

**ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP
RUGI DAYA SALURAN NETRAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI
DI PT PLN (Persero) RAYON RIVAI PALEMBANG
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6.0**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

CHRISTIAN ABARA HUTAJULU

0613 3031 0890

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

2016

**ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP
RUGI DAYA SALURAN NETRAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI
DI PT PLN (Persero) RAYON RIVAI PALEMBANG
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6.0**



Oleh :

CHRISTIAN ABARA HUTAJULU

0613 3031 0890

Menyetujui,

Palembang, Agustus 2016

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. Bambang Guntoro, M.T.

Mohammad Noer, S.ST., M.T.

NIP. 19570704 198903 1 001

NIP. 19650512 199502 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ketua Program Studi

Teknik Listrik

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.

Mohammad Noer, S.ST., M.T.

NIP. 19670511 199203 1 003

NIP. 19650512 199502 1 001

MOTTO :

*“Kesuksesan Hanya Dapat Diraih Dengan Segala
Upaya Dan Usaha Yang Disertai Dengan Doa,
Karena Sesungguhnya Nasib Seseorang Manusia
Tidak Akan Berubah Dengan Sendirinya
Tanpa Berusaha”*

Kupersembahkan Kepada :

- ✓ *Tuhan Yesus yang Selama ini Memberikan
Pengetahuan, Kesehatan dan Kekuatan Untuk
Menyelesaikan Laporan Akhir ini*
- ✓ *Mamakku Tercinta yang Selalu Ada Untukku*
- ✓ *Saudara - Saudariku (Samuel Hutajulu &
Dameria Hutajulu)*
- ✓ *My Holong (Veberia Panjaitan)*
- ✓ *Teman - Teman Seperjuangan Teknik Listrik
Angkatan 2013 dan Khususnya Kelas 6 LD*

ABSTRAK

**ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP
RUGI DAYA SALURAN NETRAL PADA JARINGAN DISTRIBUSI
DI PT PLN (Persero) RAYON RIVAI PALEMBANG
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6.0**

(2016 : xiv + 76 hlm + gambar + tabel + lampiran)

Christian Abara Hutajulu

0613 3031 0890

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Akibat ketidakseimbangan beban maka muncul arus netral pada saluran netral transformator. Arus netral yang mengalir di saluran netral transformator ini menyebabkan terjadinya *losses* (rugi – rugi), yaitu *losses* akibat adanya arus netral pada saluran netral transformator. Besar arus netral yang dihasilkan pada siang hari sebesar 48 A dengan rugi daya sebesar 1,19 kW (0,70%). Sedangkan besar arus netral pada malam hari sebesar 70 A dengan rugi daya sebesar 2,53 kW (1,49%). Dengan adanya rugi – rugi tersebut maka efisiensi transformator akan semakin rendah. Semakin besar arus netral yang timbul pada saluran netral akibat ketidakseimbangan beban maka semakin besar pula rugi daya yang dihasilkan.

Kata Kunci : *Ketidakeimbangan Beban, Arus Netral, Rugi Daya*

ABSTRACT

ANALYSYS OF THE EFFECT OF THE LOAD IMBALANCE AGAINST THE POWER LOSSES IN THE NEUTRAL CHANNEL ON THE DISTRIBUTION NETWORK IN PT PLN (Persero) RAYON RIVAI PALEMBANG USING SOFTWARE ETAP 12.6.0

(2016 : xiv + 76 pages + picture + table + enclosure)

Christian Abara Hutajulu

0613 3031 0890

Department of Elektro Engineering

Study Program of Electrical Engineering

State Polytechnic of Sriwijaya

As result of the load imbalance appears neutral currents on the neutral line of transformer. Neutral currents flowing on the neutral channel of transformer caused a losses (loss - loss), the losses due to the presence of neutral currents on the neutral channel of transformer. Large of neutral currents generated during the day is 48 A with a power losses of 1.19 kW (0.70%). Whereas, large of neutral currents during the night is 70 A with a power losses of 2.53 kW (1.49%). With the losses so the transformer efficiency will be lower. The greater the neutral currents resulting in a neutral channel due to load imbalance, the greater the power losses is generated.

Keywords : Imbalance, Neutral Currents, Losses

KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih karunia serta berkatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Rugi Daya Saluran Netral Pada Jaringan Distribusi di PT PLN (Persero) Rayon Rivai Palembang Menggunakan *Software* ETAP 12.6.0” dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian dari syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan juga rasa terimakasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu baik moril maupun spiritual atas terwujudnya laporan akhir ini, yaitu kepada :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Noer, S.ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya serta Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Bambang Guntoro, M.T., selaku Pembimbing I.

Penulis mengakui bahwa pada laporan akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, jika terdapat kesalahan ataupun kekurangan pada laporan akhir ini, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun.

Palembang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.2 Klasifikasi Saluran Distribusi Tenaga Listrik	7
2.2.1 Menurut Nilai Tegangannya.....	7
2.2.1.1 Saluran Distribusi Primer	7
2.2.1.2 Saluran Distribusi Sekunder	7
2.2.2 Menurut Bentuk Tegangannya	7

2.2.3 Menurut Jenis/Tipe Konduktornya.....	7
2.2.4 Menurut Susunan (Konfigurasi) Salurannya.....	8
2.2.5 Menurut Susunan Rangkaianya	8
2.2.5.1 Jaringan Sistem Distribusi Primer	9
2.2.5.2 Jaringan Sistem Distribusi Sekunder	13
2.3 Transformator	14
2.3.1 Umum	14
2.3.2 Klasifikasi Transformator	14
2.3.2.1 Transformator Daya	15
2.3.2.2 Transformator Distribusi	15
2.3.2.3 Transformator Pengukuran	16
2.3.3 Bentuk Dan Konstruksi Transformator	17
2.3.4 Prinsip Kerja Transformator	18
2.3.4.1 Keadaan Transformator Tanpa Beban	19
2.3.4.2 Keadaan Transformator Berbeban	22
2.4 Hubungan Tiga Fasa Dalam Transformator	23
2.4.1 Hubungan Bintang (Y)	23
2.4.2 Hubungan Delta (Δ)	24
2.5 Jenis – Jenis Hubungan Belitan Transformator Tiga Fasa	25
2.5.1 Hubungan <i>Wye – Wye</i> (Y – Y).....	25
2.5.2 Hubungan <i>Wye – Delta</i> (Y – Δ)	26
2.5.3 Hubungan <i>Delta – Wye</i> (Δ – Y)	27
2.5.4 Hubungan <i>Delta – Delta</i> (Δ – Δ)	28
2.6 Rugi – Rugi Transformator	29
2.6.1 Rugi Tembaga (P_{CU})	29
2.6.2 Rugi Besi (P_i)	29
2.7 Efisiensi Transformator	30
2.8 Faktor Daya	31
2.9 Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator	32
2.10 Ketidakseimbangan Beban	33
2.11 Daya Pada Saluran Distribusi	34

2.12 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban	35
2.13 Rugi – Rugi Akibat Adanya Arus Netral Pada Saluran Netral Sekunder Transformator	35
2.14 <i>Electrical Transient And Analysis Program</i> (ETAP 12.6.0)	37
2.14.1 Mempersiapkan <i>Plant</i>	39
2.14.2 Membuat Proyek Baru	39
2.14.3 Menggambar <i>Single Line Diagram</i>	40
 BAB III METODELOGI PENELITIAN	43
3.1 Peralatan	43
3.2 Pengumpulan Data	44
3.2.1 Lokasi Penelitian	44
3.2.2 Waktu Penelitian	45
3.2.3 Objek Penelitian	45
3.3 Langkah – Langkah Pengukuran Beban Gardu Distribusi	46
3.4 Data Beban Hasil Pengukuran	47
3.5 Data Pendukung	48
3.6 Metode Perhitungan	49
3.6.1 Peralatan Perhitungan.....	49
3.6.2 Bahan Perhitungan	49
3.6.3 Prosedur Perhitungan	50
3.6.3.1 Prosedur Perhitungan Manual	50
3.6.3.2 Prosedur Simulasi Dengan ETAP 12.6.0	51
 BAB IV PEMBAHASAN.....	54
4.1 Pembahasan Transformator PA 25	54
4.1.1 Pembahasan Pembebanan Transformator	55
4.1.2 Pembahasan Ketidakseimbangan Beban Transformator	56
4.1.3 Pembahasan Arus Netral Transformator	58
4.2 Simulasi Transformator PA 25 Menggunakan ETAP 12.6.0	59
4.2.1 <i>Single Line Diagram</i> Jaringan PA 25 Pada ETAP 12.6.0	59

4.2.2 Pengisian Data ETAP 12.6.0	61
4.2.3 Pengoperasian Simulasi Gardu Distribusi PA 25	63
4.3 Perbandingan Arus Di Saluran Netral Pengukuran, Perhitungan Dan Simulasi ETAP 12.6.0	65
4.4 Pembahasan Rugi Daya Pada Saluran Netral	67
4.5 Analisa	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Sistem tenaga listrik	6
Gambar 2.2 (a) Konfigurasi saluran horisontal	8
(b) Konfigurasi saluran vertikal	8
(c) Konfigurasi saluran delta.....	8
Gambar 2.3 Jaringan distribusi sistem radial	10
Gambar 2.4 Jaringan distribusi sistem loop	11
Gambar 2.5 Jaringan distribusi sistem jaring – jaring (ring)	12
Gambar 2.6 Jaringan distribusi sistem spindle.....	13
Gambar 2.7 Komponen sistem distribusi	14
Gambar 2.8 Trafo distribusi	16
Gambar 2.9 Konstruksi transformator tipe inti	17
Gambar 2.10 Konstruksi transformator tipe cangkang	18
Gambar 2.11 Transformator dalam keadaan tanpa beban.....	19
Gambar 2.12 Rangkaian ekivalen transformator dalam keadaan tanpa beban.....	19
Gambar 2.13 Gambar vektor transformator dalam keadaan tanpa beban	20
Gambar 2.14 Gambar gelombang I_0 tertinggal 90^0 dari v_1	20
Gambar 2.15 Gambar gelombang e_1 tertinggal 90^0 dari ϕ	21
Gambar 2.16 Transformator dalam keadaan berbeban	22
Gambar 2.17 Rangkaian ekivalen transformator dalam keadaan berbeban.....	22
Gambar 2.18 Transformator tiga fasa hubungan bintang.....	23
Gambar 2.19 Transformator tiga fasa hubungan delta.....	24
Gambar 2.20 Transformator 3 fasa hubungan Y-Y.	25
Gambar 2.21 Transformator 3 fasa hubungan Y- Δ	26
Gambar 2.22 Transformator 3 fasa hubungan Δ -Y.....	27
Gambar 2.23 Transformator 3 fasa hubungan $\Delta - \Delta$	28
Gambar 2.24 Blok diagram rugi – rugi pada transformator.....	29
Gambar 2.25 Segitiga daya	31

Gambar 2.26 Vektor diagram arus	33
Gambar 2.27 Membuat file proyek baru	39
Gambar 3.1 Tang ampere	42
Gambar 3.2 Lokasi gardu distribusi PA 25	42
Gambar 3.3 Gardu beton PA 25	43
Gambar 3.4 Transformator distribusi 200 kVA	44
Gambar 3.5 <i>Flow chart</i> prosedur perhitungan manual	50
Gambar 3.6 <i>Flow chart</i> prosedur simulasi dengan menggunakan ETAP 12.6.0	51
Gambar 4.1 (a) Skema aliran arus di sisi sekunder trafo pada siang hari	52
(b) Vektor diagram arus pada siang hari	52
Gambar 4.2 Skema aliran arus di sisi sekunder trafo pada malam hari	52
Gambar 4.3 <i>Single line diagram</i> jaringan pa 25 dengan data beban pada siang hari pada ETAP 12.6.0	59
Gambar 4.4 <i>Single line diagram</i> jaringan pa 25 dengan data beban pada siang hari pada ETAP 12.6.0	60
Gambar 4.5 Pengaturan distribusi tm pada simulasi ETAP 12.6	61
Gambar 4.6 Pengaturan trafo distribusi PA 25 pada simulasi ETAP 12.6.0	62
Gambar 4.7 Pengaturan pembebanan jurusan PA 25 pada simulasi ETAP 12.6.0	63
Gambar 4.8 Hasil simulasi transformator distribusi PA 25 pada ETAP 12.6.0 pada siang hari	64
Gambar 4.9 Hasil simulasi transformator distribusi PA 25 pada ETAP 12.6.0 pada malam hari	65
Gambar 4.10 Grafik data hasil beban pada ETAP 12.6.0 pada siang dan malam hari	67
Gambar 4.11 Diagram perbandingan hasil arus netral pada siang hari	68
Gambar 4.12 Diagram perbandingan hasil arus netral pada malam hari	69
Gambar 4.13 Grafik perbandingan hasil rugi daya saluran netral pada malam hari	71

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1 Hasil pengukuran pada siang hari	45
Tabel 3.2 Hasil pengukuran pada malam hari.....	45
Tabel 3.3 Karakteristik <i>twisted cable aluminium</i> NFA 2X (berdasarkan SPLN 42-10:1993)	46
Tabel 4.1 Data pengukuran beban pada siang hari	57
Tabel 4.2 Data pengukuran beban pada malam hari	58
Tabel 4.3 Hasil data beban di ETAP 12.6.0 pada siang dan malam hari	66
Tabel 4.4 Perbandingan arus netral pada siang hari.....	67
Tabel 4.5 Perbandingan arus netral pada malam hari	68
Tabel 4.6 Perbandingan hasil rugi daya saluran netral pada siang hari	71
Tabel 4.7 Perbandingan hasil rugi daya saluran netral pada malam hari.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Permohonan Izin Pengambilan Data
- Lampiran 2 Surat Izin Pengambilan Data
- Lampiran 3 Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 4 Surat Keterangan Telah Melakukan Pengambilan Data
- Lampiran 5 Data Pengukuran Langsung Pada Transformator PA 25
- Lampiran 6 Lembar Konsultasi Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 7 Hasil Simulasi “*Report Manager*” Pada ETAP 12.6.0
- Lampiran 8 *Single Line* Penyulang Kurma di Gardu Induk Boom Baru
- Lampiran 9 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 10 Lembar Revisi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 11 Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir