

TUGAS AKHIR

**ANALISA LOSSES AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR 1250 KVA PTPN X PG GEMPOLKREP**



Oleh:

GUNTUR WILLIAM PRAYOGA

1451700008

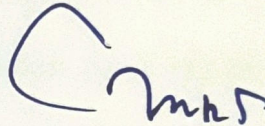
**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

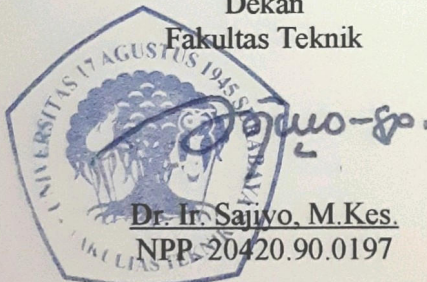
NAMA : GUNTUR WILLIAM PRAYOGA
NBI : 1451700008
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA LOSSES AKIBAT
KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR 1250 KVA PTPN X PG
GEMPOLKREP

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



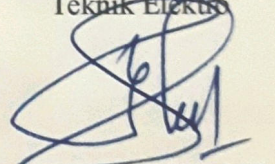
Ir. Gatut Budiono, MSc.
NPP. 20450.890.181

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.
NPP. 20420.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Guntur William Prayoga

NBI : 1451700008

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ANALISA *LOSSES* AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 1250 KVA PTPN X PG GEMPOLKREP”

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain 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, 30 Juni 2021



William Prayoga
1451700008



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 AKADEMIS

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

Nama : GUNTUR WILLIAM PRAYOGA
NBI/NPM : 1451700008
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

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

“ANALISA LOSSES AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 1250 KVA PTPN X PG GEMPOLKREP”

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

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 15 Juli 2021

Yang Menyatakan



Materai

William Prayoga)

ABSTRAK

ANALISA *LOSSES* AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 1250 KVA PTPN X PG GEMPOLKREP

PTPN X PG Gempolkrep adalah pabrik yang bergerak dalam bidang pengolahan tanaman tebu menjadi gula pasir. Dalam kegiatan pengolahan yang dilakukan pabrik banyak mesin-mesin yang membutuhkan daya yang berkualitas agar dapat bekerja secara optimal. Salah satu penyebab menurunnya kualitas daya listrik adalah ketidakseimbangan beban. Ketidakseimbangan beban disebabkan oleh beban antar fasa yang tidak seimbang, baik akibat perbedaan beban antar fasa atau sifat beban dalam satu proses produksi yang membebani setiap fasa pada waktu yang berbeda. Dengan adanya ketidakseimbangan beban ini dapat menyebabkan arus netral pada penampang transformator yang dapat menyebabkan losses (rugi-rugi). Berdasarkan hasil analisa dengan perhitungan diperoleh hasil arus netral maksimal, minimal dan rata-rata masing-masing berkisar antara 16,924 A – 47,9 A; 14,598 A – 38,106 A; 16,478 A – 38,707 A. Nilai perhitungan persentase ketidakseimbangan beban terbesar pada jam 16.00 sebesar 5,9% dan losses maksimal, minimal dan rata-rata masing-masing berkisar antara 0,087645 kW – 0,470836 kW; 0,065209 kW – 0,444333 kW; 0,083086 kW – 0,458459 kW.

Kata Kunci : Arus Netral, Losses (Rugi Daya), Ketidakseimbangan Beban

ABSTRACT

ANALYSIS OF LOSSES DUE TO LOAD UNBALANCE ON 1250 KVA PTPN X PG GEMPOLKREP TRANSFORMERS

PTPN X PG Gempolkrep is a factory engaged in the processing of sugar cane into granulated sugar. In the processing activities carried out by the factory, there are many machines that require quality power in order to work optimally. One of the causes of declining quality of electrical power is load imbalance. Load imbalance is caused by an unbalanced load between phases, either due to the difference in load between phases or the nature of the load in one production process that burdens each phase at different times. With this load imbalance it can cause a neutral current in the cross section of the transformer which can cause losses. Based on the results of the analysis with calculations obtained the results of the maximum, minimum and average neutral currents ranging from 16.924 A - 47.9 A; 14,598 A – 38,106 A; 16,478 A – 38,707 A. The calculation value of the largest percentage of load imbalance at 16.00 is 5.9% and the maximum, minimum and average losses range from 0.087645 kW – 0.470836 kW, respectively; 0.065209 kW – 0.444333 kW; 0.083086 kW – 0.458459 kW.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“ANALISA LOSSES AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 1250 KVA PTPN X PG GEMPOLKREP”**. Tidak lupa juga Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW

Walaupun dalam pengerjaannya banyak kendala yang terjadi karena era saat ini yang dalam wabah *covid19*, tetapi Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu dan sesuai harapan dari penulis.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan sarjana pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus ikhlas menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, petunjuk, bimbingan, dan ridho -Nya selama proses penelitian. Sholawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada junjungan baginda Nabi Muhammad SAW.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Gatut Budiono, MSc. sebagai dosen pembimbing yang telah memberi wawasan, masukan dan saran sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini dengan baik.
4. Bapak Puji Slamet, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
6. Teman-teman Mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2017 yang telah membantu dan memotivasi, tak lupa teman-teman kontrakkan yang sering penulis ajak berdiskusi.

7. Pihak PTPN X yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di PG Gempolkrep dan pegawai bagian instalasi PG Gempolkrep yang banyak membantu saya dalam melakukan pengambilan data.
8. Dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan berguna bagi penulis khususnya dan juga bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 30 Juni 2021

Guntur William Prayoga
1451700008

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Tugas Akhir	ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iii
Lembar Pernyataan Publikasi.....	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Kontribusi Penulis	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Transformator	3
2.1.1. Transformator Distribusi.....	4
2.1.2. Prinsip Kerja Transformator.....	4
2.1.3. Bagian Transformator	5
2.2 Transformator Tiga Fasa	10
2.2.1. Hubungan Transformasi Tiga Fasa	10
2.2.2. Vektor Group Transformator Tiga Fasa.....	14
2.3 Komponen Simetris	14
2.4.1. Operator a.....	16
2.4.2. Komponen Simetris menggunakan Operator a.....	16
2.4 Ketidakseimbangan Beban pada Transformator.....	18
2.4.1. Arus Netral	19
2.4.2. <i>Losses</i> Akibat Ketidakseimbangan Beban	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1. Metode Penelitian.....	21
3.2. Data Penelitian	21
3.3. Alat.....	21
3.4. Diagram Alur Penelitian.....	22
3.5. Pengambilan Data.....	23
3.6. Pengolahan Data.....	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Sistem Kelistrikan PTPN X PG Gempolkrep.....	25
4.2. Spesifikasi Transformator	25
4.3. Data Hasil Pengukuran Transformator	26
4.4. Analisa Arus Netral	29
4.5. Analisa <i>Losses</i> yang Terjadi akibat Arus Netral	50
4.6. Analisa Persentase Ketidakseimbangan Menggunakan Data Rata-Rata	56
4.7. Simulasi Ketidakseimbangan Beban	76
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	83

DAFTAR GAMBAR

2. 1	Prinsip hukum elektromagnetik.....	3
2. 2	Kontruksi transformator	3
2. 3	Transformator tipe inti dan transformator tipe cangkang.....	4
2. 4	Prinsip kerja transformator.....	5
2. 5	Inti besi.....	6
2. 6	Bushing.....	7
2. 7	Minyak transformator.....	9
2. 8	Tembaga dilapisi kertas isolasi.....	9
2. 9	Hubungan Bintang-Bintang (Y-Y).....	11
2. 10	Hubungan Segitiga-Segitiga (Δ - Δ).....	11
2. 11	Hubungan Bintang-Segitiga (Y- Δ).....	12
2. 12	Hubungan Segitiga-Bintang (Δ -Y).....	13
2. 13	Hubungan Zig-Zag	14
2. 14	Bilangan Jam	14
2. 15	(a) Komponen urutan positif, (b) Komponen urutan negative, (c) Komponen urutan nol.....	15
2. 16	Sudut fasor operator a.....	16
2. 17	Vektor Diagram Arus Seimbang	18
2. 18	Vektor Diagram Arus Tidak Seimbang.....	18
3. 1	Clamp meter dan power quality analyzer.....	22
3. 2	Diagram alur penelitian.....	22
4. 1	Single Line Diagram	25
4. 2	Diagram Arus Netral	49
4. 3	Diagram Hasil Perhitungan Losses	55
4. 4	Diagram Simulasi Sebelum Penyeimbangan.....	76
4. 5	Bentuk Gelombang IR, IS dan IT Sebelum Diseimbangkan.....	77
4. 6	Simulasi Setelah Dilakukan Penyeimbangan	78
4. 7	Gambar Gelombang Arus R, S dan T Setelah Diseimbangkan.....	78

DAFTAR TABEL

2. 1	Macam-macam pendingin transformator	8
4. 1	Spesifikasi Transformator	25
4. 2	Hasil Pengukuran Tegangan Maksimal, Arus Maksimal dan Daya Maksimal.....	26
4. 3	Hasil Pengukuran Tegangan Minimal, Arus Minimal dan Daya Minimal.....	27
4. 4	Hasil Pengukuran Tegangan Rata-Rata, Arus Rata-Rata dan Daya Rata-Rata.....	28
4. 5	Hasil Perhitungan Arus Netral Maksimal.....	36
4. 6	Hasil Perhitungan Arus Netral Minimal.....	42
4. 7	Hasil Perhitungan Arus Netral Rata-Rata.....	49
4. 8	Hasil Perhitungan Jumlah Losses yang Terjadi.....	55
4. 9	Persentase Ketidakseimbangan Beban	76
4. 10	Beban Pada Transformator 10	76
4. 11	Hasil Simulasi Berupa Arus dan Tegangan.....	77
4. 12	Penyeimbangan Beban Transformator 10	77
4. 13	Hasil Simulasi Arus dan Tegangan Setelah Penyeimbangan	78