

TUGAS AKHIR

**ANALISA KUALITAS DAYA TRANSFORMATOR 1
MVA DAN 200 KVA DI UPT BALAI YASA
SURABAYA GUBENG**



Disusun Oleh :

RANI ISWAHYU RAMADINI
NBI : 1451900070

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

TUGAS AKHIR

ANALISA KUALITAS DAYA TRANSFORMATOR 1 MVA DAN 200 KVA DI UPT BALAI YASA SURABAYA GUBENG



Disusun Oleh :

RANI ISWAHYU RAMADINI
NBI : 1451900070

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

2023

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Rani Iswahyu Ramadini
NBI : 1451900070
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro
FAKULTAS : Teknik
JUDUL : Analisa Kualitas Daya Transformator 1
MVA dan 200 KVA di UPT Balai Yasa
Surabaya Gubeng

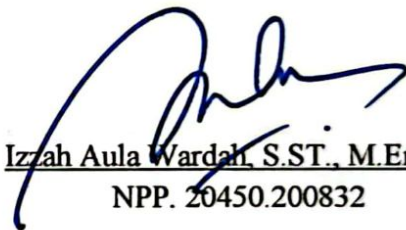
Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Ir. Gatut Budiono, MSc.
NPP. 20450.89.0181

Dosen Pembimbing 2



Izzah Aula Wardah, S.ST., M.Eng.Sc
NPP. 20450.200832


Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



St. Ir. W. Pujo M. Kes., IPU, ASEAN Eng.
NPP- 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rani Iswahyu Ramadini
NBI : 1451900070
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“ANALISA KUALITAS DAYA TRAFANSFORMATOR 1 MVA DAN 200 KVA DI UPT BALAI YASA SURABAYA GUBENG”

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, 14 Juni 2023
Yang Menyatakan,



Rani Iswahyu Ramadini
NBI. 1451900070



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 : Rani Iswahyu Ramadini
NBI/NPM : 1451900070
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 KUALITAS DAYA TRANSFORMATOR 1 MVA DAN 200 KVA
DI UPT BALAI YASA SURABAYA GUBENG”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*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 selama tetap tercantum.

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

Yang Menvatakan,


METERAI TEMPEL
19AKX480617071
Rani Iswahyu Ramadini
NBI. 1451900070

ABSTRAK

UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng memiliki banyak peralatan listrik berkarakteristik beban non liner dapat mempengaruhi kualitas daya yang dijadikan sebagai penilaian dari sebuah sistem kelistrikan dengan acuan standar PLN dan IEEE 519 2014. Tegangan yang diijinkan SPLN +5% dan -10% dari tegangan nominal, sedangkan standar IEEE 519 – 2014 terdapat batas *total harmonic distortion* (THD) pada suatu sistem tenaga listrik dengan maksimum THDv 5% dan THDi 20%. Frekuensi negara Indonesia menggunakan frekuensi 50 Hz dan standar PLN menetapkan faktor daya bernilai 0.85 sampai 1.00. Kemudian ditentukan presentase efisiensi transformator untuk mengetahui daya ketika mendistribusikan ke beban. Penelitian ini memberikan hasil pernyataan baik atau buruknya kualitas daya kelistrikan yang berasal dari dua trafo di UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng berdasarkan analisa parameter tegangan, faktor daya, frekuensi, harmonisa kemudian dibandingkan dengan IEEE 519 – 2014 dan standar PLN. Selain itu menentukan efisiensi transformator 1 MVA dan 200 KVA. Peneliti melakukan pengukuran nilai parameter kualitas daya listrik dan pengambilan data spesifikasi trafo selanjutnya melakukan perhitungan dan analisa yang menghasilkan nilai parameter tidak sesuai standar PLN adalah parameter faktor daya fasa – fasa LVMDP 1 MVA kurang dari standar bernilai sebesar 0.8 dan faktor daya fasa – fasa LVMDP 200 KVA sebesar 0.7. Selain itu harmonisa yang tidak sesuai dengan standar IEEE 519 – 2014 adalah LVMDP 1 MVA THDi fasa R (26.18%) fasa S (18.83%), THDv fasa T (8.86%) dan LVMDP 200 KVA THDv fasa T (5.58%). Sedangkan nilai parameter tegangan dan frekuensi LVMDP 1 MVA dan 200 KVA masih sesuai standar PLN. Peneliti juga menentukan efisiensi dua transformator berdasarkan rugi tembaga dan inti besi dalam menyalurkan daya ke beban yakni efisiensi trafo 1 MVA ketika beban seimbang 94.85% dan ketika beban tidak seimbang 94.84% selain itu efisiensi trafo 200 KVA ketika beban seimbang 97.88% dan ketika beban tidak seimbang sebesar 97.97%.

Kata kunci: daya, efisiensi, harmonisa, standar, tegangan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah peneliti panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatNya yang berlimpah sehingga peneliti bisa menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "ANALISA KUALITAS DAYA TRANSFORMATOR 1 MVA DAN 200 KVA DI UPT BALAI YASA SURABAYA GUBENG".

Dalam menyusun tugas akhir ini peneliti banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini peneliti mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi kemudahan dan kelancaran serta rahmat-Nya selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan restu serta dukungan dan semangat hingga tugas akhir selesai.
3. Bapak Puji Slamet, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Ir. Gatut Budiono, M.Sc. dan Ibu Izzah Aula Wardah, S.ST., M.Eng.Sc selaku dosen pembimbing yang telah membimbing peneliti dengan baik dan sabar dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Teknik Elektro yang sudah membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
6. Seluruh staff PT Kereta Api Indonesia UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng dalam proses penelitian tugas akhir hingga selesai.
7. Seluruh teman saya duar nmax dan teman lainnya di Prodi Teknik Elektro yang memberi motivasi dan bantuan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman saya dpr.asoy yang memberikan saya dukungan supaya tetap semangat mengerjakan skripsi dan lulus sarjana.
9. Dan semua pihak yang telah membantu.

Peneliti menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan belum sempurna, untuk itu kritik dan saran pembaca kami perlukan dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi peneliti, perusahaan terkait, dan pembaca.

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.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. 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.....	3
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1. <i>State of The Art</i>	5
2.2. Kualitas Daya Listrik	6
2.3. Faktor – Faktor Kualitas Daya Listrik.....	7
2.3.1. Faktor Eksternal	7
2.3.2. Faktor Internal	7
2.4. Parameter Kualitas Daya Listrik	8
2.4.1. Tegangan	8
2.4.2. Faktor Daya.....	8
2.4.3. Frekuensi	9

2.4.4.	Harmonisa	9
2.5.	Macam – Macam Daya Listrik.....	17
2.5.1.	Daya Aktif.....	17
2.5.2.	Daya Reaktif.....	17
2.5.3.	Daya Semu	17
2.5.4.	Segitiga Daya	18
2.5.5.	Faktor Daya.....	18
2.6.	Transformator.....	19
2.7.	<i>Unbalanced Load</i> (Ketidakseimbangan Beban).....	20
2.7.1.	Akibat Ketidakseimbangan Beban	21
2.8.	Rugi Daya Pada Transformator.....	22
2.8.1.	Rugi Tembaga	23
2.8.2.	Rugi Inti Besi	23
2.8.3.	Rugi Arus Eddy.....	24
2.9.	Efisiensi Transformator.....	25
BAB III.	METODE PENELITIAN.....	27
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2.	Metode Penelitian.....	27
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian	27
3.4.	Diagram Alir Penelitian	28
3.5.	Studi Literatur	29
3.6.	Pengambilan Data	29
3.6.1.	Spesifikasi Transformator 1 MVA dan 200 KVA.....	29
3.6.2.	Single Line Diagram	30
3.7.	Pengukuran LVMPD 1 MVA Dan 200 KVA	30
3.7.1.	Langkah Pengukuran LVMDP 1 MVA dan 200 KVA	30
3.8.	Pengolahan Data, Analisa Data, dan Solusi Perbaikan	31
3.8.1.	Tegangan, Faktor Daya, dan Frekuensi.....	32

3.8.2.	Harmonisa	32
3.8.3.	Efisiensi Transformator	34
3.9.	Jadwal Pelaksanaan	36
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1.	Hasil Pengukuran dan Analisa LVMDP Trafo 1 MVA	37
4.1.1.	Hasil Pengukuran Fasa – Fasa	37
4.1.2.	Analisa Tegangan Fasa – Fasa	37
4.1.3.	Analisa Faktor Daya Fasa – Fasa	38
4.1.5.	Hasil Pengukuran Fasa – Netral	39
4.1.6.	Analisa Tegangan Fasa – Netral	39
4.1.7.	Analisa Faktor Daya Fasa – Netral	40
4.1.8.	Analisa Frekuensi Fasa – Netral	41
4.1.9.	Hasil Pengukuran Harmonisa Arus	41
4.1.10.	Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan	43
4.1.11.	Analisa Harmonisa LVMDP Trafo 1 MVA	44
4.2.	Analisa Efisiensi Trafo 1 MVA	47
4.2.1.	Persentase Ketidakseimbangan Beban	47
4.2.2.	Rugi Tembaga	47
4.2.3.	Rugi Pada Penghantar Netral (P_N)	48
4.2.4.	Total Rugi Daya	48
4.2.5.	Peningkatan Rugi Daya	49
4.2.6.	Efisiensi Trafo	49
4.3.	Hasil Pengukuran dan Analisa LVMDP Trafo 200 KVA	50
4.3.1.	Hasil Pengukuran Fasa – Fasa	50
4.3.2.	Analisa Tegangan Fasa – Fasa	50
4.3.3.	Analisa Faktor Daya Fasa – Fasa	51
4.3.4.	Analisa Frekuensi Fasa – Fasa	51
4.3.5.	Hasil Pengukuran Fasa – Netral	52

4.3.6.	Analisa Tegangan Fasa – Netral.....	52
4.3.7.	Analisa Faktor Daya Fasa – Netral.....	52
4.3.8.	Analisa Frekuensi Fasa Netral.....	53
4.3.9.	Hasil Pengukuran Harmonisa Arus	54
4.3.10.	Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan	55
4.3.11.	Analisa Harmonisa LVMDP Trafo 200 KVA.....	56
4.4.	Analisa Efisiensi Trafo 200 KVA	59
4.4.1.	Persentase Ketidakseimbangan Beban	59
4.4.2.	Rugi Tembaga	60
4.4.3.	Rugi Pada Penghantar Netral (P_N).....	61
4.4.4.	Total Rugi Daya	61
4.4.5.	Peningkatan Rugi Daya.....	61
4.4.6.	Efisiensi Trafo	61
4.5.	Analisa Sumber Harmonisa LVMDP Trafo 1 MVA dan 200 KVA	62
4.6.	Rekomendasi Peredaman Harmonisa.....	63
4.6.1.	Desain Filter Pasif.....	64
4.7.	Peredaman Harmonisa LVMDP 1 MVA Fasa R Orde 13	64
4.7.1.	Perhitungan Daya Reaktif Fasa R	64
4.7.2.	Perhitungan Kapasitor	65
4.7.3.	Perhitungan Induktor.....	65
4.7.4.	Perhitungan Resistor	65
4.8.	Peredaman Harmonisa LVMDP 1 MVA Fasa S Orde 19.....	66
4.8.1.	Perhitungan Daya Reaktif Fasa S.....	66
4.8.2.	Perhitungan Kapasitor	67
4.8.3.	Perhitungan Induktor.....	67
4.8.4.	Perhitungan Resistor	68
4.9.	Peredaman Harmonisa LVMDP 1 MVA Fasa T Orde 13.....	68
4.9.1.	Perhitungan Daya Reaktif Fasa T.....	68

4.9.2.	Perhitungan Kapasitor	69
4.9.3.	Perhitungan Induktor	69
4.9.4.	Perhitungan Resistor	70
4.10.	Peredaman Harmonisa LVMDP 200 KVA Fasa T Orde 13	70
4.10.1.	Perhitungan Daya Reaktif Fasa T.....	71
4.10.2.	Perhitungan Kapasitor	71
4.10.3.	Perhitungan Induktor.....	71
4.10.4.	Perhitungan Resistor	72
4.11.	Nilai Komponen Single Tuned Filter	72
4.12.	Simulasi Single Line Diagram	73
BAB V. PENUTUP		77
5.1.	Kesimpulan	77
5.2.	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN		81
Lampiran 1. Surat Balasan Perusahaan		81
Lampiran 2. Surat Permohonan Penelitian.....		82
Lampiran 3. Kartu Bimbingan		83
Lampiran 4. Spesifikasi Transformator.....		84
Lampiran 4. Standar Tegangan PLN.....		85
Lampiran 5. Gambar Transformator 1 MVA dan 200 KVA.....		86
Lampiran 6. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gelombang Harmonisa Dasar, Ketiga, Dan Kelima. Diadaptasi dari [10].	9
Gambar 2. 2 Segitiga Daya.	18
Gambar 2. 3 Elektromagnetik Pada Transformator.	20
Gambar 2. 4 Vektor Diagram Arus. Diadopsi [20].	21
Gambar 3. 1 Clamp Meter Hioki 3286.	27
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.	28
Gambar 3. 3 Single Line Diagram UPT Balai Yasa Surabaya Gubeng.	30
Gambar 3. 4 Contoh Pengukuran Fasa R – S.	31
Gambar 4. 1 Diagram Tegangan Fasa – Fasa.	37
Gambar 4. 2 Diagram Faktor Daya Fasa – Fasa.	38
Gambar 4. 3 Diagram Frekuensi Fasa – Fasa.	39
Gambar 4. 4 Diagram Tegangan Fasa – Netral.	40
Gambar 4. 5 Diagram Faktor Daya Fasa – Netral.	40
Gambar 4. 6 Diagram Frekuensi Fasa – Netral.	41
Gambar 4. 7 Diagram Tegangan Fasa – Fasa.	50
Gambar 4. 8 Diagram Faktor Daya Fasa – Netral.	51
Gambar 4. 9 Diagram Frekuensi Fasa – Netral.	51
Gambar 4. 10 Diagram Tegangan Fasa – Netral.	52
Gambar 4. 11 Diagram Faktor Daya Fasa – Netral.	53
Gambar 4. 12 Diagram Frekuensi Fasa – Netral.	53
Gambar 4. 13 Desain <i>Single Tuned Filter</i> .	64
Gambar 4. 14 Desain <i>Filter Single Tuned</i> LVMPD 1 MVA Fasa R Orde 13.	66
Gambar 4. 15 Desain <i>Filter Single Tuned</i> LVMPD 1 MVA Fasa S Orde 19.	68
Gambar 4. 16 Desain <i>Filter Single Tuned</i> LVMPD 1 MVA Fasa T Orde 13.	70
Gambar 4. 17 Desain <i>Filter Single Tuned</i> LVMPD 200 KVA Fasa T Orde 13.	72
Gambar 4. 18 Simulasi Harmonisa Sebelum Filter.	73
Gambar 4. 19 Simulasi Harmonisa Dengan Filter.	74
Gambar 4. 20 <i>Load Flow Analysis</i> .	74
Gambar 4. 21 Gelombang Harmonisa Tanpa Filter.	75
Gambar 4. 22 Gelombang Harmonisa Dengan Filter.	75
Gambar 4. 23 Spektrum Harmonisa Tegangan Dengan Filter.	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Polaritas Orde Harmonisa.	10
Tabel 2. 2 Standar Harmonisa Arus. Diadopsi [14].	12
Tabel 2. 3 Standar Harmonisa Tegangan. Diadopsi [14].	13
Tabel 2. 4 Macam – Macam Filter Pasif. Diadaptasi [15].	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Transformator	29
Tabel 3. 2 Standar PLN Fasa - Fasa	32
Tabel 3. 3 Standar PLN Fasa - Netral	32
Tabel 3. 4 Jadwal Pelaksanaan	36
Tabel 4. 1 Pengukuran LVMDP Fasa – Fasa Trafo 1 MVA.	37
Tabel 4. 2 Pengukuran LVMDP Fasa - Netral Trafo 1 MVA.	39
Tabel 4. 3 Pengukuran Harmonisa Arus LVMDP 1 MVA.	41
Tabel 4. 4 Pengukuran Harmonisa Tegangan LVMDP 1 MVA.	43
Tabel 4. 5 Analisa Harmonisa Arus LVMDP 1 MVA.	45
Tabel 4. 6 Analisa Harmonisa Tegangan LVMDP 1 MVA	46
Tabel 4. 7 Pengukuran LVMDP Fasa - Fasa Trafo 200 KVA.	50
Tabel 4. 8 Pengukuran LVMDP Fasa – Netral Trafo 200 KVA.	52
Tabel 4. 9 Pengukuran Harmonisa Arus LVMDP 200 KVA.	54
Tabel 4. 10 Pengukuran Harmonisa Tegangan LVMDP 200 KVA.	55
Tabel 4. 11 Analisa Harmonisa Arus LVMDP 200 KVA.	58
Tabel 4. 12 Analisa Harmonisa Tegangan LVMDP 200 KVA.	59
Tabel 4. 13 Analisa THD (<i>Total Harmonic Distortion</i>) Arus.	62
Tabel 4. 14 Analisa THD (<i>Total Harmonic Distortion</i>) Tegangan.	63
Tabel 4. 15 Nilai Komponen <i>Single Tuned Filter</i>	73