

TUGAS AKHIR

**ANALISA RUGI - RUGI TRANSFORMATOR AKIBAT
KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR 2000KVA DI SUPERMALL
MANSION 2 TOWER TANGLIN SURABAYA**



Disusun Oleh :

RIZKY KURNIAWAN
NBI : 1451900038

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

TUGAS AKHIR

ANALISA RUGI - RUGI TRANSFORMATOR AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 2000KVA DI SUPERMALL MANSION 2 TOWER TANGLIN SURABAYA



Disusun Oleh :

RIZKY KURNIAWAN
NBI : 1451900038

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

2023

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**


LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : RIZKY KURNIAWAN
NBI : 1451900038
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : "ANALISA RUGI-RUGI
TRANSFORMATOR AKIBAT
KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA
TRANSFORMATOR 2000KVA DI
SUPERMALL MANSION 2 TOWER
TANGLIN SURABAYA"

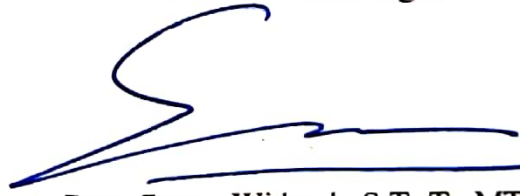
Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Ir. Aris Heri Andriawan ST,MT
NPP. 20450.03.0558



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

Mengetahui,

Dekan


Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajoyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng
NPP. 20410.90.0197

Ketua

Program Studi Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, ST., MT
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIANTUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Kurniawan
NBI : 1451900038
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“ANALISA RUGI-RUGI TRANSFORMATOR AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 2000KVA DI SUPERMALL MANSION 2 TOWER TANGLIN SURABAYA”

Adalah 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, 08 Mei 2023



Rizky Kurniawan
1451900038



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 : Rizky Kurniawan
NBI/NPM : 1451900038
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:

“ANALISA RUGI-RUGI TRANSFORMATOR AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR 2000KVA DI SUPERMALL MANSION 2 TOWER TANGLIN SURABAYA”

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 : 08 Mei 2023

Yang Menvatakan



METERAI
TEMPEL
E25AK657796343
Rizky Kurniawan
1451900038

ABSTRAK

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik bisa terjadi karena tidak serempaknya peralatan listrik dinyalakan secara bersamaan dan pengerjaan instalasi listrik yang tidak memperhatikan keseimbangan dalam hal pembagian beban listrik membuat beban tiap fasa menjadi tidak seimbang. Ketidakseimbangan beban itu menyebabkan adanya arus netral, Sehingga disitulah juga akan menyebabkan meningkatnya rugi-rugi (Losses) pada transformator. Semakin besar Losses yg ditimbulkan maka efisiensi serta keandalan dari transformator tersebut akan menurun. Dari hal tersebut maka dilakukan penelitian tentang menganalisa rugi-rugi pada transformator distribusi di Supermall Mansion 2 Tower Tanglin yang bertujuan untuk mengetahui nilai persentase pembebanan transformator, nilai ketidakseimbangan transformator, nilai rugi-rugi transformator, dan nilai efisiensi transformator. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui nilai dari transformator yang terpasang tidak melebihi dari nilai SPLN yang berlaku. Dengan menggunakan metode kuantitatif data didapat dari pengukuran dilapangan dan akan dianalisis secara sistematis. Selama pengukuran 7 hari didapatkan hasil bahwa nilai persentase pembebanan transformator sebesar 38,88% di siang hari dan 48,89 % di malam hari (SPLN maksimal 80%, minimal 40%). Nilai ketidakseimbangan beban sebesar 11,66% di siang hari dan 10,33% di malam hari (SPLN dikategorikan baik jika <10%). Nilai rugi-rugi tembaga (Pcu) 91.310 watt (91,3kW) pada siang hari dan 94.235,06 watt (94,2kW) pada malam hari. Nilai rugi-rugi akibat adanya arus netral sebesar 0,134kW dengan persentase 0,0071% pada siang hari dan 0,173kW dengan persentase 0,0090% pada malam hari. Persentase nilai arus pada penghantar netral sebesar 26,36% di siang hari dan 24,04% dimalam hari (SPLN dikategorikan baik jika <20%). Persentas efisiensi yg terbebani sebesar 93,25% di siang hari dan 94,7 di malam hari dari nilai efisiensi yg optimal sebesar 100%.

Kata kunci: efisiensi trafo, ketidakseimbangan beban trafo, rugi-rugi trafo

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan baik dan lancar. Tugas akhir yang berjudul “Analisa Rugi-Rugi Transformator Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator 2000kVA di Supermall Mansion 2 Tower Tanglin” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan kuliah di Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan untuk memperoleh gelar strata satu (S1). Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir.Aris Heri Andriawan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Reza Sarwo Widagdo S.Tr.T., MT selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir penulis yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. Kedua orang tua saya yang memberikan dukungan dan do'a dalam mengerjakan tugas akhir.
4. Bapak/Ibu Dosen dan staff jurusan Teknik elektro Untag Surabaya atas bekal ilmu dan wawasan yang diajarkan selama belajar.
5. Serta pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan dan pembuatan buku laporan tugas akhir ini. Harapan dari penyusun semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi aktivitas akademik Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Surabaya, 8 Mei 2023



Rizky Kurniawan

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR..... | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI | iv |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan..... | 2 |
| 1.4. Kontribusi Penelitian | 2 |
| 1.5. Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 2 |
| BAB II..... | 5 |
| DASAR TEORI..... | 5 |
| 2.1. <i>State of The Art</i> | 5 |
| 2.2. Transformator | 7 |
| 2.3. Prinsip Kerja Transformator..... | 7 |
| 2.4. Jenis Transformator Berdasarkan Kumparan | 9 |
| 2.5. Transformator Distribusi..... | 9 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6. Transformator Tiga Phasa | 10 |
| 2.6.1 Hubungan-Hubungan Transformator Tiga Phasa | 11 |
| 2.7. Keadaan Transformator Beban..... | 14 |
| 2.8. Kadaan Transformator Tanpa Beban | 15 |
| 2.11. Rugi-Rugi Transformator | 21 |
| 2.11.1 Rugi-rugi Inti (Besi)..... | 21 |
| 2.11.2 Rugi-rugi Tembaga | 23 |
| 2.12. Ketidakseimbangan Beban..... | 24 |
| 2.13. Arus Netral..... | 25 |
| 2.14. Efisiensi Transformator | 26 |
| BAB III. | 29 |
| METODE PENELITIAN | 29 |
| 3.1 Metode Penelitian | 29 |
| 3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian | 29 |
| 3.3 Flowchart | 29 |
| 3.3.1 STUDI LITERATUR..... | 30 |
| 3.3.2 PENGAMBILAN DATA..... | 30 |
| 3.4 ANALISIS DATA..... | 32 |
| 3.4.1 Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator | 32 |
| 3.4.2 Analisa Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi. | 33 |
| 3.4.3 Analisa Rugi-Rugi (<i>Losses</i>)..... | 33 |
| 3.4.4 Analisa Efisiensi | 34 |
| 3.5 HASIL..... | 34 |
| BAB IV. | 35 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 35 |
| 4.1 Data Spesifikasi Transformator | 35 |
| 4.2 Analisa Presentase Pembebanan Pada Transformator Distribusi | 36 |
| 4.3 Analisa Perhitungan KetidakSeimbangan beban Transformator Pada Siang dan Malam | 53 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 4.4 | Analisa Perhitungan dan Rugi Tembaga pada trafo (P_{cu}) | 64 |
| 4.5 | Analisa Perhitungan dan Presentase Rugi-rugi ($Losses$) Akibat adanya Arus Netral pada..... | 86 |
| 4.6 | Analisa Perhitungan Efisiensi pada trafo (η) | 98 |
| 4.7 | Hasil Analisa | 106 |
| | Lampiran Surat Balasan Dari Pihak Perusahaan | 117 |
| | Lampiran Single Line Diagram Lvmdp Supermall Mansion 2 | 118 |
| | Lampiran Dokumentasi Penelitian | 119 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 2. 1 Transformator | 7 |
| Gambar 2. 2 Jenis Transformator Core type & Shell Type | 9 |
| Gambar 2. 3 Transformator Distribusi | 10 |
| Gambar 2. 4 Transformator 3 Fasa Inti Tunggal | 11 |
| Gambar 2. 5 Transformator 3 Fasa Hubungan Bintang | 12 |
| Gambar 2. 6 Transformator 3 Fasa Hubungan Segitiga/Delta..... | 13 |
| Gambar 2. 7 Transformator 3 Fasa Hubungan Zig-Zag..... | 14 |
| Gambar 2. 8 Skematik Diagram Transformator Berbeban..... | 14 |
| Gambar 2. 9 Skematik Diagram dan Vektor Diagram Transformator Tanpa Beban | 16 |
| Gambar 2. 10 Gambar Ragkaian Ekvivalen Transformator | 18 |
| Gambar 2. 11 Vektor Diagram Rangkaian Pengganti..... | 18 |
| Gambar 2. 12 Rangkaian Pengganti Jika Dilihat Dari Sisi Primer | 19 |
| Gambar 2. 13 Parameter Sekunder Pada Trafo yng dinyatakan dalam harga Rangkaian Primer | 19 |
| Gambar 2. 14 Vektor Diagram Rangkaian Parameter Sekunder pada Transformator yg dinyatakan dalam harga Rangkaian Primer | 20 |
| Gambar 2. 15 Kurva Hysterisis Secara Umum..... | 22 |
| Gambar 2. 16 Ilustrasi Timbulnya Arus Eddy | 23 |
| Gambar 2. 17 Diagram Vektor Dalam Keadaan Arus Seimbang | 24 |
| Gambar 2. 18 Diagram Vektor Arus Keadaan Tidak Seimbang | 25 |
| Gambar 3. 1 flowchart/diagram alir dari penelitian yang penulis gunakan dalam menyusun tugas akhir..... | 29 |
| Gambar 4. 1 Single Line Diagram dari Transformator Distribusi | 35 |
| Gambar 4. 2 Grafik Persentase Pembebanan Transformator di SPM 2 Tanglin | 107 |
| Gambar 4. 3 Grafik Persentase Ketidakseimbangan Beban Transformator di SPM 2 Tanglin | 108 |
| Gambar 4. 4 Grafik Persentse Rugi Akibat Adanya Arus Netral Transformator di SPM 2 Tanglin..... | 110 |
| Gambar 4. 5 Grafik Persentse Nilai Arus Netral Transformator di SPM 2 Tanglin | 111 |
| Gambar 4. 6 Grafik Persentase Efisiensi Transformator di SPM 2 Tanglin..... | 112 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 3. 1 Data Spesifikasi Kabel Penghantar Netral | 31 |
| Tabel 3. 2 SPLN No.17 Tahun 2014 | 31 |
| Tabel 4. 1 Spesifikasi Transformator Distribusi SPM 2 Tower Tanglin | 35 |
| Tabel 4. 2 Data Pengukuran Arus | 36 |
| Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Persentase Pembebanan dan Ketidakseimbangan Beban Transformator di SPM 2 Tanglin | 107 |
| Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Rugi-rugi Transformator di SPM 2 Tower Tanglin . | 109 |
| Tabel 4. 5 Persentase Arus Netral Transformator di SPM 2 Tower Tanglin | 110 |
| Tabel 4. 6 Persentase Efisiensi Transformator di SPM 2 Tower Tanglin | 112 |