

**ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP
ARUS NETRAL DAN RUGI-RUGI PENGHANTAR PADA TRAFO
DISTRIBUSI I.427 PT. PLN (PERSERO) WS2JB CABANG PALEMBANG
RAYON DEMANG**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menjadi Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**Achmat Fikri
03041181419165**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP
ARUS NETRAL DAN RUGI-RUGI PENGHANTAR PADA TRAFO
DISTRIBUSI L427 PT. PLN (PERSERO) WS2JB CABANG PALEMBANG
RAYON DEMANG



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

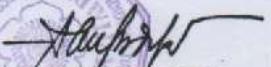
Oleh :

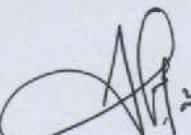
ACHMAT FIKRI
03041181419165

Inderalaya, Desember 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,
Pembimbing Utama


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP.197108141999031005


Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP.198007072006042004

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (SI)

Tanda Tangan
Pembimbing Utama : Dr. Herlina, S.T., M.T.

Tanggal : 23/12/2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Achmat Fikri
NIM : 03041181419165
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul "Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Rugi-rugi Penghantar Pada Trafo Distribusi I.427 PT. PLN (Persero) WS2JB Cabang Palembang Rayon Demang" merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Inderalaya, Desember 2019



Achmat Fikri

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMPAHAN

MOTTO

Pergunakanlah lima kesempatan sebelum datangnya lima kesempitan, yaitu

1. Pergunakanlah kesempatan sehatmu sebelum datang sakitmu.
2. Pergunakanlah kesempatan lapangmu sebelum datang kesibukanmu.
3. Pergunakanlah hari mudamu sebelum datang hari tuamu.
4. Pergunakanlah kesempatan waktu engkau kaya, sebelum datang kemiskinanmu.
5. Pergunakanlah kesempatan masa hidupmu sebelum datang saat kematianmu.

(Hadist Riwayat Baihaq)

PERSEMPAHAN

1. Bapak dan Ibu tercinta yang telah membesarkan , mendidik, dan mendoakan untuk keberhasilan anaknya.
2. Kakak dan Istrinya yang telah mendukung keberhasilan saya dalam menyelesaikan perkuliahan.
3. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2014.

ABSTRAK

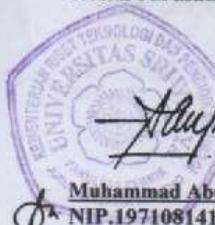
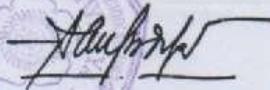
Ketidakseimbangan beban diakibatkan oleh pembagian beban yang tidak merata antar fasa. Selain itu, ketidakseimbangan beban juga dapat disebabkan oleh tidak samanya konsumsi listrik tiap konsumen dan waktu penyalaan alat listrik yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan cara mengatasi ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi-rugi penghantar pada trafo distribusi I.427, serta mengetahui besar rugi-rugi daya pada penghantar fasa maupun netral akibat beban tidak seimbang. Pada Trafo distribusi I.427 terdapat 4 Jurusan yang masing-masing terdiri dari fasa R, S, T, dan Netral. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan dan arus per fasa, menghitung rata-rata pembebanan dan kemudian melakukan pemerataan pembebanan. Selanjutnya menghitung rugi-rugi pada penghantar, baik beban sebelum maupun sesudah dilakukan pemerataan. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, *losses* yang didapatkan sebelum dan sesudah beban diratakan sebesar 4,75% dan 4,71%, sehingga dapat menekan *losses* daya sebesar 0,04%. Hal ini dapat membuat listrik menjadi lebih efektif karena lebih sedikit daya yang terbuang dibandingkan pada saat beban belum diratakan.

Kata kunci: Ketidakseimbangan, Transformator, Fasa, Beban, *Losses*.

Inderalaya, Desember 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP.197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP.198007072006042004

ABSTRACT

Unbalanced loads are caused by uneven distribution of loads between phases. In addition, the unbalanced load can also be caused by unequal electricity consumption of each consumer and different ignition timing. This study aims to determine the effect and how to overcome the load imbalance to neutral currents and conductor losses in I.427's distribution transformer, and to determine the magnitude of power losses in phase and neutral conductors due to unbalanced loads. In I.427's distribution transormer, there are 4 departments, each consisting of R, S, T phases and Neutral. This study was conducted by measuring the voltage and current per phase, calculating the average load and then equalizing the load. Next, calculate the losses on cables, both before and after the equalization load. From the results of calculations that have been done, losses obtained before and after the load are equalized by 4.75% and 4.71%, so it can be reduced the power losses by 0.04%. This result can make electricity more effective because less power is wasted compare to when the load has not been equalized.

Keywords: Unbalance, transformer, phase, load, losses.

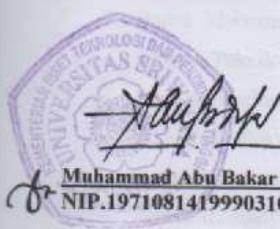
Inderalaya, Desember 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP.197108141999031005 NIP.198007072006042004

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur *alhamdulillah* penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang merupakan tugas dan kewajiban untuk memenuhi syarat-syarat memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mengambil judul “Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Rugi-rugi Penghantar pada Trafo Distribusi I.427 PT. PLN (Persero) WS2JB Cabang Palembang Rayon Demang”.

Sehubungan dengan hal tersebut penulis telah berusaha menyusun skripsi ini dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini banyak terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis berharap kepada semua pihak kiranya memaklumi atas kekurangan tersebut.

Akhirnya dalam kesempatan ini, kepada semua pihak yang telah membantu dalam rangka penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung tak lupa penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya terutama kepada :

1. Kepada orang tua penulis Ayah dan Ibu yang selalu mendoakan, menyemangati dan selalu memberikan motivasi untuk penulis.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng.,Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, sekaligus selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan memberikan saran dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc., Bapak Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M., Bapak Ir. Antonius Hamdadi, M.S., dan Bapak Wirawan Adipradana, S.T., M.T. selaku dosen-dosen sub-konsentrasi Sistem Tenaga Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya atas segala ilmu dan dedikasinya selama perkuliahan dan seluruh staf pegawai Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis baik selama masa perkuliahan maupun dalam menyelesaikan skripsi.
6. Muhamad Sadam Irawan, S.T., Renaldo Yoga Permana Putra, S.T., Muhammad Setyawan Prayogi, S.T., Fhanca Bella Indonesia, S.T., Andrew Threeadi Putra, S.T., M. Pharin Odiwijaya, S.T., Denny Agusetiawan, S.T., Basrunnudin, S.T., Gustiansyah, S.T., M. Khadafi, S.T., yang telah membantu dan mendukung, baik selama masa perkuliahan maupun dalam penyelesaian skripsi.
7. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya angkatan 2014.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua dan harapan penulis kiranya skripsi ini akan bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Dosen	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Motto dan Persembahan	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Manfaat Penulisan	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penulisan	3
1.7 Sistematika Penulisan	4

Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Jaringan Distribusi	5
2.1.1 Jaringan Distribusi Primer	6
2.1.2 Jaringan Distribusi Sekunder	6
2.2 Transformator	7
2.2.1 Definisi Transformator.....	7
2.2.2 Prinsip Kerja Transformator	7
2.2.3 Macam-macam Transformator.....	8
2.3 Penghantar.....	9
2.3.1 Pemilihan Penghantar	9
2.3.2 Jenis Kabel	11
2.3.3 Kabel LVTC (<i>Low Voltage Twisted Cable</i>).....	12
2.4 Faktor Daya	14
2.5 Ketidakseimbangan Pembebanan Trafo	16
2.6 Arus Netral.....	17
2.7 Rugi-Rugi.....	17
2.7.1 Rugi-Rugi Penghantar	18
2.7.2 Rugi-Rugi Karena Arus Netral	18
2.8 Pemerataan Beban.....	18
Bab 3 Metodologi Penelitian.....	20
3.1 Objek Penelitian	20

3.2 Metode Pengambilan Data	20
3.3 Langkah-langkah Analisa Data	20
3.4 Flowchart Penelitian	21
Bab 4 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban dan Pembahasan	22
4.1 Gambaran Umum	22
4.1.1 Pengumpulan Data	22
4.1.2 Data Teknis Trafo	22
4.1.3 Data pengukuran pembebanan per-jurusan Trafo.....	22
4.2 Data Pengukuran Pembebanan Total Trafo Per Jurusan.....	24
4.2.1 Pembebanan Total Trafo Jurusan A	24
4.2.2 Pembebanan Total Trafo Jurusan B	25
4.2.3 Pembebanan Total Trafo Jurusan C	25
4.2.4 Pembebanan Total Trafo Jurusan D	26
4.2.5 Arus Netral	27
4.3 Pemerataan Beban.....	28
4.3.1 Perencanaan Pemerataan	28
4.3.1.1 Perencanaan Pemerataan Beban pada Jurusan A	31
4.3.1.2 Perencanaan Pemerataan Beban pada Jurusan B	32
4.3.1.3 Perencanaan Pemerataan Beban pada Jurusan C	32
4.3.1.4 Perencanaan Pemerataan Beban pada Jurusan D	33
4.3.2 Arus Netral Setelah Pemerataan	33

4.4 <i>Losses</i> Beban tak Seimbang	35
4.4.1 Daya yang Disalurkan	35
4.4.2 Data Penghantar	36
4.5 Analisa Pembebanan Trafo	37
4.5.1 <i>Losses</i> Pada Penghantar Netral	38
4.5.2 <i>Losses</i> Pada Penghantar Fasa	39
4.6 Persentase <i>Losses</i> Terhadap Total Daya yang Disalurkan.....	44
4.6.1 Persentase <i>Losses</i> Pada Penghantar Netral	44
4.6.2 Persentase <i>Losses</i> Pada Penghantar Fasa	45
Bab 5 Kesimpulan dan Saran	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
Daftar Pustaka	
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Kumparan Transformator <i>Step-Up</i>	7
Gambar 2.2 Skema Kumparan Transformator <i>Step-Down</i>	8
Gambar 2.3 <i>Twisted Cable</i>	13
Gambar 2.4 Segitiga Daya	16
Gambar 2.5 Vektor Diagram Arus dalam Keadaan Seimbang	17
Gambar 2.6 Vektor Diagram Arus dalam Keadaan Tidak Seimbang	17

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rugi Tegangan	10
Tabel 2.2 Daftar Keterangan Kabel	11
Tabel 2.3 Kemampuan Hantar Arus Kabel Isolasi dari Berselubung PVC	12
Tabel 4.1 Pengukuran Pembebanan Per-Jurusan Trafo Pukul 08.00-16.00	23
Tabel 4.2 Pengukuran Pembebanan Per-Jurusan Trafo Pukul 17.00-20.00	24
Tabel 4.3 Pengukuran Pembebanan Total Trafo Per Fasa	27
Tabel 4.4 Arus Netral Per Jurusan	28
Tabel 4.5 Beban Trafo Rata-Rata Sebelum Pemerataan	31
Tabel 4.6 Pembebanan Trafo Rata-Rata Per Jurusan	31
Tabel 4.7 Pengukuran Pembebanan Setelah Pemerataan Beban	34
Tabel 4.8 Perbandingan Pembebanan Sebelum dan Setelah Pemerataan	34
Tabel 4.9 Daya yang Disalurkan pada Trafo I.427	36
Tabel 4.10 Karakteristik Penghantar Aluminium JTR.....	36
Tabel 4.11 Panjang Penghantar Per Jurusan	37
Tabel 4.12 <i>Losses</i> Daya pada Penghantar Netral	39
Tabel 4.13 <i>Losses</i> Daya pada Penghantar Fasa.....	44
Tabel 4.14 Persentase Losses pada Penghantar Netral dan Fasa	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, kebutuhan listrik bagi masyarakat di Indonesia semakin meningkat. Hal ini didukung karena adanya kemajuan teknologi yang terjadi sekarang, dimana energi listrik ditempatkan sebagai prioritas utama untuk menunjang kinerja teknologi saat ini. Syarat yang paling penting untuk memenuhi kebutuhan energi listrik ialah penyediaan energi listrik yang stabil serta keandalannya yang tinggi. Dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik, maka pelayanan energi listrik harus ditingkatkan juga, baik itu dari segi kualitas ataupun kuantitas. Dalam penyediaan energi listrik terdapat banyak sekali masalah salah satunya yaitu tidak meratanya distribusi energi listrik pada sistem tegangan rendah. Pada sistem tegangan rendah biasanya digunakan untuk residential yang menggunakan sistem satu fasa, sedangkan pada trafo distribusi terdapat tiga fasa. Sehingga dapat mengakibatkan ketidakseimbangan pembagian beban pada fasa-fasa tersebut.

Ketidakserempakan waktu penyalakan beban-beban memberi dampak juga terhadap ketidakseimbangan pembagian beban pada fasa-fasa tersebut. Ketidakseimbangan beban tersebut memberi dampak yang merugikan yaitu mengalirnya arus pada titik netral. Mengalirnya arus pada titik netral inilah yang menimbulkan rugi-rugi. Sistem distribusi tegangan menengah salah satu sistem kelistrikan yang sangat penting, serta harus memiliki keandalan yang tinggi, oleh karena itu diperlukan analisa yang baik terhadap ketidakseimbangan beban. Penelitian ini juga didukung oleh berbagai sumber, seperti penelitian yang sebelumnya dilakukan tentang menganalisa pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi-rugi pada penghantar trafo distribusi I.452 PT. PLN (Persero) WS2JB

cabang Palembang Rayon Rivai oleh Muhamad Sadam Irawan, Teknik elektro 2014 Universitas Sriwijaya.

Oleh karena itu penulis akan menganalisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Arus Netral dan Rugi – Rugi Penghantar pada Trafo Distribusi I.427 PT. PLN (Persero) WS2JB cabang Palembang Rayon Demang.

1.2 Tujuan Penulisan

Penulisan skripsi ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui pengaruh dan cara mengatasi ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi – rugi penghantar pada trafo distribusi I.427.
2. Untuk mengetahui besar rugi-rugi daya pada penghantar fasa maupun penghantar netral akibat beban tidak seimbang pada trafo distribusi I.427.

1.3 Rumusan Masalah

Penggunaan energi listrik yang semakin meningkat dan semakin besar menyebabkan trafo mengalami pertambahan beban. Pertambahan beban tersebut menyebabkan ketidakseimbangan beban. Ketidakseimbangan beban antar fasa diakibatkan oleh pembagian beban yang tidak merata antar *phasa*. Selain itu ketidakseimbangan beban antar fasa juga dapat disebabkan juga oleh tidak samanya konsumsi listrik tiap konsumen dan waktu penyalaan alat listrik yang berbeda. Ketidakseimbangan beban inilah yang mengakibatkan arus listrik mengalir pada titik netral yang mengakibatkan rugi-rugi. Untuk mengatasi hal tersebut, beban dibuat seseimbang mungkin dengan cara pemerataan beban.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang didapat dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Dapat mengetahui pengaruh dan cara mengatasi ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi – rugi pengantar pada trafo distribusi I.427.
2. Dapat mengetahui bagaimana rugi-rugi pada pengantar fasa maupun pengantar netral akibat beban tidak seimbang pada trafo distribusi I.427.

1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan judul diatas maka penulis hanya akan membahas serta menganalisa hal – hal berikut :

1. Membahas mengenai pengaruh kesetidakseimbangan beban terhadap arus netral, rugi – rugi pengantar pada trafo distribusi I.427 dan proses pemerataan beban.
2. Studi data pengukuran pembebanan pada salah satu unit trafo distribusi 20kV yaitu trafo Distribusi I.427 pada Jl. Merbau pelayanan PT. PLN (Persero) WS2JB Cabang Palembang Rayon Demang.
3. Studi data pengukuran pembebanan dilakukan pada trafo Distribusi I.427 sisi sekunder.

1.6 Metodologi Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa metode penelitian, yaitu :

1. Metode Pengumpulan Data

Mengumpulkan data atau informasi konkrit dengan melakukan kunjungan dan survei langsung kelapangan tempat sumber informasi yaitu PT.PLN (Persero) WS2JB Cabang Palembang Rayon Demang.

2. Studi Literatur

Mencari serta mengumpulkan bahan – bahan literatur yang berkenaan dengan sistem distribusi listrik dari buku-buku referensi, artikel ilmiah, jurnal dan internet.

3. Bimbingan atau Konsultasi

Melakukan konsultasi dan diskusi tentang topik yang di bahas pada tugas akhir ini dengan dosen, teman – teman sesama mahasiswa dan pihak-pihak yang berpengalaman di jaringan sistem distribusi.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, rumusan masalah, manfaat penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas tentang teori – teori yang berkaitan tentang penelitian yang dapat menjadi landasan dalam pembahasan analisa pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi-rugi pada trafo distribusi I.427.

BAB III METODOLOGI

Dalam bab ini membahas tentang metode – metode atau tata cara yang digunakan dalam analisa pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi-rugi penghantar pada trafo.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang hasil analisa pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan rugi-rugi penghantar pada trafo

distribusi I.427 serta pembahasan mengenai perhitungan dan analisa yang didapat setelah melakukan observasi pada tempat penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini adalah penutup yang berisi tentang hasil kesimpulan dan saran dari analisa yang telah dibahas sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Basri, Hasan. 1997. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta: ISTN.
- [2]Kadir, Abdul. 2000. *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [3]Badaruddin. 2012. *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi Proyek Rusunami Gading Icon*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [4]Kadir, Abdul. 1993. *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [5]Fahrurrozi ,Firdaus, Feranita. 2014. “Analisa Ketidak Seimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Transformator Distribusi di Gedung Fakultas Teknik Universitas Riau”. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.1 No.2. Riau: Universitas Riau.
- [6]Wibowo, Retno dkk.. 2010. *Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik*. Jakarta: PT. PLN (PERSEERO).
- [7]Hutajulu, Christian Abara. 2016. *Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Rugi Daya Saluran Netral Jaringan Distribusi Di PT PLN (PERSEERO) Rayon Rivai Palembang Menggunakan Software ETAP 12.6.0*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya
- [8]Tobi, M.. 2018. “Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Transformator Distribusi di PT.PLN (PERSEERO) Area Sorong”. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.4 No.1. Sorong: Politeknik Katolik Saint Paul Sorong.
- [9]Irawan, Muhamad Sadam. 2018. *Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi pada Trafo Distribusi I.452 PT.PLN (Persero) WS2JB Cabang Palembang Rayon Rivai*. Skripsi: Universitas Sriwijaya.
- [10]Syaroni, Zainal. 2019. “Analisis Ketidakseimbangan Beban Trafo Distribusi pada Jaringan Tegangan Rendah”. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.8 No.1. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [11]Latupeirissa, Hamles Leonardo. 2017. “Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Daya Pada Trafo Distribusi Gardu KP-01

Desa Hative Kecil". Jurnal Teknik Elektro, Vol.7 No.2. Ambon: Politeknik Negeri Ambon.

- [12]Julianto, Edi. 2016. "Studi Pengaruh Ketidakseimbangan Pembebanan Transformator Distribusi 20 KV PT PLN (PERSERO) Cabang Pontianak". *Jurnal Teknik Elektro, Vol.2 No.1.* Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- [13]Stevenson Jr, William D. 1984. *Analisa Sistem Tenaga Listrik Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- [14]Liliana. 2012. "Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban terhadap Efisiensi Listrik dalam Rangka Konservasi Energi di Gedung Rektorat UIN Suska Riau". Riau: Universitas Islam Negeri Suska Riau.
- [15]Setiadji, Julius Sentosa. 2016. "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi". *Jurnal Teknik Elektro, Vol.6 No.1.* Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- [16]Sibarani, Rendy F.. 2015. "Pengaruh Arus Netral Terhadap Rugi-Rugi Beban Pada Transformator Distribusi PLN Rayon Johor Medan". *Jurnal Teknik Elektro Vol.12 No. 33.* Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [17]Sari, Gamma Ayu Kartika. 2018. *Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi Studi Kasus Pada PT. PLN (PERSERO) Rayon Blora*. Skripsi: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [18]Nugroho, Adi. 2019. *Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Trafo Distribusi PT. PLN (PERSERO) Rayon Kartasura*. Skripsi: universitas Muhammadiyah Surakarta
- [19]Wibowo, Retno dkk.. 2010. *Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, PT. PLN (PERSERO). Jakarta Selatan.
- [20]Wibowo, Retno dkk.. 2010. *Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*, PT. PLN (PERSERO). Jakarta Selatan.
- [21]Zuhal. 1995. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia.
- [22]Dimyati, Mohamad Ali Dkk.. 2017. "Studi Analisa Evaluasi Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Transformator Distribusi Area Crusher Di PT. Semen Indonesia (PERSERO) Tbk". *Jurnal Teknik Elektro Vol.6 No.1.* Malang: Universitas Islam Malang

- [23]Sogen, Markus Dwiyanto Tobi. 2018. “*Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Pada Transformator Distribusi di PT. PLN (PERSERO) Area Sorong*. *Jurnal Teknik Elektro Vol.4 No.1.* Sorong: Politeknik Katolik Saint Paul Sorong.
- [24]Tharo, Zuraidah Dkk.. 2018. *Pengaruh Pembebanan Tidak Seimbang Pada Trafo Distribusi 20 KV Terhadap Susut Energi di PT. PLN Rayon Lhokseumawe*. Medan: Universitas Islam Sumatera Utara.
- [25]Pelawi, Zulfadli Yusmartato. 2018. “*Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Penghantar Netral Jaringan Distribusi Sekunder Akibat Ketidakseimbangan Beban*”. *Jurnal Teknik Elektro Vol.13 No.2.* Medan: Universitas Islam Sumatera Utara.

