

**REDUKSI HARMONISA MENGGUNAKAN FILTER PASIF *HIGH PASS*
PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN BARU DI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Novan Melandy Suryadiva

E.5051.1401430

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

Novan Melandy Suryadiva, 2021

*REDUKSI HARMONISA MENGGUNAKAN FILTER PASIF HIGH PASS PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU
PENDIDIKAN BARU DI UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

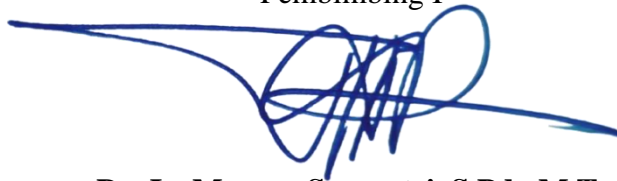
NOVAN MELANDY SURYADIVA

E. 5051.1401430

**REDUKSI HARMONISA MENGGUNAKAN FILTER PASIF *HIGH PASS*
PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN BARU DI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T.

NIP. 19720119 200112 1 001

Pembimbing II



Wasimudin Surya Saputra, 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 saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Reduksi Harmonisa Menggunakan Filter Pasif *High Pass* Pada Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan Baru di Universitas Pendidikan Indonesia**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2021

Yang Menyatakan,



Novan Melandy Suryadiva

NIM. 1401430

ABSTRAK

Dalam upaya memperoleh keandalan energi listrik pada pemanfaatannya, maka harus diperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keandalan energi listrik, yaitu adanya fenomena harmonisa. Pengoperasian beban non linier pada sistem tenaga listrik akan menimbulkan harmonisa. Pada sistem kelistrikan di Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI terdapat arus harmonisa yang mengakibatkan keandalan dalam sistem kelistrikan terganggu. Penelitian ini akan menjelaskan cara mereduksi harmonisa dengan filter harmonisa pasif tipe *High Pass* menggunakan *software* ETAP. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yaitu penelitian yang menekankan analisisnya pada data data numerikal yang diolah untuk menjadi suatu informasi. Sebelumnya dilakukan pengukuran untuk mengetahui nilai THD pada objek penelitian yaitu pada MDP dan SDP pada setiap lantai. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui standar nilai THD pada Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru. Diketahui untuk standar THD_I maksimum sebesar 20% dan THD_V maksimum sebesar 8% menurut standar IEEE 519-2014. Nilai THD_I hasil simulasi masih belum memenuhi standar dengan nilai sebesar 43,88% sampai 84,50%. Adanya pemasangan filter pasif *high pass* dapat mereduksi distorsi harmonisa dengan nilai THD_I menjadi sebesar 3,84% sampai 8,47% dan nilai THD_V sebesar 2,26% sampai 3,58%.

Kata Kunci: Beban non linier, Harmonisa, Filter Pasif, THD, Keandalan

ABSTRACT

In an effort to obtain the reliability of electrical energy, it must be considered the factors that can affect it. One of the factors that can affect the reliability of electrical energy is the phenomenon of harmonics. The operation of non-linear loads on the electric power system will cause harmonics. The electrical system in the Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI building has harmonic currents in which causes disrupted reliability in the electrical system. This study will explain how to reduce harmonics using a simulation method with ETAP software. Also this study using experimental method. Previously, measurements were taken to determine the THD value on the research object, on MDP (Main Distribution Panel) and SDP (Sub Distribution Panel) on each floor. To determine the standard value of THD in the Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI building it needs to be calculated. For THD_I is a maximum of 20% and a maximum THD_V of 8% according to the IEEE 519-2014 standard. The THD_I value of the simulation results still does not meet the standard with an average value of 43.88% to 84.50%. The installation of a high pass passive filter can reduce harmonic distortion with THD_I values of 3.84% to 8.47% on average and THD_V values of 2.26% to 3.58%.

Keywords: Non-linear load, Harmonics, Passive Filter, THD, Reliability

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1** *One Line Diagram* Sistem Tenaga Listrik **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2** Segitiga Daya..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3** Bentuk Gelombang Fundamental Yang Terdistorsi **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4** Representasi Deret Fourier dari Gelombang Yang Terdistorsi **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5** Gelombang Tegangan dan Arus Beban Linier **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6** Gelombang Tegangan dan Arus Beban Non-Linier **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7** Prinsip Kerja Rangkaian Filter **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8** Prinsip Kerja Rangkaian Filter Seri **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9** Rangkaian Filter *Single Tuned* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10** Rangkaian Filter *Low Pass* **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.11** Rangkaian *High Pass* Filter **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2** Gedung FIP Baru UPI **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3** Diagram Alir Metode Pengumpulan Data **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4** *Clamp on Power Hitester* HIOKI 3286-20 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5** Tampilan Program ETAP **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6** Diagram Alir Pengolahan Data **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1** Hasil Running Simulasi Model Kelistrikan di Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2** Hasil Running Orde THD_I MDP dan SDP 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3** Hasil Running Gelombang Harmonisa THD_I MDP dan SDP 1 **Error! Bookmark not defined.**

- Gambar 4.4** Hasil *Running* Orde THD_v MDP dan SDP 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5** Hasil *Running* Gelombang Harmonisa THD_v MDP dan SDP 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6** Spesifikasi Filter pada SDP 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.7** Model Simulasi Pemasangan Filter Pasif *High Pass* pada Sistem Kelistrikan Gedung FIP Baru UPI.. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8** *Running* Model Simulasi dengan Filter Pasif *High Pass* pada setiap SDP **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9** Hasil *Running* Orde THD_I MDP dan SDP 1 Setelah Pemasangan Filter **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.10** Hasil *Running* Gelombang Harmonisa THD_I MDP dan SDP 1 Setelah Dipasang Filter..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.11** Hasil *Running* Orde THD_v MDP dan SDP 1 Setelah Pemasangan Filter **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.12** Hasil *Running* Gelombang Harmonisa THD_v MDP dan SDP 1 Setelah Dipasang Filter..... **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1** Batas Maksimum Distorsi Harmonisa Tegangan **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.2** Batas Maksimum Distorsi Harmonisa Arus **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2** Nilai Harmonisa Arus Pada Setiap Orde MDP **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3** Nilai Harmonisa Tegangan Pada Setiap Orde MDP **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.4** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.6** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 1 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.7** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.8** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.9** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 2 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.10** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 3 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.11** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 3 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.12** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 3 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.13** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 4 **Error! Bookmark not defined.**

- Tabel 3.14** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 4 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.15** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 4 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.16** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 5 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.17** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 5 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.18** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 5 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.19** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 6 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.20** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 6 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.21** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 6 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.22** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 7 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.23** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 7 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.24** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 7 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.25** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 8 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.26** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 8 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.27** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 8 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.28** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 9 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.29** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 9 **Error! Bookmark not defined.**

- Tabel 3.30** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 9 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.31** Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 10.. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.32** Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 10 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.33** Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 10 **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.34** Data Daya Aktif **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.35** Nilai I_L di Masing-masing SDP **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.36** Nilai SC_{Ratio} Setiap SDP **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.37** Batas THD_I Maksimum Yang Diperbolehkan **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.38** Batas THD_V Maksimum Yang Diperbolehkan **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1** Hasil Running THD_I dan THD_V Sistem Kelistrikan Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI.... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2** Spesifikasi Filter Harmonisa di Setiap SDP **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3** Perbandingan THD_I Sebelum dan Sesudah Pemasangan Filter Pasif dengan Standar IEEE 519-2014 **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Sistem Tenaga Listrik	Error! Bookmark not defined.
2.2 Kualitas Daya.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Harmonisa	Error! Bookmark not defined.
2.4 Beban Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Beban Linier.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Beban Non Linier	Error! Bookmark not defined.
2.5 Orde Harmonisa	Error! Bookmark not defined.
2.6 Total Harmonic Distortion (THD).....	Error! Bookmark not defined.
2.7 Standar Total Harmonic Distortion (THD).....	Error! Bookmark not defined.
2.7.1 Standar THD Tegangan (THD _v).....	Error! Bookmark not defined.

2.7.2	Standar THD Arus (THD _I).....	Error! Bookmark not defined.
2.7.3	Rasio Hubung Singkat (<i>Short-Circuit Ratio</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.8	Individual Harmonic Distortion (IHD)	Error! Bookmark not defined.
2.9	Filter Harmonisa	Error! Bookmark not defined.
2.10	Filter Pasif.....	Error! Bookmark not defined.
2.10.1	Filter Pasif <i>Single Tuned</i>	Error! Bookmark not defined.
2.10.2	Filter Pasif <i>Low Pass</i>	Error! Bookmark not defined.
2.10.3	Filter Pasif <i>High Pass</i>	Error! Bookmark not defined.
2.11	Filter Aktif	Error! Bookmark not defined.
2.11.1	Filter Aktif <i>Shunt</i>	Error! Bookmark not defined.
2.12	Parameter Filter Pasif.....	Error! Bookmark not defined.
2.13	Penelitian Yang Relevan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN		Error! Bookmark not defined.
3.1	Alur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Objek dan Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Data-Data Penunjang Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Alat Ukur <i>Clamp on Power Hitester</i> HIOKI 3286-20.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Nilai Harmonisa MDP (Main Distribution Panel)	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Nilai Harmonisa SDP (Sub Distribution Panel).....	Error! Bookmark not defined.
3.5	Metode Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.
4.1	Temuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Simulasi Model Sistem Kelistrikan Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI Menggunakan ETAP	Error! Bookmark not defined.

4.1.2	Perancangan Filter Pasif untuk Meredam Distorsi Harmonisa	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Simulasi THD Arus dan THD Tegangan Setelah Pemasangan Filter Pasif <i>High Pass</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	Analisis THD _I dan THD _V Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI Setelah Pemasangan Filter	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Nilai <i>Total Harmonic Distortion</i> (THD) MDP dan SDP pada Gedung FIP Baru Universitas Pendidikan Indonesia.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Harmonisa pada Gedung FIP Baru di Universitas Pendidikan Indonesia Setelah Dipasanginya Filter Pasif <i>High Pass</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI		Error! Bookmark not defined.
5.1	Simpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2	Implikasi	Error! Bookmark not defined.
5.3	Rekomendasi.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		12
LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Wirajaya, I. P., Rinas, I. W., & Sukerayasa, I. W. (2019). Studi Analisa Pengaruh Total Harmonic Distortion (THD) terhadap Rugi-Rugi, Efisiensi, dan Kapasitas Kerja Transformator pada Penyulang Kerobokan. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(2), 121. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2019.v06.i02.p17>
- Agus Sudiatma Pratama, I. N., Rinas, I. W., & Weking, A. I. (2017). Simulasi Peredaman Distorsi Harmonisa Menggunakan Filter Aktif Dan Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Sistem Kelistrikan Di Hotel The Bene Kuta. *Jurnal SPEKTRUM*, 4(2), 113–121. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2017.v04.i02.p15>
- Alfama, N. J. (2015). Analisis Harmonik dan Perancangan Single Tuned Filter pada Sistem Distribusi Standar IEEE 18 Bus dengan Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0. *Jurnal Emitor*, 15(2), 31–46.
- Almanda, D., Dermawan, E., Ery, D., Syawaluddin, & Anwar, I. R. (2018). Analisis Perancangan Filter High-Pass Damped Filter Untuk Beban FL-4 Pada PL-LB/2 Berbasis ETAP. *Jurnal Teknologi*, 10(2), 161–166.
- Assaffat, L., Artini D. P., S., & Haddin, M. (2013). Pemodelan Dan Simulasi Filter Aktif Shunt Untuk Perbaikan Harmonisa Sebagai Upaya Penghematan Energi Listrik. *Media Elekrika*, 6(1), 47–60.
- Dugan, R. C., McGranaghan, M. F., Santoso, S., & Beaty, H. W. (2004). *Electrical Power Systems Quality*. In *McGraw-Hill* (Second). McGraw-Hill. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51118-4_1
- Hardi, S., & Yaman. (2013). Peredaman Harmonisa dan Perbaikan Faktor Daya Aplikasi Beban Rumah Tangga. *Jurnal Litek*, 10(1), 35–42.
- IEEE Std 519. (2014). IEEE Std 519-2014 (Revision of IEEE Std 519-1992), IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. *IEEE Std 519-2014 (Revision of IEEE Std 519-1992)*, 2014, 1–29. <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=6826457>
- Margareta, I. Z. (2014). *Perancangan High Pass Damped Filter Pada Sistem Distribusi Standar IEEE 9 Bus dengan Menggunakan Software ETAP Power Station 7.0*.
- Maulana Rifa'i, M. A. (2016). *Analisa Harmonisa Dan Rancang Filter Single Tuned Pada Sistem Kelistrikan Bandara Internasional Juanda* (Vol. 1, Nomor 1). Institut Teknologi Sepuluh November.
- Mulyana, E., Surya, W., Lukman, D., & Hasbullah. (2008). Analisis Harmonisa Tegangan dan Arus Listrik Di Gedung Direktorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia. *Analisis Harmonisa Tegangan dan Arus Listrik Di Gedung Direktorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Mustamin, Rudi, W., & Sahabuddin, H. (2009). Analisis Aliran Daya Pada Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Menggunakan Etap 12.6. *Seminar Nasional Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal (SNT2BKL)*, 224–236.

- Oktariani, V., Basir, Y., & Fitria, D. (2021). Penggunaan Filter Sebagai Peredam Harmonisa Pada Sistem Kelistrikan Di Gedung PT. Bank Mandiri (Persero) Tbk Region Palembang. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 9(1), 1–91.
- Pertiwi, V. P. (2012). *Perancangan Second Order Damped Filter Untuk Mereduksi Masalah Harmonik Pada Beban Non-Linear Menggunakan ETAP POWER STATION 7.0.0*. Universitas Indonesia.
- Prabowo, D. N., Haddin, M., & Nugroho, D. (2015). Reduksi Harmonisa Dengan Filter Aktif Shunt Berbasis MATLAB/Simulink. *Media Elekrika*, 8(2), 20–34.
- Rozak, O. A. (2019). Simulasi Perbaikan THD pada Sistem Distribusi Listrik dengan Filter Harmonisa Berbasis Software ETAP 12.6.0. *Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC)*, 2(2). <https://doi.org/10.32493/epic.v2i2.2878>
- Sankaran, C. (2002). *Power Quality*. CRC Press LLC.
- Suhendar, Firmansyah, T., & Afin, S. S. (2015). Desain dan Simulasi Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter untuk Kompensasi Harmonisa Akibat Penggunaan Beban Non Linear. *Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015*, 45–51.
- Weking, A. I. (2017). *Studi Penggunaan Filter Dalam Meredam Harmonisa Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Menggunakan ETAP*. Universitas Udayana.
- Widodo, A. (2013). *Analisis Harmonik Dan Perancangan High Pass Damped Filter Pada Sistem Distribusi Standar IEEE 13 Bus Dengan Menggunakan Software ETAP POWER STATION 7.0*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.