

**SKENARIO TRANSPOSISI SISTEM 3 FASA UNTUK
MENGATASI KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TANAH LAUT MILL**

TUGAS AKHIR

FELIX

011.18.009



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAWIT

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG

KOTA DELTAMAS

AGUSTUS 2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Felix

NIM : 011.18.009

Tanda Tangan :



Tanggal : 2 September 2021

**SKENARIO TRANSPOSISI SISTEM 3 FASA UNTUK
MENGATASI KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI TANAH LAUT MILL
TUGAS AKHIR**

FELIX

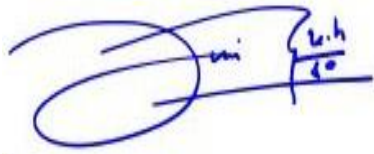
011.18.009

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit

Menyetujui,

Kota Deltamas, Agustus 2021

Pembimbing I



Deni Rachmat, S.T., M.T.

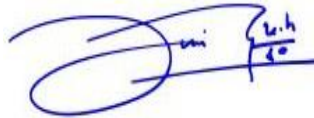
Pembimbing II



Novelita Wahyu Mondamina, S.Si., M.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit



Deni Rachmat, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli madya Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Institut Teknologi dan Sains Bandung. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
2. Bapak Deni Rachmat, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Program Diploma Teknologi Pengolahan Sawit ITSB dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Novelita Wahyu Mondamina, S.Si., M.Sc., selaku Koordinator Kerja Praktek dan dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Heri Waskito selaku manager mill.
5. Bapak Fahmi Farhat, selaku pembimbing industri.
6. Seluruh Karyawan dan *Staff* TLTM yang telah banyak berbagi ilmu dan pengalaman yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
7. Rekan-rekan TPS baik alumni, angkatan 2018, 2019, dan 2020.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 2 September 2021

Penulis



Felix

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Felix
NIM : 011.18.009
Program Studi : Teknologi Pengolahan Sawit
Fakultas : Vokasi
Jenis karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**SKENARIO TRANSPOSISI SISTEM 3 FASA UNTUK MENGATASI
KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR
DISTRIBUSI TANAH LAUT MILL**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 2 September 2021

Yang menyatakan



(Felix)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pabrik Kelapa Sawit Tanah Laut.....	6
2.2 Sistem Penyaluran Energi Listrik.....	6
2.3 Sistem 3 Fasa.....	9
2.4 Transformator	10
2.4.1 Faktor Daya.....	11
2.4.2 Hubungan Lilitan Transformator	13
2.4.3 <i>Vector Group</i> Transformator.....	15
2.4.4 Konfigurasi Belitan Transformator	17
2.4.5 Persentase Impedansi	19
2.4.6 Jenis-Jenis Transformator	20
2.5 Panel Distribusi Tegangan Listrik.....	29
2.6 Perhitungan Arus Beban Pada Transformator	33
2.7 Daya Pada Saluran distribusi.....	34
2.8 Hambatan Suatu Penghantar.....	36

2.9	Ketidakseimbangan Beban	37
2.10	Perhitungan <i>Losses</i> Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral	38
2.11	Penyeimbangan Beban.....	39
BAB III METODE PENELITIAN		41
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	41
3.1.1	Waktu	41
3.1.2	Tempat Penelitian.....	41
3.2	Objek Penelitian	41
3.3	Pelaksanaan Penelitian	41
3.3.1	Tahap I Studi Awal	42
3.3.2	Tahap II Pengukuran dan Pengumpulan Data.....	43
3.3.3	Tahap III Kajian dan Pembahasan	44
BAB IV KAJIAN DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1	Identifikasi Masalah	46
4.2	Sistem Penyaluran Energi listrik di TLTM	47
4.3	Peralatan - Peralatan Listrik di TLTM	50
4.4	Spesifikasi Transformator Distribusi.....	57
4.5	Data Penelitian	58
4.6	Analisa Pembebanan Transformator Distribusi.....	61
4.7	Analisa Ketidakseimbangan Beban pada Trafo Distribusi.....	62
4.8	Kajian <i>Losses</i> Akibat Ketidakseimbangan Pada Fasa R, S, T.....	63
4.9	Analisa <i>Losses</i> Akibat Adanya Arus Netral Pada Penghantar Netral Transformator Distribusi.....	65
4.10	Analisa <i>Losses</i> Akibat Arus Netral yang Mengalir ke Tanah.....	66
4.11	Penyeimbangan Beban Transformator Distribusi Terhadap Arus Netral	67
BAB V PENUTUP.....		77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengenal Inti atau Rel	10
Tabel 2.2 Kelompok <i>vector group</i> transformator berdasarkan kondisi <i>lagging / leading</i> belitan <i>low voltage</i> terhadap <i>high voltage</i>	17
Tabel 2.3 Kelompok <i>Vector Group</i> transformator berdasarkan standar IEC 60076	18
Tabel 4.1 Tabel 5W + 1H Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi.....	46
Tabel 4.2 Spesifikasi Diesel Genset TLTM.....	50
Tabel 4.3 Spesifikasi Turbin dan Alternator	51
Tabel 4.4 <i>List</i> Komponen Panel Distribusi Transformator TLTM	53
Tabel 4.5 Data pengukuran Arus, Tegangan, dan $\cos \varphi$	58
Tabel 4.6 Faktor- Faktor Karakteristik Beban	71
Tabel 4.7 <i>List</i> Beban Terpasang Pada Perumahan Karyawan TLTM.....	71
Tabel 4.8 Tren Pembebanan Pada Perumahan Karyawan TLTM.....	72
Tabel 4.9 Nilai Pengukuran Arus rata-rata fasa R, S dan T.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pengolahan TLTM.....	6
Gambar 2.2 Sistem Penyaluran Energi Listrik.....	7
Gambar 2.3 Gelombang sinusoidal 3 fasa	9
Gambar 2.4 Konstruksi Transformator	11
Gambar 2.5 Segitiga Daya	12
Gambar 2.6 Hubungan Bintang (Y).....	14
Gambar 2.7 Hubungan Delta.....	15
Gambar 2.8 Hubungan zig-zag	15
Gambar 2.9 Transformator <i>Step Down</i> dan <i>Step Up</i>	20
Gambar 2.10 Sisi Arus dan Tegangan pada Transformator.....	21
Gambar 2.11 Simbol Transformator Berinti Udara dan Besi	22
Gambar 2.12 Transformator berinti udara	22
Gambar 2.13 Transformator Berinti Besi	23
Gambar 2.14 <i>Auto Transformer</i>	24
Gambar 2.15 Transformator Distribusi	25
Gambar 2.16 Transformator Tegangan	25
Gambar 2.17 Transformator Arus	25
Gambar 2.18 <i>Oil Natural Air Natural</i> (ONAN)	27
Gambar 2.19 <i>Oil Natural Air Forced</i> (ONAF)	28
Gambar 2.20 <i>Oil Forced Air Forced</i> (OFAF).....	28
Gambar 2.21 <i>Oil Forced Water Forced</i> (OFWF)	29
Gambar 2.22 Diagram satu garis distribusi tenaga listrik	30
Gambar 2.23 Panel Distribusi Tegangan Menengah.....	31
Gambar 2.24 <i>Main Distribution Panel</i>	32
Gambar 2.25 <i>Motor Control Center Panel</i>	32
Gambar 2.26 <i>Motor Inverter Panel</i>	33
Gambar 2.27 Panel PLC.....	33
Gambar 2.28 Tabel Hambatan Jenis Bahan	37
Gambar 2.29 Vektor Diagram Arus	38
Gambar 3.1 Panel distribusi perumahan karyawan.....	41
Gambar 3.3 <i>Clamp Meter</i>	44

Gambar 4.1 Diagram Ishikawa Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi.....	46
Gambar 4.2 Sistem Penyaluran Energi Listrik di TLTM.....	48
Gambar 4.3 <i>Main Switch Board</i>	48
Gambar 4.4 Transformator <i>Step-Up</i> TLTM.....	49
Gambar 4.5 Gardu Tiang Transformator <i>Step Up</i> (kiri) dan <i>Step Down</i> (kanan) TLTM.....	50
Gambar 4.6 Diesel Genset.....	51
Gambar 4.7 Turbin dan Alternator.....	51
Gambar 4.8 Panel Kontrol Distribusi Perumahan Karyawan	52
Gambar 4.9 Skema Aliran Arus Pada Transformator Distribusi	61
Gambar 4.10 Denah Perumahan Karyawan.....	67
Gambar 4.11 Sistem Pada Jaringan Distribusi Perumahan Karyawan Skenario 1 (Sebelum penyeimbangan beban)	69
Gambar 4.12 Sistem Pada Jaringan Distribusi Perumahan Karyawan Skenario 1 (Setelah penyeimbangan beban)	70
Gambar 4.13 Sistem Pada Jaringan Distribusi Perumahan Karyawan Skenario 2 (Sebelum penyeimbangan beban)	73
Gambar 4.14 Sistem Pada Jaringan Distribusi Perumahan Karyawan Skenario 2 (Setelah penyeimbangan beban)	73
Gambar 4.15 Sistem Pada Jaringan Distribusi Perumahan Karyawan Skenario 3 (Sebelum penyeimbangan beban)	75
Gambar 4.16 Sistem Pada Jaringan Distribusi Perumahan Karyawan Skenario 3 (Sesudah penyeimbangan beban).....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses pengukuran arus dan tegangan, pengambilan nilai $\cos \phi$	82
Lampiran 2. Katalog Tranformator Distribusi Centrado dan Jam kerja Diesel Genset.....	84
Lampiran 3. Harga Solar dan Spesifikasi Transformator Distribusi TLTM.....	85
Lampiran 4. Jenis Kabel yang digunakan	86