

**ANALISIS KEBUTUHAN FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI
HARMONISA DALAM SISTEM TENAGA LISTRIK, SERTA SIMULASI
UNJUK KERJANYA DENGAN ETAP 12.6
(Studi Pada Gedung Mall Matahari - Daan Mogot,
PT. Fajar Surya Perkasa)**



ACHMAD RIZQI AGFIAN
5115152309

Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

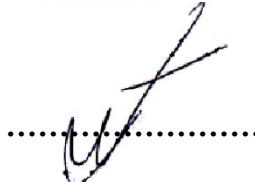
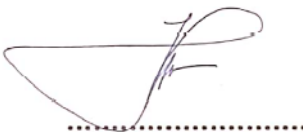


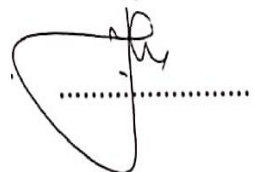
2020

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEBUTUHAN FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI
HARMONISA DALAM SISTEM TENAGA LISTRIK, SERTA SIMULASI
UNJUK KERJANYA DENGAN ETAP (Studi Pada Gedung Mall Matahari -
Puri Daan Mogot, PT. Fajar Surya Perkasa)**

ACHMAD RIZQI AGFIAN / 5115152309

PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dr. Daryanto, M.T. (Ketua Penguji)		28-08-2020
Massus Subekti, S.Pd., M.T (Sekretaris Penguji)		26-08-2020
Dr. Aris Sunawar, M.T (Dosen Ahli)		28-08-2020
Mochammad Djaohar, S.T., M.Sc (Pembimbing I)		27-08-2020
Imam Arif Raharjo, S.Pd., M.T (Pembimbing II)		25-08-2020

Tanggal Lulus : 24 Agustus 2020

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 25 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,



Achmad Rizqi Agfian

NIM. 5115152309



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ACHMAD RIZQI AGFIAN
NIM : 5115152309
Fakultas/Prodi : TEKNIK / PEND. TEKNIK ELEKTRO
Alamat email : rizqiagfian14@gmail.com

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisis kebutuhan filter Pasif Untuk mereduksi harmonisa dalam
Sistem tenaga listrik, serta simulasi unjuk kerjanya dengan ETAP
12.6 (Studi Pada Gedung Mall Dan Mogot, PT. Fajar Surya Perkasa).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Agustus 2020

Penulis

(Achmad Rizqi Agfian)
nama dan tanda tangan

ABSTRAK

Achmad Rizqi Agfian. ANALISIS KEBUTUHAN FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI HARMONISA DALAM SISTEM TENAGA LISTRIK, SERTA SIMULASI UNJUK KERJANYA DENGAN ETAP 12.6 (Studi Pada Gedung Mall Matahari - Daan Mogot, PT. Fajar Surya Perkasa).
Pembimbing Mochammad Djaohar, S.T., M.Sc ; Imam Arif Raharjo, S.Pd., M.T.

Seiring dengan berkembangnya beban listrik yang tergolong beban non linier, menimbulkan efek samping pada sistem tenaga listrik, yaitu timbulnya arus harmonik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah nilai harmonisa arus dan tegangan sesuai dengan standar IEEE 519-2014, mendesain suatu tapis paralel (*shunt filter*) harmonisa, serta mengoreksi nilai harmonisa arus dan tegangan, dan nilai $\cos \phi$ dalam sistem jaringan listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen pada simulasi ETAP dengan merubah-ubah nilai komponen C pada tapis, dengan cara dinaikkan dan diturunkan. Sehingga didapatkan nilai komponen tapis yang paling baik dalam mereduksi harmonisa, dan meningkatkan nilai $\cos \phi$.

Berdasarkan analisis dapat disimpulkan bahwa, nilai harmonisa arus dan tegangan di Gedung Mall Matahari Daan Mogot tidak memenuhi standar IEEE 519-2014. Berdasarkan hasil perhitungan dan percobaan merubah nilai C pada filter disimpulkan bahwa nilai komponen tapis yang paling baik adalah nilai tapis yang sesuai dengan perhitungan dan dinaikkan nilai C sebesar 30%. Setelah pemasangan tapis paralel, dapat disimpulkan bahwa nilai THD-V, dan THD-I mengalami koreksi yang memenuhi standar IEEE 519-2014, dan nilai $\cos \phi$ juga mengalami koreksi. Pada bus utama nilai THD-V mengalami perbaikan dari 8.53% menjadi 2.92%. Nilai THD-I dari 5.57% menjadi 4.35%. Serta nilai $\cos \phi$ dari 0.701 menjadi 0.958.

Kata Kunci : Harmonisa, THD, Tapis Paralel

ABSTRACT

Achmad Rizqi Agfian. ANALYSIS OF PASSIVE FILTER NEEDS TO REDUCE HARMONICS IN ELECTRICITY SYSTEM, AND SIMULATION OF PERFORMANCE WITH ETAP 12.6 (Study at Matahari - Daan Mogot Mall Building, PT. Fajar Surya Perkasa). Mentor Mochammad Djaohar, S.T., M.Sc; Imam Arif Raharjo, S.Pd., M.T.

Along with the development of electric loads that are classified as non-linear loads, it causes side effects on the electric power system, namely the generation of harmonic currents. This study aims to determine whether the current and voltage harmonic values comply with IEEE 519-2014 standards, design a harmonic shunt filter, reduce harmonic distortion of current and voltage, and increase the value of $\cos \phi$ in the electrical network system. The research method used is the experimental method. In this study, an experiment was carried out on the ETAP simulation by changing the value of the C component in the filter, increasing and decreasing it. So that we get the value of the filter component that is best in reducing harmonics, and increasing the value of $\cos \phi$.

Based on the simulation, it can be concluded that the harmonic values of currents and voltages in the Matahari Daan Mogot Mall Building do not meet the IEEE 519-2014 standards. Based on the results of calculations and experiments changing the C value in the filter, it was concluded that the best filter component value was the filter value in accordance with the calculation and increased the C value by 30%. After installing the shunt filter, it can be concluded that the THD-V and THD-I values have improved which meet the IEEE 519-2014 standards, and the $\cos \phi$ value has also increased. On the main bus, the THD-V value has improved from 8.53% to 2.92%. THD-I value from 5.57% to 4.35%. And the value of $\cos \phi$ from 0.701 to 0.958.

Keywords: Harmonics, THD, Shunt Filter

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya. Serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah penulis telah menyelesaikan penelitian skripsi berjudul “ANALISIS KEBUTUHAN FILTER PASIF UNTUK MEREDUKSI HARMONISA DALAM SISTEM TENAGA LISTRIK, SERTA SIMULASI UNJUK KERJANYA DENGAN ETAP 12.6” sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Tidak lupa penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Massus Subekti, S.Pd, M.T selaku Kaprodi S1 Pendidikan Teknik Elektro.
2. Mochammad Djaohar, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan saran, motivasi, nasihat, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Imam Arif Raharjo, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan saran, motivasi, nasihat dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu dosen, staff tata usaha Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Orang tua tercinta Bapak Abdul Latif dan Ibu Supiyati, Kakak Rika, Mas Irfan, Rizka, Rafi dan Kamil yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan, dan selalu ngehibur dimanapun dan kapanpun.
6. Hadi Wijaya selaku pebimbing di Mall Matahari - Daan Mogot.

Semoga segala sesuatu yang telah diberikan menjadi manfaat dan bernilai ibadah. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak luput dari kesalahan. Maka dari itu, kritik serta saran yang membangun dari pembaca sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca.

Jakarta, 2 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Rumusan Masalah	2
1.5 Kegunaan Hasil Penelitian	3
BAB II. KERANGKA TEORITIK DAN BERPIKIR	4
2.1 Kerangka Teoritik.....	4
2.1.1 Umum.....	4
2.1.2 Definisi Harmonisa	6
2.1.3 Komponen Harmonisa	11
2.1.4 Indeks Harmonisa	13
2.1.5 Konsep Titik Sambung Bersama/Point of Common Coupling (PCC).....	15

2.1.6 Evaluasi Harmonisa pada End-User-Facility	16
2.1.7 Sumber-sumber Harmonisa	17
2.1.8 Dampak Harmonisa	19
2.1.9 Standar Harmonisa.....	21
2.1.10 Jenis-jenis Filter Pasif	23
2.1.11 Single Tuned Filter untuk Mereduksi Distorsi Harmonik.....	24
2.2 Hasil Penelitian yang Relevan.....	29
2.3 Kerangka Berpikir	29
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tujuan Penelitian.....	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3 Metode Penelitian.....	31
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.4.1 Studi Literatur.....	31
3.4.2 Observasi.....	32
3.4.3 Simulasi dengan ETAP	32
3.5 Instrumen Penelitian.....	32
3.5.1 Software ETAP untuk Simulasi.....	33
3.6 Langkah - Langkah Penelitian	35
3.7 Teknik Analisis Data	38
3.7.1 Membandingkan Nilai THD-I dengan Standar Harmonisa Arus IEEE 519-2014.....	38
3.7.2 Membandingkan Nilai THD-V dengan Standar Harmonisa Tegangan IEEE 519-2014	38
3.7.3 Membandingkan Nilai IHD-I dengan Standar IHD-I IEEE 519-2014.....	38

3.7.4 Membandingkan Nilai IHD-V dengan Standar IHD-V IEEE 519-2014	38
3.7.5 Menganalisis Kebutuhan Shunt Filter	39
BAB IV. HASIL PENELITIAN	42
4.1 Deskripsi Data	42
4.1.1 Konfigurasi Sistem Kelistrikan	43
4.1.2 Pembagian Beban pada Jaringan Trafo 2.....	44
4.1.3 Permasalahan yang Ada pada Tempat Penelitian	45
4.2 Data Untuk Simulasi.....	46
4.2.1 Lokasi Fokus Penelitian	46
4.3 Simulasi Sebelum Pemasangan Filter.....	51
4.3.1 Hasil Simulasi Sebelum Pemasangan Filter	51
4.3.2 Analisis Hasil Simulasi Sebelum Filter	55
4.4 Desain Filter Harmonik Singled Tuned	59
4.5 Simulasi Setelah Pemasangan Filter.....	64
4.5.1 Hasil Simulasi Setelah Pemasangan Filter Singled Tuned.....	64
4.6 Percobaan Merubah Nilai Komponen C pada Filter	67
4.6.1 Percobaan Menaikkan Nilai C Pada Filter	67
4.6.2 Percobaan Menurunkan Nilai C Pada Filter.....	68
4.6.3 Hasil Percobaan Merubah Nilai C Pada Filter	70
4.7 Analisa Hasil Simulasi Setelah Pemasangan Filter	75
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
DAFTAR LAMPIRAN	82



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Urutan Polaritas Orde Harmonik	12
Tabel 2.2 Dampak dari Polaritas Komponen Harmonik	20
Tabel 2.3 Batas Distorsi Arus Menurut IEEE 519-2014 (120 V – 69 KV)	22
Tabel 2.4 Batas Distorsi Arus Menurut IEEE 519-2014 (69 kV – 161 kV)	22
Tabel 2.5 Batas Distorsi Arus Menurut IEEE 519-2014 ($V > 161$ kV).....	22
Tabel 2.6 Batas Distorsi Tegangan Menurut IEEE 519-2014.....	23
Tabel 3.1 Instrumen Hasil Simulasi Komponen Harmonisa	32
Tabel 3.2 Instrumen Hasil Simulasi THDv dan THDi	33
Tabel 3.3 Instrumen Hasil Simulasi IHDi.....	33
Tabel 3.4 Instrumen Hasil Simulasi IHDv	33
Tabel 4.1 Data Saluran Utama pada Jaringan Listrik Trafo 2.....	48
Tabel 4.2 Data Beban dan Saluran pada Jaringan Listrik Trafo 2.....	48
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Komponen Harmonisa	52
Tabel 4.4 Hasil Simulasi THD-V dan THD-I	52
Tabel 4.5 Hasil Simulasi IHD-V	53
Tabel 4.6 Hasil Simulasi IHD-I.....	54
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai THD-V dengan Standar IEEE 519-2014	56
Tabel 4.8 Batas Distorsi Arus Menurut IEEE 519-2014 (120 V – 69 KV)	56
Tabel 4.9 Perbandingan Nilai THD-I dengan Standar IEEE 519-2014.....	57
Tabel 4.10 Perbandingan Nilai IHD-V dengan Std. IEEE 519-2014	58
Tabel 4.11 Perbandingan Nilai IHD-I dengan Std. IEEE 519-2014.....	58
Tabel 4.12 Spesifikasi Filter untuk Tiap Panel	61
Tabel 4.13 Hasil Simulasi Komponen Harmonisa Setelah Filter	64
Tabel 4.14 Hasil Simulasi THD-V dan THD-I Setelah Filter	66
Tabel 4.15 Perubahan Nilai C pada Filter (Dinaikkan)	67
Tabel 4.16 Nilai Harmonisa dengan Kenaikan Nilai C Pada Filter.....	68
Tabel 4.17 Nilai PF dengan Kenaikan Nilai C Pada Filter	68
Tabel 4.18 Perubahan Nilai C pada Filter (Diturunkan)	68
Tabel 4.19 Nilai Harmonisa dengan Penurunan Nilai C Pada Filter	69
Tabel 4.20 Nilai PF dengan Penurunan Nilai C Pada Filter.....	70
Tabel 4.21 Spesifikasi Filter yang Mereduksi Paling Baik	70

Tabel 4.22 Hasil Simulasi Komponen Harmonisa Setelah Filter	71
Tabel 4.23 Hasil Simulasi THD Setelah Pemasangan Filter	73
Tabel 4.24 Hasil Simulasi IHD-V Setelah Pemasangan Filter	73
Tabel 4.25 Hasil Simulasi IHD-I Setelah Pemasangan Filter	74
Tabel 4.26 Analisa Hasil Simulasi THD-V Tanpa dan Dengan Filter	76
Tabel 4.27 Analisa Hasil Simulasi THD-I Tanpa dan Dengan Filter	77
Tabel 4.28 Perbandingan Nilai IHD-V dengan Std. IEEE 519-2014	77
Tabel 4.29 Perbandingan Nilai IHD-I dengan Std. IEEE 519-2014.....	78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Arus Tegangan Beban	4
Gambar 2.2 Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan Beban Linier $\cos\phi = 1$	5
Gambar 2.3 Bentuk Gelombang Beban Non-Linier	5
Gambar 2.4 Jenis Beban Non-Linier	6
Gambar 2.5 Penguraian Gelombang Terdistorsi	6
Gambar 2.6 Permodelan Beban Non Linier	7
Gambar 2.7 Gelombang Perpaduan Harmonisa	8
Gambar 2.8 Spektrum Harmonik.....	9
Gambar 2.9 Arus Netral Tinggi Akibat Triplen Harmonik.....	13
Gambar 2.10 Penentuan Letak PCC berdasarkan 2 Kondisi.....	15
Gambar 2.11 Lokasi Penempatan Filter Harmonik	17
Gambar 2.12 Grafik Respon Frekuensi Jenis-jenis Filter	23
Gambar 2.13 Rangkaian Lengkap Tapis	24
Gambar 2.14 Metode Kompensasi Daya Reaktif oleh Kapasitor.....	25
Gambar 2.15 Kurva Pengaruh Faktor-Q terhadap Respon Frekuensi Filter	27
Gambar 3.1 Jenis-jenis Filter pada ETAP.....	34
Gambar 3.2 Harmonic Study Toolbar pada ETAP.....	34
Gambar 3.3 Simulasi Harmonic Load-Flow	35
Gambar 3.4 Hasil Simulasi Harmonic Load-Flow pada bus Sub 3(Spektrum Harmonik dan Gelombang harmonik)	35
Gambar 3.5 Flowchart Penelitian	37
Gambar 4.1 Single Line Diagram Mall Daan Mogot	42
Gambar 4.2 SLD Jaringan Trafo 2	46
Gambar 4.3 SLD saat Running Harmonic Load Flow Tanpa Filter.....	51
Gambar 4.4 Grafik THD-V dan THD-I Tiap Bus	55
Gambar 4.5 Spektrum Harmonisa IHD-V Tiap Bus.....	57
Gambar 4.6 Spektrum Harmonisa IHD-I Tiap Bus	57
Gambar 4.7 Gelombang Harmonik Tegangan Tiap Bus.....	58
Gambar 4.8 Gelombang Harmonik Arus Tiap Bus	58
Gambar 4.9 Parameter Spesifikasi Filter pada ETAP untuk P.9.....	62
Gambar 4.10 Parameter Spesifikasi Filter pada ETAP untuk P.10	62

Gambar 4.11 Parameter Spesifikasi Filter pada ETAP untuk P.11	63
Gambar 4.12 Parameter Spesifikasi Filter pada ETAP untuk P.12	63
Gambar 4.13 Parameter Spesifikasi Filter pada ETAP untuk P.13	63
Gambar 4.14 Parameter Spesifikasi Filter pada ETAP untuk P.15	63
Gambar 4.15 SLD Setelah Pemasangan Filter	64
Gambar 4.16 Simulasi Setelah Pemasangan Filter	64
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan THD	76
Gambar 4.18 Perbandingan Spektrum Harmonisa Tegangan Setelah Filter.....	78
Gambar 4.19 Perbandingan Spektrum Harmonisa Arus Setelah Filter	78
Gambar 4.20 Perbandingan Gelombang Harmonisa Tegangan Setelah Filter.....	79
Gambar 4.21 Perbandingan Gelombang Harmonisa Arus Setelah Filter	79



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Permohonan Mengadakan Penelitian	82
Lampiran 2. Surat Balasan dari Pengelola Gedung Mall- Matahari Daan Mogot.....	83
Lampiran 3. Data Penelitian dari Pengelola Gedung Mall- Matahari Daan Mogot.....	84
Lampiran 4. Report Simulasi ETAP Sebelum Filter.....	88
Lampiran 5. Report Simulasi ETAP Setelah Filter.....	98
Lampiran 6. Standar Harmonisa IEEE 519-2014	108
Lampiran 7. Dokumentasi di Gedung Mall-Matahari Daan Mogot	109

