

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KANDUNGAN HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA GEDUNG ASRI MEDICAL CENTER (AMC) YOGYAKARTA

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Strata-1

Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

ROSIAN GEOHERA

20160120092

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Rosian Geohera
NIM : 20160120092
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa naskah skripsi / Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS KANDUNGAN HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN DI GEDUNG ASRI MEDICAL CENTER (AMC) YOGYAKARTA” merupakan hasil karya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan tingkat Perguruan Tinggi serta dengan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis sudah disebutkan sumber penulisnya dalam naskah maupun daftar Pustaka.

Yogyakarta, 12 Desember 2020

Penulis



Rosian Geohera

MOTTO

“Dan bahwasannya seorang manusia tidak memperoleh apa yang diusahakannya”

(An Najm: 39)

“Barang siapa yang mempelajari ilmu pengetahuan yang seharusnya yang ditunjukkan untuk mencari ridho Allah bahkan hanya untuk mendapatkan kedudukan/kekayaan duniawi maka ia tidak akan mendapatkan baunya surga nanti pada hari kiamat”

(Riwayat: Abu Hurairah radhiallahu anhu)

“Banyak orang gagal dalam kehidupan, bukan karena kurangnya kemampuan, pengetahuan, atau keberanian, namun hanya karena mereka tidak pernah mengatur energinya pada sasaran”

(Elbert Hubbard)

“Apa yang kamu pikirkan, kamu wujudkan. Apa yang kamu rasakan, kamu pikat. Dan apa yang kamu imajinasikan, kamu buat”

(Gautama Buddha)

“Tujuan pendidikan adalah untuk menggantikan pikiran kosong menjadi pikiran terbuka”

(Malcolm Forbes)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan pada kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Anilisis Kandungan Harmonisa arus dan Tegangan pada Gedung Asri Medical Center (AMC) Yogyakarta” yang disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas anugerah dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis.
2. Kedua orang tua yang telah mendukung penulis baik secara moril maupun materil selama penulisan tugas akhir.
3. Bpk Dr. Ramadoni Syahputra, S. T., M.T selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Elektro.
4. Bpk. Ir. Agus Jamal, M. Eng., IPM selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Penulis.
5. Bpk. Ir. Tony K. Hariadi, M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing II.
6. Teman - teman UMY khususnya dari Teknik Elektro kelas C UMY.
7. Julnila Husna Lubis sebagai Support System penulis selama penulisan tugas akhir.
8. Teman - teman kos Wismo Guno.
9. Kedai aduhai sebagai tempat makan sekaligus markas dari anak Teknik Elektro kelas C 2016 UMY.
10. Motekar 7 dan motekar 9 sebagai tempat makan disaat krisis uang selama di UMY.
11. Buk de Warung Nasi orang brebes sebagai tempat makan selama kuliah di UMY.
12. Gunung Prau, Gunung Lawu, atas keindahan puncak mu.
13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam penyusunan tugas akhir.

Dengan kerendahan hati penulis sangat menyadari banyak kekurangan dalam menyusun tugas akhir ini yang masih jauh dari sempurna dan belum lengkap sebagai mana mestinya karena keterbatasan ilmu serta pengalaman yang dimiliki penulis.

Yogyakarta, 28 Februari 2020

Rosian Geohera

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	i
HALAMAN PENGESAHAN II	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
INTISARI	xvi
ABSTARCT	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang Masalah	1
1. 2 Rumusan Masalah	2
1. 3 Batasan Masalah	3
1. 4 Tujuan Penelitian	3
1. 5 Sistematika Penulisan	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2. 1 Tinjauan Pustaka	5
2. 2 Dasar Teori	6
2.2.1 Kualitas Daya Listrik	6
2.2.2 Jenis - Jenis Permasalahan Kualitas Daya Listrik	7
2.2.3 Pengertian Daya	7
2.2.3.1 Daya Aktif/Nyata (P)	7
2.2.3.2 Daya Reaktif (Q)	8
2.2.3.3 Daya Semu (S)	8
2.2.3.4 Segitiga daya	9
2.2.4 Faktor Daya	9
2.2.5 <i>Power Losses</i>	10

2.2.5.1 Menghitung <i>Power Losses</i> Tiap Fasa	11
2.2.6 Waktu Pemakaian Daya Listrik	11
2.2.7 Harmonisa	12
2.2.7.1 Penyebab Timbulnya Harmonisa	13
2.2.7.2 <i>Total Harmonic Distortion</i>	14
2.2.7.3 <i>Total Demand Distortion</i> (TDD)	15
2.2.7.4 Orde Harmonisa	16
2.2.7.5 Standar Harmonisa	16
2.2.7.6 Akibat Yang Ditimbulkan Oleh Harmonik	17
2.2.8 Jenis Beban	19
2.2.8.1 Beban Listrik <i>linier</i>	19
2.2.8.2 Beban <i>Non-Linier</i>	19
2.2.9 Karakteristik Beban Listrik	20
2.2.10 Ketidakseimbangan Beban	22
2.2.11 Upaya Reduksi Harmonisa Dengan Filter	23
2.2.11.1 Filter Aktif	23
2.2.11.2 Filter Pasif	24
2.2.12 <i>Power Quality and Energy Analyzer</i>	28
2.2.13 ETAP (<i>Electrical Transient Analysis Program</i>)	29
BAB III	31
METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Lokasi Penelitian Tugas Akhir	31
3. 2. 1 Alat	31
3. 2. 2 Bahan	32
3. 3 Waktu Penelitian	32
3. 4 Alur Penelitian	32
3.4. 1 Pengumpulan Data	33
a. Jenis Data	33
b. Proses Pengambilan Data	34
3.4. 2 Pengolahan Data	34
BAB IV	36
PEMBAHASAN	36
4.1 Data Transformator Gedung Asri Medical Center (AMC) Yogyakarta	36
4.2 Hasil Pengukuran Pada Gedung Asri Medical Center (AMC) Yogyakarta	37

4.2.1 Hasil Pengukuran Tegangan	37
4.2.2 Hasil Pengukuran Arus	44
4.2.3 Hasil Pengukuran Frekuensi	51
4.2.4 Hasil Pengukuran Daya Semu	57
4.2.5 Hasil Pengukuran Daya Aktif	64
4.2.6 Hasil Pengukuran Daya Reaktif	71
4.2.7 Hasil Pengukuran Faktor Daya	78
4.2.8 Hasil Pengukuran Total Harmonic Distortion Voltage (THDV).....	85
4.2.9 Hasil Pengukuran Total Harmonic Distortion Current (THDI)	94
4.3 Nilai rasio arus distorsi.....	102
4.4 Orde Harmonisa Arus.....	103
4.5 Perhitungan Losses Akibat Harmonisa	104
4.5.1 Besar Ukuran Hambatan Kabel Penghantar	104
4.5.2 Nilai Arus Orde Harmonisa Fasa R, S, T Pada SDP	105
4.5.3 Menghitung Losses Pada Fasa R, S, T dan Penghantar Netral Panel <i>Sub Distribution Panel</i> Gedung Asri Medical Center (AMC)	108
4.6 Perhitungan Besar Kerugian Biaya Akibat Harmonisa Dan Unbalance	116
4.6.1 Tarif Dasar Listrik Gedung Asri Medical Center (AMC)	116
4.6.2 Hasil Perhitungan Besar Kerugian Biaya Akibat Harmonik Dan Unbalance	117
4.7 Dampak Harmonik Pada Gedung Asri Medical Center (AMC)	119
4.8 Filter Pasif Single Tuned	119
4.8.1 Perancangan Single Tuned-Filter	119
4.9 Simulasi dan Analisis	124
4.9.1 Simulasi Sebelum Dipasang Filter	124
4.9.2 Simulasi Sesudah Dipasang Filter Orde 3	126
4.9.3 Simulasi Sesudah Dipasang Filter Orde 5, 7, dan 9	128
4.10 Analisa Hasil Simulasi	130
BAB V	131
KESIMPULAN DAN SARAN.....	131
5.1 Kesimpulan.....	131
5.2 Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA	132
LAMPIRAN A.....	134

LAMPIRAN B	143
LAMPIRAN C	151
LAMPIRAN D.....	160
LAMPIRAN E	169
LAMPIRAN F	178
LAMPIRAN G.....	187
LAMPIRAN H.....	195
LAMPIRAN I	204
LAMPIRAN J	213
LAMPIRAN K.....	215

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga daya	9
Gambar 2. 2 Gelombang harmonik	12
Gambar 2. 3 Gelombang terdistorsi dan hasilnya	13
Gambar 2. 4 Resultan beban linier	19
Gambar 2. 5 Resultan beban non linier	20
Gambar 2. 6 Gelombang sinusoidal beban resistif listrik AC.....	20
Gambar 2. 7 Gelombang sinusoidal beban induktif listrik AC.....	21
Gambar 2. 8 Gelombang sinusoidal beban kapasitif listrik AC.....	22
Gambar 2. 9 Vektor diagram arus	23
Gambar 2. 10 Rangkaian filter aktif.....	24
Gambar 2. 11 Rangkaian filter pasif	25
Gambar 2. 12 Grafik Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	26
Gambar 2. 13 Rangkaian dua buah filter pasif double tuned, filter pasif double tuned pada orde 5 dan 7, grafik frekuensi	27
Gambar 2. 14 Metrel MI 2892	29
Gambar 3. 1 Lokasi Gedung Asri Medical center (AMC) Yogyakarta	31
Gambar 3. 2 Flowchart Alur Penelitian	32
Gambar 4. 1 Spesifikasi Transformator	36
Gambar 4. 2 Grafik Tegangan Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020...38	
Gambar 4. 3 Grafik Tegangan Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020...39	
Gambar 4. 4 Grafik Tegangan Antara Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020.40	
Gambar 4. 5 Grafik Tegangan Antara Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020.41	
Gambar 4. 6 Grafik Tegangan Antara Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020.42	
Gambar 4. 7 Grafik Tegangan Antara Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020.43	
Gambar 4. 8 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020.....45	
Gambar 4. 9 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020.....46	
Gambar 4. 10 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020.....47	
Gambar 4. 11 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020.....48	
Gambar 4. 12 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020.....49	
Gambar 4. 13 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020.....50	
Gambar 4. 14 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020.52	

Gambar 4. 15 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020.	53
Gambar 4. 16 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020.	54
Gambar 4. 17 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020.	55
Gambar 4. 18 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020.	56
Gambar 4. 19 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020.	57
Gambar 4. 20 Grafik Daya Semu Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	59
Gambar 4. 21 Grafik Daya Semua Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	60
Gambar 4. 22 Grafik Daya Semu Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	61
Gambar 4. 23 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020.	62
Gambar 4. 24 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020.	63
Gambar 4. 25 Grafik Frekuensi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020.	64
Gambar 4. 26 Grafik Daya Aktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	66
Gambar 4. 27 Grafik Daya Aktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	67
Gambar 4. 28 Grafik Daya Aktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	68
Gambar 4. 29 Grafik Daya Aktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020	69
Gambar 4. 30 Grafik Daya Aktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020	70
Gambar 4. 31 Grafik Daya Aktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020	71
Gambar 4. 32 Grafik Daya Reaktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	73
Gambar 4. 33 Grafik Daya Reaktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	74
Gambar 4. 34 Grafik Daya Reaktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	75
Gambar 4. 35 Grafik Daya Reaktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020	76

Gambar 4. 36 Grafik Daya Reaktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020	77
Gambar 4. 37 Grafik Daya Reaktif Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020	78
Gambar 4. 38 Grafik Faktor Daya Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	80
Gambar 4. 39 Grafik Faktor Daya Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	81
Gambar 4. 40 Grafik Faktor Daya Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	82
Gambar 4. 41 Grafik Faktor Daya Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020	83
Gambar 4. 42 Grafik Faktor Daya Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020	84
Gambar 4. 43 Grafik Faktor Daya Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020	85
Gambar 4. 44 Grafik THD _v Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	87
Gambar 4. 45 Grafik THD _v Netral Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	87
Gambar 4. 46 Grafik THD _v Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	88
Gambar 4. 47 Grafik THD _v Netral Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	88
Gambar 4. 48 Grafik THD _v Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	89
Gambar 4. 49 Grafik THD _v Netral Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	89
Gambar 4. 50 Grafik THD _v Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020	90
Gambar 4. 51 Grafik THD _v Netral Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020	90
Gambar 4. 52 Grafik THD _v Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020	91
Gambar 4. 53 Grafik THD _v Netral Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020	91
Gambar 4. 54 Grafik THD _v Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020	92
Gambar 4. 55 Grafik THD _v Netral Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020	92
Gambar 4. 56 Grafik THD _i Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	95
Gambar 4. 57 Grafik THD _i Netral Tiap Waktu Tanggal 14 April 2020	95
Gambar 4. 58 Grafik THD _i Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	96
Gambar 4. 59 Grafik THD _i Netral Tiap Waktu Tanggal 15 April 2020	96
Gambar 4. 60 Grafik THD _i Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	97
Gambar 4. 61 Grafik THD _i Netral Tiap Waktu Tanggal 16 April 2020	97

Gambar 4. 62 Grafik THDi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020	98
Gambar 4. 63 Grafik THDi Netral Tiap Waktu Tanggal 17 April 2020.....	98
Gambar 4. 64 Grafik THDi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020	99
Gambar 4. 65 Grafik THDi Netral Tiap Waktu Tanggal 18 April 2020.....	99
Gambar 4. 66 Grafik THDi Antar Fasa Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020	100
Gambar 4. 67 Grafik THDi Netral Tiap Waktu Tanggal 19 April 2020.....	100
Gambar 4. 68 Simulasi Sebelum Dipasang Filter	124
Gambar 4. 69 Grafik Harmonisa Sebelum Dipasang Filter	125
Gambar 4. 70 Gelombang Harmonisa Sebelum Dipasang Filter	125
Gambar 4. 71 Simulasi Sesudah Dipasang Filter di Orde 3.....	126
Gambar 4. 72 Grafik Harmonisa Sesudah Dipasang Filter Pada Orde 3	127
Gambar 4. 73 Gelombang Harmonisa Sesudah Dipasang Filter Pada Orde 3	127
Gambar 4. 74 Simulasi Sesudah Dipasang Filter Orde 5, 7, dan 9	128
Gambar 4. 75 Grafik Harmonisa Sesudah Dipasang Filter Pada Orde 5, 7, dan 9	129
Gambar 4. 76 Gelombang Harmonisa Sesudah Dipasang Filter Pada Orde 5, 7, dan 9	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas standar harmonisa tegangan	16
Tabel 2. 2 Batas standar harmonisa arus	16
Tabel 4. 1 Data Spesifikasi Transformator.....	37
Tabel 4. 2 Data Rekap Tegangan Dalam Satu Minggu.....	38
Tabel 4. 3 Data Rekap Arus Dalam Satu Minggu.....	44
Tabel 4. 4 Data Rekap Frekuensi Dalam Satu Minggu.....	51
Tabel 4. 5 Data Rekap Daya Semu Dalam Satu Minggu	58
Tabel 4. 6 Data Rekap Daya Aktif Dalam Satu Minggu.....	65
Tabel 4. 7 Data Rekap Daya Reaktif Dalam Satu Minggu	72
Tabel 4. 8 Data Rekap Faktor Daya Dalam Satu Minggu.....	79
Tabel 4. 9 Data Rekap THDv Dalam Satu Minggu	86
Tabel 4. 10 Data Rekap THDi Dalam Satu Minggu	94
Tabel 4. 11 Standar THDi Pada IEEE 519-2014	103
Tabel 4. 12 Orde Harmonisa Arus Dalam Satu Minggu.....	103
Tabel 4. 13 Karakteristik Kelistrikan Kabel Supreme NYY.....	105
Tabel 4. 14 Data WBP Dan LWBP Hari Kerja Dan Hari Libur	106
Tabel 4. 15 Lanjutan Data WBP Dan LWBP Hari Kerja Dan Hari Libur	107
Tabel 4. 16 Data Hasil Perhitungan Rugi - rugi Daya WBP Dan LWBP	115
Tabel 4. 17 Kerugian Akibat Harmonisa Dan <i>Unbalance</i>	118
Tabel 4. 18 Spesifikasi Filter.....	123
Tabel 4. 19 Nilai Harmonisa Sebelum Dipasang Filter	124
Tabel 4. 20 Nilai Harmonisa Sesudah Dipasang Filter Pada Orde 3	126
Tabel 4. 21 Nilai Harmonisa Sesudah Dipasang Filter Pada Orde 5, 7, dan 9....	128
Tabel 4. 22 Perbandingan Nilai Harmonisa Sebelum Dan Sesudah Dipasang Filter	130