

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BUDURAN SIDOARJO**



**Disusun Oleh :**

**VIKY WIJAYANTO**

**NBI : 1451900006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2023**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Nama : VIKY WIJAYANTO  
NBI : 1451900006  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : “ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN  
BEBAN PADA TRANSFORMATOR  
DISTRIBUSI DI GARDU INDUK  
BUDURAN SIDOARJO”

Dosen Pembimbing 1



Puji Slamet.,S.T., M.T.  
NPP. 20450.11.0601

Menyetujui,

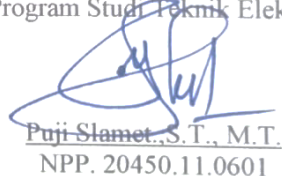
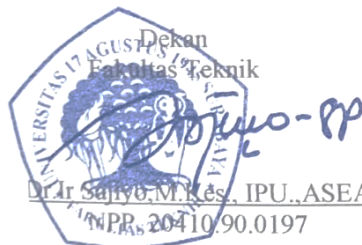
Dosen Pembimbing 2



Reza Sarwo Widagdo S.Tr.T.,M.T  
NPP. 20450.22.0860

Mengetahui,

Ketua  
Program Studi Teknik Elektro



Puji Slamet.,S.T., M.T.  
NPP. 20450.11.0601

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Viky wijayanto  
NBI : 1451900006  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

### **“ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BUDURAN SIDOARJO”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihaklain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 14 Juni 2023



Viky Wijayanto  
NBI. 1451900006



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Viky Wijayanto  
NBI : 1451900006  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR  
DISTRIBUSI DI GARDU INDUK BUDURAN SIDOARJO”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentukpangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 14 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Viky Wijayanto  
NBI. 1451900006

## ABSTRAK

Listrik adalah kebutuhan pokok bagi umat manusia pada zaman sekarang, listrik terbukti sangat dibutuhkan dalam kegiatan sehari-hari manusia dan jika listrik tidak ada maka manusia akan mengalami dampak negatifnya yaitu terganggunya pada kegiatan kehidupan mereka sehari-hari. Dan sebaliknya jika listrik tersedia dengan baik, manusia mengalami dampak positifnya yaitu terpenuhinya pemakaian listrik untuk kebutuhan sehari-hari. Dalam memenuhi kebutuhan listrik tersebut, sering terjadi pembagian beban-beban yang awalnya merata atau seimbang akan tetapi karena tidak keserempakan pada waktu penyalaan beban-beban tersebut maka timbulah ketidakseimbangan beban antar fasa R,S,T yang menimbulkan arus netral pada sisi sekunder trafo mengalir, Semakin besar ketidakseimbangan beban yang terjadi maka akan menimbulkan *Losses* (rugi-rugi). Seiring sistem distribusi tenaga listrik yang terus berkembang, mengurangi *Losses* dapat menghasilkan penghematan besar bagi penyediaan tenaga listrik, dan manfaat lain yang di dapat ialah mencakup sistem yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini adalah metode Kuantitatif, pengumpulan data yang dilakukan berdasarkan hasil dari pengukuran dilapangan yang setelah itu diselesaikan dalam bentuk persamaan matematis. Dari penelitian yang dilakukan di dapatkan hasil akhir yang menunjukkan nilai rata-rata arus pembebanan dan ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi di Gardu Induk Buduran yaitu arus rata-rata pembebanan nyasebesar (14,4 A), Ketidakseimbangan Beban Sebesar (32,5 A), dan *Losses* sebesar (2,34 W).

*Kata Kunci: Ketidakseimbangan Beban, Arus Netral, Losses*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis hanturkan kepada Allah subhanawata'ala atas segala berkah dan karunia nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir "**Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Di Gardu Induk Buduran Sidoarjo**".

Penulis sadari bahwa dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini banyak pihak yang telah membantu memberi dukungan, arahan, maupun doa yang akan selalu penulis kenang dan syukuri, oleh karena itu , penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah subhanawata'ala yang telah memberikan nikmat jasmani dan rohani untuk dapat menyelesaikan Laporan tugas akhir ini sampai selesai
2. Kedua orang tua yang selalu senantiasa meberikan doa, dan motivasi yang tiada henti
3. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.kes.,IPM.,IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Bapak Puji slamet.,MT selaku Ketua Program Jurusan Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
5. Bapak Puji Slamet.,MT selaku Dosen Pembimbing satu dan Bapak Reza Sarwo Widagdo.,MT selaku Dosen Pembimbing dua dalam penulisan laporan tugas akhir ini
6. Bapak Teguh selaku SPV di PLN Gardu Induk Buduran yang telah memberikan kesempatan serta mengarahkan kami selama Pengambilan data Penelitian di Gardu Induk Buduran
7. Bapak S.Alim, Mas Didik Prasetyo, dan Mas Aby selaku pembimbing dilapangan selama pengambilan data berlangsung .
8. Serta seluruh teman-teman dari kampus Untag yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sampai Selesai

Penulis menyadari menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis harap saran dan kritik yang bersifat membangun untuk menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Dengan mengharap ridho dari Allah Subhanahuwata'ala, semoga laporan tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi kita semua, Aamiin

Viky Wijayanto, Mei 2023

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I.PENDAHULUAN .....	11
1.1. Latar Belakang .....	11
1.2. Rumusan Masalah .....	12
1.3. Tujuan .....	12
1.4. Kontribusi Penelitian.....	12
1.5. Batasan Masalah.....	12
1.6. Sistematika Penulisan.....	13
BAB II. DASAR TEORI.....	15
2.1. State of The Art.....	15
2.2. Transformator.....	16
2.3. Analisis dan Kesimpulan Pengambilan Judul Penelitian.....	17
2.4. Karakteristik Transformator .....	18
1. Keadaan Transformator Tanpa Beban.....	18
2. Keadaan Transformator Berbeban.....	19
2.5. Rugi-Rugi Pada Transformator .....	19
2.5.1. Rugi-rugi Tembaga (Pcu).....	19
2.5.2. Rugi-Rugi Besi (Pi).....	20
2.6. Transformator Distribusi .....	21

2.6.1. Transformator Tiga Phasa .....	23
2.6.1.1. Hubungan Bintang (Y) .....	23
2.6.1.2. Hubungan Delta ( $\Delta$ ) .....	24
2.6.1.3. Hubungan Zig-Zag .....	24
2.6.2. Jenis-Jenis Hubungan Belitan Transformator Tiga Fasa .....	25
2.6.2.1. Hubungan Bintang-Bintang (Y-Y) .....	25
2.6.2.2. Hubungan Bintang-Delta (Y- $\Delta$ ) .....	26
2.6.2.3. Hubungan Delta-Bintang ( $\Delta$ -Y) .....	27
2.6.2.4. Hubungan Delta-Delta ( $\Delta$ - $\Delta$ ).....	27
2.7. Rangkaian Ekuivalen Transformator.....	28
2.8. KetidakSeimbangan Beban .....	30
2.9. Arus Netral .....	31
2.9.1. Arus Netral Karena Beban Tidak seimbang .....	31
2.9.2. Penyaluran Dan Susut Daya Pada Keadaan Seimbang.....	32
2.9.3. Penyaluran dan Susut Daya dalam keadaan tidakseimbang .....	34
2.9.4 Faktor Daya .....	35
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>38</b>
3.1 Metode Penelitian.....	38
3.2. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	38
3.3. Flowchart.....	38
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>46</b>
4.1. Data Spesifikasi Transformator .....	46
4.2. Analisa Presentase Pembebanan Pada Transformator Distribusi .....	46
4.3. Analisa Perhitungan KetidakSeimbangan beban Transformator .....	72
4.4. Analisa Perhitungan dan Presentase Rugi-rugi (Losses) Akibat adanya Arus Netral pada Penghantar Netral Trafo Akibat Ketidakseimbangan Beban Losses Tembaga.....	87
4.5. Hasil Analisa .....	117
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>121</b>



5.1 Kesimpulan .....	121
5.2 Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA .....	122
LAMPIRAN I.....	123
SURAT PENGAJUAN PENELITIAN DAN BALASAN DARI PIHAK PERUSAHAAN .....	123
LAMPIRAN II .....	125
DOKUMENTASI PENELITIAN .....	125

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kontruksi Transformator <i>Core Type</i> dan <i>Shell Type</i> .....	17
Gambar 2. 2 Transformator Tanpa Beban .....	18
Gambar 2. 3 Transformator Berbeban .....	19
Gambar 2. 4 Transformator Distribusi .....	21
Gambar 2. 5 Hubungan Bintang.....	23
Gambar 2. 6 Hubungan Delta .....	24
Gambar 2. 7 Hubungan Zig - Zag .....	25
Gambar 2. 8 Transformator Hubungan Bintang-Bintang .....	25
Gambar 2. 9 Transformator hubungan Y- $\Delta$ .....	26
Gambar 2. 10 Transformator hubungan $\Delta$ -Y.....	27
Gambar 2. 11 Transformator hubungan $\Delta$ - $\Delta$ .....	28
Gambar 2. 12 Rangkaian Ekuivalen Sebuah Transformator .....	28
Gambar 2. 13 Vektor Diagram Rangkaian Pengganti .....	29
Gambar 2. 14 Rangkaian Pengganti Jika Dilihat Dari Sisi Primer .....	29
Gambar 2. 15 Parameter Sekunder Pada Trafo yang dinyatakan dalam harga Rangkaian Primer.....	30
Gambar 2. 16 Vektor Diagram Rangkaian Parameter Sekunder pada Transformator yang dinyatakan dalam Harga Rangkaian Primer .....	30
Gambar 2. 17 Diagram Beban Keadaan Seimbang .....	30
Gambar 2. 18 Diagram Beban Keadaan Tidak Seimbang .....	31
Gambar 2. 19 Diagram Fasor Tegangan Saluran Daya Model Fasa Tunggal .....	33
Gambar 2. 20 Segitiga Daya.....	35
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian .....	38
Gambar 4. 1 Grafik Arus Pembebanan Transformator di GI Buduran.....	118
Gambar 4. 2 Grafik ketidakseimbangan beban di GI buduran .....	118
Gambar 4. 3 Grafik Losses di GI buduran.....	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Pengukuran Arus (R,S,T dan N) Trafo Distribusi di Gardu Induk Buduran Sidoarjo.....	39
Tabel 3. 2 Data Pengukuran Tegangan (L/L) Trafo Distribusi di Gardu Induk Buduran Sidoarjo.....	40
Tabel 3. 3 Data Spesifikasi Kabel Penghantar Netral.....	40
Tabel 3. 4 SPLN No.17 Tahun 2014.....	41
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan.....	93