

**PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA PHASA
DI PT PLN (PERSERO) ULP MARIANA
PENYULANG CUNGKEDIRO**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh

MUHAMMAD ARIF ANSHORI

061830311288

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2021

PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA PHASA
DI PT PLN (PERSERO) ULP MARIANA
PENYULANG CUNGKEDIRO



Oleh :

Muhammad Arif Anshori
061830311288

Menyetujui,

Pembimbing I

23/8 2021

Herman Yani, S.T., M.Eng.
NIP. 196510011990031006

Pembimbing II

Sudirman Yahya, S.T., M.T.
NIP. 196701131992031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002

Koordinator Program Studi

Teknik Listrik

Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197509242008121001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Muhammad Arif Anshori
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 29 Mei 2000
Alamat : Jl. Angkatan 66 Lr. Guguk Pauh No.455 Pipa Reja,
Kemuning, Kota Palembang
NPM : 061830311288
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir : Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Efisiensi
Transformator Distribusi Tiga Phasa di PT PLN
(Persero) ULP Mariana Penyulang Cungkediro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik-Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2021

Yang Menyatakan,



(Muhammad Arif Anshori)

Mengetahui,

Pembimbing I Herman Yani, S.T., M. Eng

Pembimbing II Sudirman Yahya, S.T., M.T

** Coret yang tidak perlu*

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- / “Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”
Al-Baqarah ayat 286.
- / “Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung, lalu Dia memberikan petunjuk”. Ad-Duha ayat 7
- / “Dan Dia bersama kamu dimana saja kamu berada. Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan”. Al-Hadid ayat 4
- / “Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”. Al-Insyirah ayat 7
- / Cukupilah Allah menjadi Penolong kami dan Allah adalah sebaik-baiknya Pelindung”. Ali-Imran ayat 73

“So Remember Me, I will remember you”

Al-Baqarah ayat 152

Do the best, let Allah do the rest

Kupersembahkan Kepada:

- Q Kedua Orang Tuaku
- Q Kakakku
- Q Teman – Teman Seperjuangan
D3K PLN-POLSRI 2018
- Q Teman – teman Kelas 6 LF

Q Almamaterku

ABSTRAK

PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TIGA PHASA DI PT PLN (PERSERO) ULP MARIANA PENYULANG CUNGKEDIRO

(2021 : xiv + 67 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

Muhammad Arif Anshori
061830311288
Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya

Dalam penyaluran energi listrik sering kali dijumpai pembagian beban yang tidak merata pada setiap phasanya. Ketidakseimbangan beban ini disebabkan karena waktu penyalaan beban yang tidak serempak dan pemasangan beban yang tidak seimbang pada setiap phasanya yang menyebabkan timbulnya arus pada kawat netral, rugi-rugi, dan turunnya efisiensi transformator tersebut. Efisiensi dapat diketahui dengan melakukan perhitungan perbandingan daya keluaran pada sisi sekunder transformator dan daya masukan pada sisi primer transformator. Laporan Akhir ini akan membahas tentang hal tersebut.

Kesimpulan yang dapat diambil dari Laporan Akhir ini yaitu semakin mendekati waktu beban puncak, pembebanan cenderung akan semakin meningkat, dengan pembebanan pada transformator PH0014 lebih tinggi dari transformator PH0006. Pembebanan tersebut berpengaruh ke besarnya nilai ketidakseimbangan beban, rugi-rugi, dan efisiensi. Besarnya nilai ketidakseimbangan beban berbanding lurus dengan besarnya nilai rugi-rugi, tetapi berbanding terbalik dengan besarnya nilai efisiensi. Menurunnya nilai efisiensi transformator akan mempengaruhi kinerjanya dalam mensuplai daya listrik ke konsumen.

Kata Kunci: Transformator, Pembebanan, Ketidakseimbangan Beban, Rugi-Rugi, Efisiensi

ABSTRACT

THE EFFECT OF UNBALANCE LOAD ON THE EFFICIENCY OF THREE PHASE DISTRIBUTION TRANSFORMER AT PT PLN (PERSERO) ULP MARIANA CUNGKEDIRO FEEDER

(2021 : xiv + 67 Pages + References + Attachment)

Muhammad Arif Anshori
061830311288
Electrical Engineering Study Program
Departement of Electro Engineering
State Polytechnic of Sriwijaya

In the distribution of electrical energy, it is often found that the load distribution is not evenly distributed in each phase. This load unbalance is caused by synchronous load switching time and unbalanced load installation in each phase which causes current in the neutral wire, losses, and a decrease in the efficiency of the transformer. Efficiency can be known by calculating the ratio of the output power on the secondary side of the transformer and the input power on the primary side of the transformer. This Final Report will discuss this matter.

The conclusion that can be drawn from this Final Report is that the closer to the peak load time, the loading tends to increase, with the loading on the PH0014 transformer being higher than that of the PH0006 transformer. The loading affects the magnitude of the load imbalance value, losses, and efficiency. The magnitude of the load imbalance value is directly proportional to the magnitude of the losses, but inversely proportional to the magnitude of the efficiency value. The decrease in the efficiency of the transformer will affect its performance in supplying electrical power to consumers.

Keywords: Transformer, Loading, Unbalance Load, Losses, Efficiency

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas semua berkat rahmat yang telah diberikannya, tak lupa pula sholawat teriring salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad Sallahua'alaiwassalam, serta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa berjuang demi umatnya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dalam bentuk material maupun spiritual, dan Alhamdulillah syukur atas rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul: **“Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi Tiga Fasa Di PT PLN (Persero) ULP Mariana Penyulang Cungkediro”**.

Menyusun Laporan Akhir ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan program diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., sebagai pembimbing I dan Sudirman Yahya, S.T., M.T., sebagai pembimbing II

Atas bimbingan dan pengarahan serta bantuan yang telah diberikan dengan ikhlas selama pembuatan Laporan Akhir ini sampai dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan dan pembuatan laporan akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak hingga dapat terselesaikannya laporan ini mulai dari pengumpulan data sampai proses penyusunan laporan. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, MT, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M. T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S. T., M. T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Herman Yani S.T., M.Eng. selaku Pembimbing I Penulisan Laporan Akhir.
6. Bapak Sudirman Yahya S.T., M.T selaku Pembimbing II Penulisan Laporan Akhir.
7. Bapak Ihsanul Amri, selaku Manager PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Mariana sekaligus Mentor 1,
8. Bapak Novrianto, selaku Supervisor Teknik PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Mariana sekaligus Mentor 2,
9. Abang Abdul Rahman Agus Muharam, selaku Staff Teknik PT PLN (Persero) ULP Mariana.
10. Ibu Indah Raysinta, selaku Pejabat K3L PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Mariana,
11. Bapak Arbani, selaku Koordinator Pelayanan Teknik PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Mariana.
12. Seluruh dosen – dosen jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya
13. Staff dan kepegawaian di PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Mariana.
14. Muhammad Didik Prayitno, selaku Penyedia Sarana dan Prasarana Pembuatan Laporan Akhir
15. Teman-teman D3K PLN Polsri yang selalu setia membantu dan berbagi ilmu serta informasi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2. Manfaat	3
1.5. Metode Penulisan.....	3
1.5.1. Metode literatur.....	3
1.5.2. Metode observasi	4
1.5.3. Metode diskusi	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
2.1. Deskripsi Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2. Jaringan Distribusi	8
2.2.1. Jaringan sistem distribusi primer	9

2.2.2. Jaringan sistem distribusi sekunder	11
2.3. Gardu Distribusi.....	12
2.4. Transformator	13
2.4.1. Prinsip kerja transformator	14
2.4.2. Rangkaian ekivalen	15
2.5. Transformator Distibusi	16
2.6. Ketidakseimbangan Beban pada Transformator.....	17
2.7. Rugi-Rugi pada Transformator	19
2.7.1. Rugi-rugi inti.....	20
2.7.2. Rugi-rugi tembaga	21
2.7.3. Rugi-rugi akibat arus netral pada transformator	21
2.8. Arus Netral.....	22
2.9. Penyaluran dan Susut Daya pada Transformator.....	24
2.10. Faktor Daya	25
2.10.1. Daya aktif.....	25
2.10.2. Daya reaktif.....	26
2.10.3. Daya semu.....	26
2.11. Efisiensi	26
BAB III.....	27
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.1.1. Waktu penelitian	28
3.1.2. Tempat penelitian.....	28
3.2. Spesifikasi Transformator.....	29
3.2.1. Transformator pada gardu PH0006.....	29
3.2.2. Transformator pada gardu PH0014.....	31
3.3. Rugi-Rugi Inti Transformator Tiga Phasa	32
3.4. Penghantar yang Digunakan	33

3.5. Peralatan Kerja dan APD yang Digunakan	34
3.5.1. Peralatan kerja yang digunakan	34
3.5.2. Alat pelindung diri yang digunakan.....	34
3.6. Prosedur Penelitian	35
3.6.1. Pengumpulan data	36
3.6.2. Melakukan perhitungan.....	36
3.6.3. Menampilkan hasil pengukuran dan perhitungan	36
3.7. Data Pengukuran.....	37
3.7.1. Transformator pertama merk Traffindo	37
3.7.2. Transformator pertama merk SINTRA	38
BAB IV	39
4.1. Perhitungan Data	39
4.1.1. Perhitungan pembebanan transformator	39
4.1.2. Perhitungan ketidakseimbangan beban.....	41
4.2.3. Perhitungan arus netral dan vektor phasa R, S, T, dan N	46
4.2.4. Perhitungan rugi-rugi daya	53
4.2.5. Perhitungan efisiensi transformator	60
BAB V.....	65
5.1. Kesimpulan	65
5.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem tenaga listrik	7
Gambar 2.2. Diagram sistem jaringan distribusi tenaga listrik	8
Gambar 2.3. Bagian-bagian sistem distribusi primer	9
Gambar 2.4. Hubungan tegangan menengah ke tegangan rendah dan konsumen.....	10
Gambar 2.5. Rangkaian ekivalen transformator.....	15
Gambar 2.6. Rangkaian ekivalen transformator dilihat dari sisi primer	16
Gambar 2.7. Vektor diagram arus 1(a).....	18
Gambar 2.8. Vektor diagram arus 1(b).....	18
Gambar 2.9. Segitiga daya	26
Gambar 3.1. Lokasi unit layanan pelanggan Mariana.....	28
Gambar 3.2. <i>Single line diagram</i> penyulang Cungkediro	29
Gambar 3.3. Gardu PH0006	30
Gambar 3.4. Nameplate transformator pada gardu PH0006	31
Gambar 3.5. Gardu PH0014	32
Gambar 3.6. Nameplate transformator pada gardu PH0014	33
Gambar 3.7. <i>Flowchart</i>	35
Gambar 4.1. Ketidakseimbangan beban terhadap arus netral pada transformator pertama	43
Gambar 4.2. Ketidakseimbangan beban terhadap arus netral pada transformator kedua	46
Gambar 4.3. Ketidakseimbangan beban yang terjadi pada transformator pertama	49
Gambar 4.4. Ketidakseimbangan beban yang terjadi pada transformator kedua	53
Gambar 4.5. Ketidakseimbangan beban terhadap rugi-rugi daya pada transformator pertama	56
Gambar 4.6. Ketidakseimbangan beban terhadap rugi-rugi daya pada transformator kedua	59

Gambar 4.7. Ketidakseimbangan beban terhadap efisiensi pada transformator pertama	61
Gambar 4.8. Ketidakseimbangan beban terhadap efisiensi pada transformator kedua	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Rugi-rugi inti transformator tiga fasa sesuai SPLN D3.002-1:2007	32
Tabel 3.2.	Peralatan yang digunakan	33
Tabel 3.3.	Alat pelindung diri yang digunakan.....	33
Tabel 3.4.	Data pengukuran transformator pertama merk Traffindo	36
Tabel 3.5.	Data pengukuran transformator kedua merk Sintra	37
Tabel 4.1.	Nilai persentase pembebanan pada transformator pertama.....	39
Tabel 4.2.	Nilai persentase pembebanan pada transformator kedua	40
Tabel 4.3.	Nilai persentase ketidakseimbangan beban pada transformator pertama	42
Tabel 4.4.	Nilai persentase ketidakseimbangan beban pada transformator kedua	44
Tabel 4.5.	Data sudut antar fasa dan netral, hasil perhitungan arus netral, dan hasil pengukuran arus netral pada transformator pertama	48
Tabel 4.6.	Data sudut antar fasa dan netral, hasil perhitungan arus netral, dan hasil pengukuran arus netral pada transformator kedua	51
Tabel 4.7.	Nilai rugi-rugi P_{CU} dan P_N pada transformator pertama	55
Tabel 4.8.	Nilai rugi-rugi P_{CU} dan P_N pada transformator kedua.....	58
Tabel 4.9.	Nilai efisiensi pada transformator pertama	60
Tabel 4.10.	Nilai efisiensi pada transformator kedua	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 3. Lembar Konsultasi Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 4. Lembar Konsultasi Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 5. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 6. Lembar Foto Kegiatan
- Lampiran 7. Lembar Data Pengukuran Beban Trafo Gardu Distribusi
- Lampiran 8. Lembar Pelaksanaan Revisi