Akibat Beban Tidak Seimbang

No	Pengukuran Beban Tidak Seimbang		Hasil Pengukuran	Apabila dimanfaatkan sebagai tenant atau toko
1	Pagi Hari 3.3%	In(A)	173.2	Apabila tidak ada arus tersebut di netral maka dapat dimanfaatkan untuk beberapa *tenant*
2		IG(A)	16.1	Apabila tidak ada arus tersebut di *grounding* maka dapat dimanfaatkan untuk beberapa *island*
3		PN(kw)	44.145,4	Mengurangi sistem kerja tranformator
4		PN(%)	20.7	
5	Malam Hari 3.3%	In(A)	222.2	Apabila tidak ada arus tersebut di netral maka dapat dimanfaatkan untuk beberapa *tenant*
6		IG(A)	15.1	Apabila tidak ada arus tersebut di *grounding* maka dapat dimanfaatkan untuk beberapa *island*
7		PN(kw)	72.657	Mengurangi sistem kerja tranformator
8		PN(%)	34.19	

DAFTAR PUSTAKA

[1]Adiprama, T.R., dan Ciptomulyono, U., (2012), "*Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya*", Jurnal Teknik Jurusan Teknik Industri , Vol.1, Hal. 465-470, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

[2]Badaruddin, (2012), "*Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral DanLosses Pada Trafo Distribusi Proyek RusunamiGading Icon*", Laporan Penelitian, Universitas Mercu Buana

[3]Data *tenant* dan *island* Paragon Mall Semarang, (2019), divisi engineering diakses oktober 2019

[4]Fahrurozi, dkk., (2014), "*Analisa Ketidak Seimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Transformator Distribusi di Gedung Fakultas Teknik Universitas Riau*", Jom FTEKNIK, Vol. 1 No. 2, Hal. 1-9

[5]Julianto, E., (_____), "*STUDI Pengaruh KetidakseimbanganPembebananTransformator Distribusi 20 KV PT PLN (PERSERO) Cabang Pontianak*", ArtikelFakultas teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura

[6]Pradana, W .J.,dkk (2018), "*Analisis Ekonomi Dan Perancangan Alat Pengupas Kulit Ari Kacang Hijau Dengan Metode Vdi 2221 (Studi Kasus di UMKM Bakpia 803 Bu Marno, Minomartani, Sleman, DIY)",*Jurnal OPSI Vol 11 No.2 hal.141-149.

[7]PUIL, (2011), "*Tentang Persyaratan Umum Instalasi Listrik Tahun 2011*"

[8]Setiadji, J.S., dkk., (2006), "*Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi*", Jurnal Teknik Elektro, Vol. 6, No.1, Hal. 68-73, Universitas Kristen Petra

[9]Standar Nasional Indonesia (SNI), (2002),*"Tentang Standar Material Kelistrikan"*