

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN FILTER PASIF UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA TRANSFORMATOR AKIBAT HARMONISA

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Nama : Muhamad Mahendra Rizky Winasis

N.I.M. : 41420120112

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN FILTER PASIF UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA TRANSFORMATOR AKIBAT HARMONISA



Disusun Oleh:

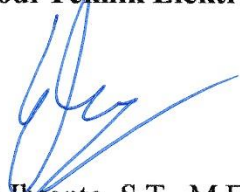
Nama : Muhamad Mahendra Rizky Winasis
NIM : 41420120112
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS Mengetahui,
MERCU BUANA Pembimbing Tugas Akhir



(Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng)

Kaprodi Teknik Elektro



(Dr. Eko Ihsanto, S.T., M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir



(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Mahendra Rizky Winasis
NIM : 41420120112
Fakultas : Teknik
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN FILTER PASIF UNTUK
MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA
TRANSFORMATOR AKIBAT HARMONISA

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penelitian Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Serang, 1 Maret 2022



(Muhamad Mahendra Rizky Winasis)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Tuhan Y.M.E. karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul: “PERANCANGAN FILTER PASIF UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA TRANSFORMATOR AKIBAT HARMONISA”. Pembuatan dan penyusunan proyek akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Sarjana dan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memberi dukungan selama pembuatan Tugas Akhir ini terutama kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku dosen pembimbing dan Bapak Muhammad Sitanala selaku Kepala Bagian E&I *Maintenance*. Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini karena adanya bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak.

Penulis berusaha secara optimal dengan segala pengetahuan dan informasi yang didapatkan dalam menyusun laporan proyek akhir ini. Namun, penulis menyadari berbagai keterbatasannya, karena itu penulis memohon maaf atas keterbatasan materi laporan tugas akhir ini. Penulis sangat mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini.

Demikian besar harapan penulis agar laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya dalam mempelajari filter untuk mereduksi kandungan harmonisa dengan menggunakan tipe filter pasif *single tune*.

Serang, 1 Maret 2022



(Muhamad Mahendra Rizky Winasis)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Pengertian Harmonisa	10
2.2.1 Distorsi Harmonisa.....	12
2.2.2 Orde Harmonik.....	13
2.2.3 <i>Total Harmonic Distortion</i> (THD).....	13
2.2.4 <i>Individual Harmonic Distortion</i> (IHD).....	15
2.2.5 Standar Harmonisa Arus dan Tegangan.....	15
2.3 Pengaruh Harmonisa Terhadap <i>Transformator</i>	17
2.3.1 Pengertian <i>Transformator</i> dan Konstruksinya	17
2.3.2 Rugi-rugi Pada <i>Transformator</i> Akibat Harmonisa	21
2.4 Akibat yang Ditimbulkan oleh Harmonik	28
2.5 Filter Pasif	29
2.5.1 <i>Single Tuned Filter</i>	32

2.6	<i>Energy Logger</i>	33
2.7	<i>RVT Controller</i>	34
2.8	Perangkat Lunak ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>)	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Identifikasi Masalah dan Hipotesa Awal.....	36
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	37
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.4	Skema Pengambilan dan Pengolahan Data	40
3.5	Hasil Pengukuran THDv dan THDi	42
3.6	Distorsi Harmonik dan Orde Harmonik	51
3.7	Metode Desain Filter	56
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Analisa Hasil Pengukuran	59
4.2	Analisis Aliran Beban.....	60
4.3	Simulasi Analisis Harmonik Sebelum Pemasangan Filter	61
4.4	Desain Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	65
4.5	Simulasi Analisis Harmonik Setelah Pemasangan Filter	69
4.6	Rugi-rugi Daya pada <i>Transformator</i>	73
BAB V PENUTUP.....		77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA		xiii
LAMPIRAN.....		xvi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gelombang fundamental, harmonik ke-3, dan hasil penjumlahan...	11
Gambar 2. 2 Pembentukan frekuensi persegi.....	12
Gambar 2. 3 Bentuk spektrum harmonik	13
Gambar 2. 4 <i>Transformator</i> jenis inti (<i>core type</i>).....	18
Gambar 2. 5 <i>Transformator</i> jenis cangkang (<i>shell type</i>).....	18
Gambar 2. 6 Prinsip kerja <i>transformator</i>	19
Gambar 2. 7 Ilustrasi timbulnya arus eddy	25
Gambar 2. 8 Grafik rugi histerisis.....	27
Gambar 2. 9 Ilustrasi cara kerja filter harmonisa	30
Gambar 2. 10 Jenis-jenis filter harmonisa.....	30
Gambar 2. 11 Rangkaian single tuned filter dan karakteristiknya	32
Gambar 2. 12 <i>Energy Logger Fluke 1734</i>	34
Gambar 2. 13 <i>RVT Controller</i>	34
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram Fractionation Plant</i>	41
Gambar 3. 3 Pengukuran THD _v TF-25A Otomatis	42
Gambar 3. 4 Pengukuran THD _i TF-25A Otomatis.....	43
Gambar 3. 5 Pengukuran THD _v TF-25C Otomatis	45
Gambar 3. 6 Pengukuran THD _i TF-25C otomatis.....	46
Gambar 3. 7 Pengukuran THD _v TF-26A Otomatis.....	48
Gambar 3. 8 Pengukuran THD _i TF-26A Otomatis.....	49
Gambar 3. 9 Gelombang tegangan dan arus TF-25A	51
Gambar 3. 10 Gelombang tegangan dan arus TF-25C.....	53
Gambar 3. 11 Gelombang tegangan dan arus TF-26A	54
Gambar 4. 1 <i>Load Flow Analysis</i> LVD-25A	60
Gambar 4. 2 Penambahan <i>harmonic library</i> pada simulasi ETAP 12.6.0	61
Gambar 4. 3 Simulasi <i>harmonic analysis</i> sebelum terpasang filter.....	62
Gambar 4. 4 Gelombang THD _i pada TF-25A sebelum terpasang filter	63

Gambar 4. 5 Bentuk spektrum THDi sebelum terpasang filter.....	63
Gambar 4. 6 Simulasi <i>harmonic analysis</i> setelah terpasang filter desain ke-3	70
Gambar 4. 7 Simulasi <i>load flow analysis</i> setelah terpasang filter desain ke-3	70
Gambar 4. 8 Gelombang THDi pada TF-25A setelah terpasang filter desain ke3	71
Gambar 4. 9 Bentuk spektrum IHDi setelah terpasang filter desain ke-3.....	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian terkait.....	9
Tabel 2. 2 Frekuensi fundamental dan kelipatannya.....	10
Tabel 2. 3 Standar batas distorsi harmonik tegangan.....	15
Tabel 2. 4 Standar batas distorsi harmonik arus dengan $V_n \leq 69$ kV	16
Tabel 2. 5 Nilai rugi-rugi transformator fasa tunggal	22
Tabel 2. 6 Nilai rugi-rugi transformator tiga fasa	23
Tabel 2. 7 Nilai Standar yang digunakan pada PEC-f	26
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	40
Tabel 3. 2 Nilai THD _v TF-25A.....	43
Tabel 3. 3 Nilai THD _i TF-25A	44
Tabel 3. 4 Pengamatan THD _v dan THD _i TF-25A Manual.....	45
Tabel 3. 5 Nilai THD _v TF-25C.....	46
Tabel 3. 6 Nilai THD _i TF-25C.....	47
Tabel 3. 7 Pengamatan THD _v dan THD _i TF-25A manual	48
Tabel 3. 8 Nilai THD _v TF-26A.....	49
Tabel 3. 9 Nilai THD _i TF-26A	50
Tabel 3. 10 Pengamatan THD _v dan THD _i TF-26A Manual.....	51
Tabel 3. 11 IHD _v TF-25A.....	52
Tabel 3. 12 IHD _i TF-25A.....	52
Tabel 3. 13 IHD _v TF-25C.....	53
Tabel 3. 14 IHD _i TF-25C.....	54
Tabel 3. 15 IHD _v TF-26A.....	55
Tabel 3. 16 IHD _i TF-26A.....	55
Tabel 4. 1 Perbedaan hasil pengukuran dan simulasi	62
Tabel 4. 2 Orde IHD _i TF-25A simulasi sebelum terpasang filter.....	64
Tabel 4. 3 Profil daya trafo <i>Chiller System Fractionation</i>	65
Tabel 4. 4 Desain komponen filter pasif <i>single tune</i> tiap orde.....	67
Tabel 4. 5 Perbandingan hasil simulasi sebelum dan sesudah terpasang filter	69

Tabel 4. 6 Perbandingan spektrum IHDI sebelum dan sesudah terpasang filter...	72
Tabel 4. 7 Nilai <i>losses</i> sebelum terpasang filter.....	74
Tabel 4. 8 Nilai <i>losses</i> setelah terpasang filter.....	74
Tabel 4. 9 Rugi-rugi daya daya trafo sebelum dan sesudah terpasang filter.....	75

