

**ANALISIS HARMONISA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FIP BARU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro



Oleh

Gema Ardhya

E.5051.1301686

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2019**

ANALISIS HARMONISA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FIP BARU UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Oleh
Gema Ardhyana

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Gema Ardhyana 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

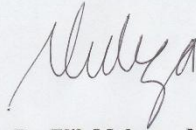
GEMA ARDHYANA

NIM. E.5051.1301686

**ANALISIS HARMONISA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FIP BARU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :


Pembimbing I



Dr. Elih Mulyana, M.Si.

NIP. 19640417 199202 1 001

Pembimbing II



Wasimudin Surya S, S.T., M.T.

NIP. 19700808 199702 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. H. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan berjudul **“ANALISIS HARMONISA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FIP BARU UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA”** ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan tersebut, saya siap menanggung resiko yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap karya saya.

Bandung, Desember 2019

Pembuat Pernyataan,

Gema Ardhyana
E.5051.1301686

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS HARMONISA ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG FIP BARU UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis, Prof. Dr. Gurniwan Kamil Pasya, M.Si dan Lina Herlina serta kakak penulis Terra Saptina Maulani M.E yang tidak hentinya memberikan dukungan dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan studi ini.
2. Dr. Yadi Mulyadi, M.T. selaku ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro.
3. Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T. selaku ketua Program Studi S-1 Teknik Elektro.
4. Dr. Elih Mulyana, M.Si. selaku dosen pembimbing I penulis yang telah membimbing dan banyak memberikan ilmu dan motivasi yang sangat berharga untuk penulis.
5. Wasimudin Surya S, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II penulis yang telah membimbing dan banyak memberikan ilmu dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Staff administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang telah banyak membantu penulis dalam urusan administrasi untuk menyelesaikan skripsi ini
7. Arief Chandra, Luthfi Ihya M, Rizqi Adri F yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data skripsi ini.
8. Teman - teman Bandung Shield Brigade, Struggle 18, Standing Terrace yang selalu memberikan semangat selama ini.
9. Teman – teman Kontrakan kandang uler yang selalu memberikan semangat selama ini.

10. Keluarga besar Teknik Elektro khususnya Teknik Elektro angkatan 2013 yang telah memberikan pengalaman yang sangat berharga selama beberapa tahun terakhir ini.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan untuk penulis dapat dibalas yang lebih baik dari Allah SWT, aamiin.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada penulisan skripsi ini. Untuk itu, penulis memohon kritik dan saran yang membangun guna pengembangan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang-orang yang membutuhkan. Aamiin.

Bandung, Desember 2019

Penulis

ABSTRAK

Perkembangan zaman berpengaruh terhadap kemajuan teknologi yang saat ini muncul berbagai benda maupun alat kelistrikan, dengan demikian beban pada sistem tenaga listrik diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu beban linier dan beban non linier. Di sisi lain, beban non linier yang pada umumnya terbuat dari bahan-bahan semikonduktor dan elemen elektronika daya dapat menimbulkan harmonisa pada sistem tenaga listrik dengan adanya jenis beban tersebut mempengaruhi terhadap kualitas Sistem Tenaga Listrik (STL). Akibat terjadinya harmonisa tersebut diperlukan perbaikan harmonisa dengan cara mendesain filter pasif tipe *Single Tuned Filter* dengan menggunakan aplikasi ETAP Power Station 12.6.0. Metode penelitian ini dengan studi literatur, melakukan pengukuran, pengolahan data beban akibat harmonisa di Gedung FIP Baru, dan perancangan desain filter pasif sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Harmonisa arus di gedung FIP baru tidak sesuai standar IEEE 519-2194 yaitu berkisar 13,3% sampai 46,4%, berbeda dengan harmonisa tegangan berkisar 2,2% sampai 4,5% masih dalam standar yang diperbolehkan yaitu dibawah 5%. Akibat harmonisa menimbulkan rugi daya total sebelum terkena harmonisa sebesar 16131,55 Watt dan jumlah total daya setelah terkena harmonisa sebesar 20173,64 Watt terdapat selisih rugi daya sebesar 4.049,09 Watt (4,04 kW). Pada simulasi filter tipe *Single Tuned Filter* yang didesain untuk mereduksi harmonisa orde 3, 5 dan 7 dapat menurunkan THDi masing-masing fasa R, S, dan T sampai dibawah 5%.

Kata Kunci: Harmonisa arus, Filter pasif, THDi

ABSTRACT

The development of the era affects the technological advances that currently appear in various objects and electrical devices thus the load on the electric power system is classified into two types, those are linear and non-linear loads. On the other hand, non-linear loads which are generally made of semiconductor materials and power electronic elements can cause harmonic on the electric power system the existence of this type of load affects the quality of the Electric Power System. Due to the occurrence of harmonics, it is necessary to improve the harmonics by designing a Single Tuned Filter passive filter with the help of ETAP Power Station 12.6 applications. This research method with literature study, measurement, load data processing due to harmonics in New FIP Building, and the design of passive filter design so that can get the desired result. The current and voltage harmonics on the New FIP Building are not compliant with IEEE 519-2014 standard, that is current harmonics on each floor of it ranges above 13,3% to 46,4%, in contrast to voltage harmonics ranging from 2,2% to 4,5% which still within the standards allowed that is under 5%. As a result of harmonics causing total power loss before exposed to harmonics of 16131,55 Watt and total harmonized power of 20173,64 Watt. So the total loss of power due to harmonics 4.049,09 Watt. In Single Tuned Filter type filter simulation designed to reduce 3rd, 5th, and 7th harmonics can decrease THDi respectively R, S, and T phases until below 5%.

Keywords: Harmonic Current, Passive Filter, THDi

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Struktur Organisasi Skripsi	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.2. Beban Linier dan Non-Linier	6
2.3. Pengaruh Harmonisa	7
2.4. Spektrum Harmonisa.....	8
2.5. Tegangan dibandingkan Distorsi Arus	9
2.6. IHD (<i>Individual Harmonic Distortion</i>)	10
2.7. THD (<i>Total Harmonic Distortion</i>).....	10
2.8. Faktor Daya	12
2.9. Filter Harmonisa.....	13
2.9.1 Filter Pasif	13
2.9.2 Filter Aktif.....	15
2.9.3 Filter <i>Hybrid</i>	16
2.10. <i>Single Tuned Filter</i>	16
2.11 Perancangan <i>Single Tuned Filter</i>	17
2.11. Cara Kerja Filter <i>Single tuned</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Prosedur Penelitian.....	24

3.2 Objek Penelitian	26
3.3 Peralatan Pengukuran	26
3.4 Prosedur Pengukuran Harmonisa	27
3.5 Perancangan Desain <i>Single Tuned Filter</i> Menggunakan ETAP Power Station 12.6.....	30
BAB IV PEMBAHASAN.....	36
4.1. Hasil Pengukuran Harmonisa.....	36
4.2 Pengukuran Pada MDP (<i>Main Distribution Panel</i>)	36
4.3 Pengukuran Pada SDP (<i>Sub Distribution Panel</i>) di Setiap Lantai	38
4.4 Data THDi % dan THDv Pada MDP dan SDP Setiap Lantai Gedung	60
4.5 Pengaruh Harmonisa Terhadap Rugi-Rugi Daya.....	61
4.6. Pemasangan <i>Single Tuned Filter</i> Untuk Masing-masing Beban.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Rekomendasi	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kerugian yang Diakibatkan oleh Harmonisa pada berbagai Peralatan Listrik	6
Tabel 2. 2 Batasan Distorsi Tegangan (IEEE Std 519-2014, 2014).....	11
Tabel 2. 3 Batasan Distorsi Arus untuk Sistem pada 120V sampai 69 kV (IEEE Std 519-2014, 2014).....	12
Tabel 3. 1 Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi	26
Tabel 3. 2 Pengukuran Harmonisa Arus	27
Tabel 3. 3 Pengukuran Harmonisa Tegangan	27
Tabel 3. 4 Spesifikasi Model Single Tuned Filter Hasil Perancangan.....	30
Tabel 4. 1 Pengukuran Harmonisa Pada MDP	34
Tabel 4. 2 Pengukuran Harmonisa Arus Pada MDP.....	35
Tabel 4. 3 Pengukuran Harmonisa Tegangan MDP	36
Tabel 4. 4 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 1	37
Tabel 4. 5 Pengukuran Harmonisa Arus Lantai 1	38
Tabel 4. 6 Pengukuran Harmonisa Tegangan Lantai 1	38
Tabel 4. 7 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 2	39
Tabel 4. 8 Pengukuran Harmonisa Arus Lantai 2	40
Tabel 4. 9 Pengukuran Harmonisa Tegangan Lantai 2	40
Tabel 4. 10 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 3	41
Tabel 4. 11 Pengukuran Harmonisa Arus Lantai 3	42
Tabel 4. 12 Pengukuran Harmonisa Tegangan	42
Tabel 4. 13 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 4	43
Tabel 4. 14 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 4.....	44
Tabel 4. 15 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 4.....	44
Tabel 4. 16 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 5	45
Tabel 4. 17 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 5.....	46
Tabel 4. 18 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 5.....	46
Tabel 4. 19 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 6	47
Tabel 4. 20 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 6.....	48
Tabel 4. 21 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 6.....	48
Tabel 4. 22 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 7	49
Tabel 4. 23 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 7.....	50
Tabel 4. 24 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 7.....	50
Tabel 4. 25 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 8	51
Tabel 4. 26 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 8.....	52
Tabel 4. 27 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 8.....	52
Tabel 4. 28 Pengukuran Harmonisa SDP Lantai 9	53
Tabel 4. 29 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 9.....	54

Tabel 4. 30 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 9.....	54
Tabel 4 31 Pengukuran Harmonisa SDP lantai 10.....	55
Tabel 4. 32 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 10.....	56
Tabel 4. 33 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 10.....	56
Tabel 4. 34 Data THDi % dan THDv% Pada MDP.....	57
Tabel 4. 35 Data THDi % dan THDv % Pada SDP Setiap Lantai.....	57
Tabel 4. 36 Daya Sebelum Terkena Harmonisa.....	59
Tabel 4. 37 Daya Sesudah Terkena Harmonisa	59
Tabel 4. 38 Data Harmonisa Arus Hasil Pemasangan Filter ke 3	63
Tabel 4. 39 Data Harmonisa Arus Hasil Pemasangan Filter ke 3 dan 5	64
Tabel 4. 40 Data Harmonisa Arus Hasil Pemasangan Filter ke 3, 5 dan 7	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk Gelombang Fundamental Yang Terdistorsi Harmonisa ke-3 . 4	
Gambar 2.2 Bentuk Gelombang yang Terdistorsi (Dugan et al., 2002)	5
Gambar 2. 3 Gelombang Tegangan dan Arus Beban Linier	7
Gambar 2. 4 Gelombang Tegangan dan Arus Beban Nonlinier	7
Gambar 2. 5 Spektrum Harmonisa (J.C.Das, 2015).....	8
Gambar 2. 6 Arus Harmonisa yang Mengalir Melalui Hasil Sistem Impedansi dalam Tegangan Harmonisa pada Beban (Dugan et al., 2002).....	9
Gambar 2. 7 Filter Pasif (Rinas, 2011)	13
Gambar 2 8 Konfigurasi Filter Pasif (Dugan et al., 2002).....	14
Gambar 2. 9 Rangkaian Filter Pasif Seri.....	14
Gambar 2. 10 Rangkaian Filter Pasif Shunt.....	15
Gambar 2. 11 Rangkaian Filter Aktif (Juniawan et al., 2014).....	16
Gambar 2. 12 Model Sistem Dengan Beban Nonlinier.....	21
Gambar 2. 13 Model Sistem saat Frekuensi Resonansi	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3. 2 HIOKI 3286 – 20.....	24
Gambar 3. 3 Rangkaian Pengukuran Harmonisa	25
Gambar 3. 4 Proses Pengukuran Harmonisa pada SDP.....	25
Gambar 3. 5 Proses Pengukuran Harmonisa pada MDP.....	26
Gambar 3. 6 Rangkaian Pembebanan Gedung FIP Baru pada simulasi ETAP	32
Gambar 3. 7 Parameter Spesifikasi Filter pada ETAP 12.6.....	33
Gambar 4. 1 Pengukuran Harmonisa Pada MDP.....	34
Gambar 4. 2 Pengukuran Harmonisa Pada SDP	37
Gambar 4. 3 Perbandingan Daya Sebelum Terkena Harmonisa dengan Daya Sesudah Terkena Harmonisa Pada Fasa R.....	60
Gambar 4. 4 Perbandingan Daya Sebelum Terkena Harmonisa dengan Daya Sesudah Terkena Harmonisa Pada Fasa S	61
Gambar 4. 5 Perbandingan Daya Sebelum Terkena Harmonisadengan Daya Sesudah Terkena Harmonisa Pada Fasa T	61
Gambar 4. 6 Pemasangan Single Tuned Filter Orde 3, 5, dan 7.....	62
Gambar 4. 7 Pemasangan Single Tuned Filter Orde 3.....	62
Gambar 4. 8 Pemasangan Single Tuned Filter Orde 3 dan 5	64
Gambar 4 .9 Pemasangan Single Tuned Filter Orde 3, 5 dan 7	65
Gambar 4. 10 Gelombang sebelum terkena harmonisa	67
Gambar 4. 11 Gelombang saat terkena harmonisa.....	67
Gambar 4. 12 Gelombang pada saat setelah difilter	68
Gambar 4. 13 Spektrum (THDi) % sebelum di filter orde 3, 5 dan 7	68
Gambar 4. 14 Spektrum (THDi) % setelah di filter orde 3, 5 dan 7	69

DAFTAR PUSTAKA

- Alfama, N. Jefri. (2013). Analisis Harmonik dan Perancangan Single Tuned Filter Pada Sistem Distribusi Standar IEEE 18 Bus Dengan Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0. *Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*. **
- De la Rosa, F. C. (2006). *Harmonics and Power Systems. Power Quality New York*. **
- Dugan, R. C., McGranaghan, M. F., Santoso, S., & Beaty, H. W. (2002). Electrical Power Systems Quality. *Power*, 373–435. <https://doi.org/10.1036/007138622X> **
- Grady, W. M., & Gilleskie, R. J. (1993). Harmonics And How They Relate to Power Factor. *Proc. of the EPRI Power Quality Issues & Opportunities Conference (PQA'93), San Diego, CA*, (November), 1–8. **
- Grady, W. M., & Santoso, S. (2001). Understanding Power System Harmonics. *IEEE Power Engineering Review*, 21(11), 8–11. <https://doi.org/10.1109/MPER.2001.961997> **
- Gunawan, S. (2016). Rancang Bangun Single Tuned Filter Untuk Mereduksi Harmonisa Pada Variable Frequency Drive (VFD). *Program Studi Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Hardi, Supri dan Yaman. Peredaman Harmonisa dan Perbaikan Faktor Daya Aplikasi Beban Rumah Tangga. *Jurnal Litek*. 2013; 10 (1): 35-42 **
- IEEE Std 519-2014. (2014). IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems IEEE Power and Energy Society. *New York, NY 10016-5997 USA IEEE, 2014*. **
- Irawan, H., & Dr. Ir. Hermawan, DEA Ir. Tejo Sukmadi, M. (2011). Analisis Pengaruh Pemasangan Filter Pasif Terhadap Penurunan Harmonik Pada Sistem Multi Mesin 9 Bus IEEE, 1–11. **
- J.C.Das. (2015). *Power System Harmonics and Passive Filter Designs*. (T. Samad, Ed.) (IEEE Press). Piscataway: IEEE Press 445 Hoes Lane.**
- Juniawan, A. R., Hakim, D. L., & Surya S, W. (2014). Perancangan Dan Simulasi Filter Aktif 3 Fasa Untuk Mereduksi. *Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Electrans*, 13(2), 99–106.**
- Mulyana, E., Surya, W., Dadang, L., & Hasbullah. (2008). Analisis Harmonisa Tegangan dan Arus Listrik Di Gedung Direktorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia, 3976. **

Mustaman, Baafai, U., & Ramli, M. (n.d.). Perbandingan Passive LC Filter dan Passive Single Tuned Filter Untuk Mereduksi Harmonisa Variable Speed Drive Dengan Beban Motor Induksi Tiga Fasa, 95–105. **

Pertiwi, V. P. (2012). Perancangan Second Order Damped Filter Untuk Mereduksi Masalah Harmonik Pada Beban Non-Linear Menggunakan ETAP POWER STATION 7.0.0, 25. **

Rinas, I. W. (2011). Analisis Perbandingan Penggunaan Filter Pasif dan Filter Aktif Untuk Menanggulangi THD Pada Sistem Kelistrikan Di Ruang Puskom Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana. *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Bali, 10(1)*. **

Sankaran, C. *Power Quality*. USA: CRC Press LLC. 2002. **

Supratim, B. (2006). *Single Phase Active Power Factor Correction Converters. Department of Energy and Environment Division of Electric Power Engineering. Göteborg, Sweden*. **

Young-Sik, C., Bok-Ryul, K., & Hanju, C. (2010). Transfer Function Approach to a Passive Harmonic Filter Design for Industrial Process Application. *Conference, Ieee International August, Automation, 0*, 963–968. **

Zuhal. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia. 1995 **