



MIFORTEKH (Jurnal Manajemen Informatika & Teknologi)

p-ISSN : 2808-7550 (print) e-ISSN : 2798-0235 (online)

Vol. 6, No.1, Mei 2026

<https://journal.stiestekom.ac.id/index.php/mifortekh>

Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Tegangan dan Arus di Lingkungan MATLAB

Andika Iskandar Makdunia¹

Teknik Elektro, Universitas Alwashliyah Medan, Indonesia

Email author: maxdunia357@gmail.com

Article Info

Article history:

Received March 21, 2026

Revised April 18, 2026

Accepted April 28, 2026

Keywords:

Harmonics,
THD (Total Harmonic Distortion),
Non Linear Load.

ABSTRACT

The daily operational landscape is fundamentally dependent on electrical energy, with the nature of the electrical loads frequently exhibiting varied profiles. A notable aspect of diminished power quality is harmonic distortion, which is characterized by disturbances in the electrical waveforms of both current and voltage. These disturbances are typically engendered by the functioning of non-linear loads, such as lighting devices, computers, and air conditioning units. This pervasive condition has a detrimental impact on the quality of electrical power. It is documented that pronounced resonance disturbances have the capacity to amplify harmonics significantly, potentially by four to ten times under full load conditions. The utilization of harmonic filters represents a principal method for counteracting harmonic interference. This specific study involved the application of simulations, facilitated by the Matlab Simulink software package. The analysis of the simulation outputs revealed that the Total Harmonic Distortion (THD) for current reached an aggregate of 21.06%, while the corresponding THD for voltage was measured at 20.88%. Furthermore, the most substantial Individual Harmonic Distortion (IHD) for current was observed at the fifth harmonic order, amounting to 19.36%, and similarly, for voltage, the highest IHD was also concentrated at the fifth order, registering 20.88%.

Corresponding Author:

Andika Iskandar Makdunia,
Universitas Alwashliyah Medan

Jl. Sisingamangaraja Km 5,5, Harjosari I, Kecamatan Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara

Email: maxdunia357@gmail.com



ABSTRAK

Lanskap operasional sehari-hari pada dasarnya bergantung pada energi listrik, dengan sifat beban listrik yang seringkali menunjukkan profil yang beragam. Aspek penting dari penurunan kualitas daya adalah distorsi harmonik, yang ditandai dengan gangguan pada bentuk gelombang listrik baik arus maupun tegangan. Gangguan ini biasanya ditimbulkan oleh fungsi beban non-linier, seperti perangkat penerangan, komputer, dan unit pendingin udara. Kondisi yang meluas ini berdampak buruk pada kualitas daya listrik. Telah didokumentasikan bahwa gangguan resonansi yang kuat memiliki kapasitas untuk memperkuat harmonik secara signifikan, berpotensi empat hingga sepuluh kali lipat dalam

kondisi beban penuh. Penggunaan filter harmonik merupakan metode utama untuk mengatasi interferensi harmonik. Studi khusus ini melibatkan penerapan simulasi, yang difasilitasi oleh paket perangkat lunak Matlab Simulink. Analisis keluaran simulasi mengungkapkan bahwa Total Harmonic Distortion (THD) untuk arus mencapai agregat 21,06%, sedangkan THD yang sesuai untuk tegangan diukur pada 20,88%. Selain itu, Distorsi Harmonik Individual (IHD) yang paling signifikan untuk arus diamati pada orde harmonik kelima, yaitu sebesar 19,36%, dan demikian pula untuk tegangan, IHD tertinggi juga terkonsentrasi pada orde kelima, yaitu sebesar 20,88%.

1. INTRODUCTION

Energi listrik telah menjadi kebutuhan pokok yang tidak terpisahkan dari hampir seluruh aspek kehidupan masyarakat modern, mulai dari sektor rumah tangga, industri, perdagangan, hingga pelayanan publik. Ketergantungan yang tinggi terhadap pasokan listrik menuntut adanya jaminan ketersediaan energi yang andal dan berkelanjutan. Oleh karena itu, kualitas daya listrik (power quality) menjadi faktor yang sangat krusial untuk diperhatikan. Kualitas daya yang baik tidak hanya tercermin dari kontinuitas pasokan, tetapi juga dari bentuk gelombang tegangan dan arus yang idealnya sinusoidal murni serta frekuensi yang stabil. Gangguan pada kualitas daya dapat menyebabkan kerusakan peralatan, penurunan efisiensi sistem, hingga kerugian ekonomi yang signifikan.

Salah satu penyebab utama menurunnya kualitas daya listrik adalah munculnya distorsi harmonik. Distorsi harmonik merupakan fenomena di mana bentuk gelombang arus dan tegangan menyimpang dari bentuk sinusoidal ideal akibat adanya gelombang-gelombang lain dengan frekuensi yang merupakan kelipatan bilangan bulat dari frekuensi fundamentalnya (misalnya frekuensi 150 Hz, 250 Hz, 350 Hz untuk sistem dengan frekuensi fundamental 50 Hz). Semakin tinggi orde harmonik, semakin besar frekuensi gelombang pengganggu tersebut. Distorsi ini tidak terjadi secara alami pada sistem tenaga listrik yang ideal, melainkan dipicu oleh karakteristik beban tertentu yang terhubung ke jaringan.

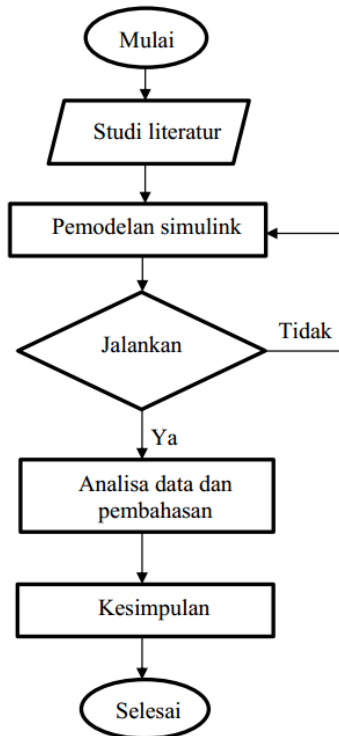
Distorsi harmonik pada umumnya disebabkan oleh penggunaan beban yang bersifat non-linier. Berbeda dengan beban linier (seperti resistor atau motor induksi ideal) yang menarik arus dengan bentuk gelombang yang sebanding dan sefasa dengan tegangannya, beban non-linier justru menarik arus secara tidak kontinu atau dengan bentuk pulsa-pulsa tajam. Peralatan listrik berbasis elektronik, seperti komputer, lampu LED, pengatur kecepatan motor, uninterruptible power supply (UPS), dan pendingin ruangan (AC) inverter, secara inheren memiliki karakteristik non-linier. Akibatnya, peralatan-peralatan tersebut mengakibatkan arus yang ditarik dari sumber tidak lagi berbentuk sinusoidal murni.

Pada umumnya, hampir setiap beban non-linier mengandung rangkaian konverter daya, yang paling sederhana berupa penyearah (rectifier). Penyearah ini berfungsi untuk mengubah tegangan bolak-balik (AC) dari jaringan listrik menjadi tegangan searah (DC) yang diperlukan untuk mengoperasikan komponen elektronika internal, seperti rangkaian catu daya (power supply). Proses konversi dari AC ke DC ini biasanya melibatkan dioda, thyristor, atau sakelar semikonduktor lainnya yang hanya mengalirkan arus pada sebagian kecil dari setiap siklus tegangan (misalnya hanya pada puncak tegangan). Proses pensakelaran inilah yang menghasilkan potongan-potongan arus (notching) dan lonjakan arus puncak yang kaya akan kandungan harmonik.

Akumulasi arus harmonik dari berbagai beban non-linier yang tersebar di sistem distribusi dapat menyebabkan berbagai dampak negatif. Arus harmonik tidak hanya menyebabkan bentuk gelombang arus menjadi cacat, tetapi juga berpotensi menimbulkan distorsi pada tegangan sistem karena adanya impedansi jaringan. Dampak lebih lanjut meliputi pemanasan berlebih pada transformator dan kabel netral (terutama harmonik orde kelipatan tiga), kegagalan fungsi peralatan sensitif, resonansi yang dapat memperparah distorsi, hingga penurunan faktor daya. Mengingat semakin meningkatnya penggunaan peralatan elektronik non-linier dalam kehidupan sehari-hari, analisis dan pengukuran distorsi harmonik menjadi sangat penting sebagai langkah awal untuk merancang sistem mitigasi, misalnya dengan menggunakan filter harmonik pasif, aktif, atau hybrid.

2. METHOD

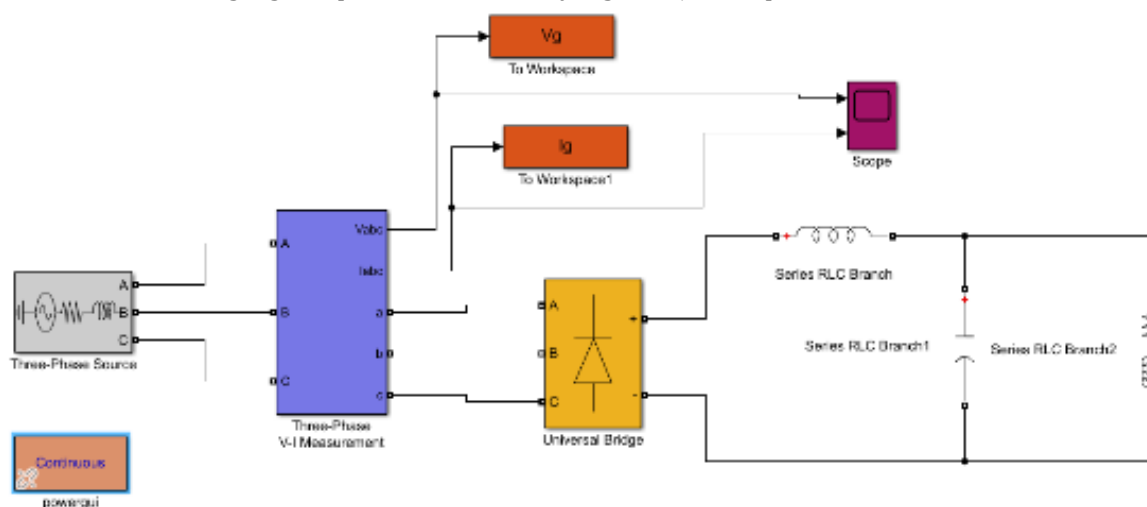
Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagaimana terlihat pada diagram alir (Gambar 1.). Penelitian dimulai dengan pengumpulan studi literatur yang berkaitan dengan distorsi harmonik. Selanjutnya, dilakukan pemodelan Simulink menggunakan perangkat lunak MATLAB. Jika pemodelan berhasil dijalankan, tahap berikutnya adalah analisis hasil pemodelan dan pembahasan, kemudian ditarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis tersebut.



Gambar 1. Flowchart penelitian

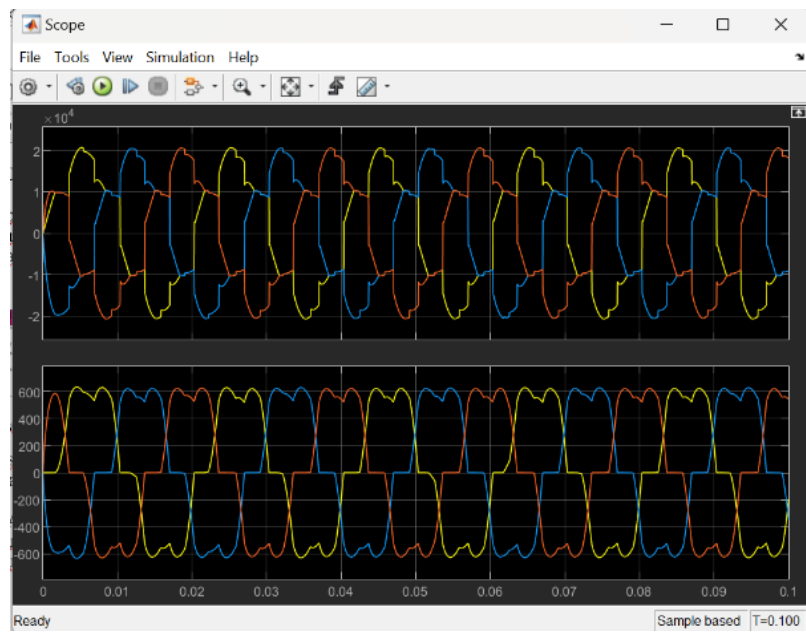
3. RESULT DAN ANALISIS

Simulasi dilakukan dengan mengoperasikan pemodelan tanpa menggunakan filter aktif. Hasil simulasi arus dan tegangan diperoleh dari model yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan simulink matlab

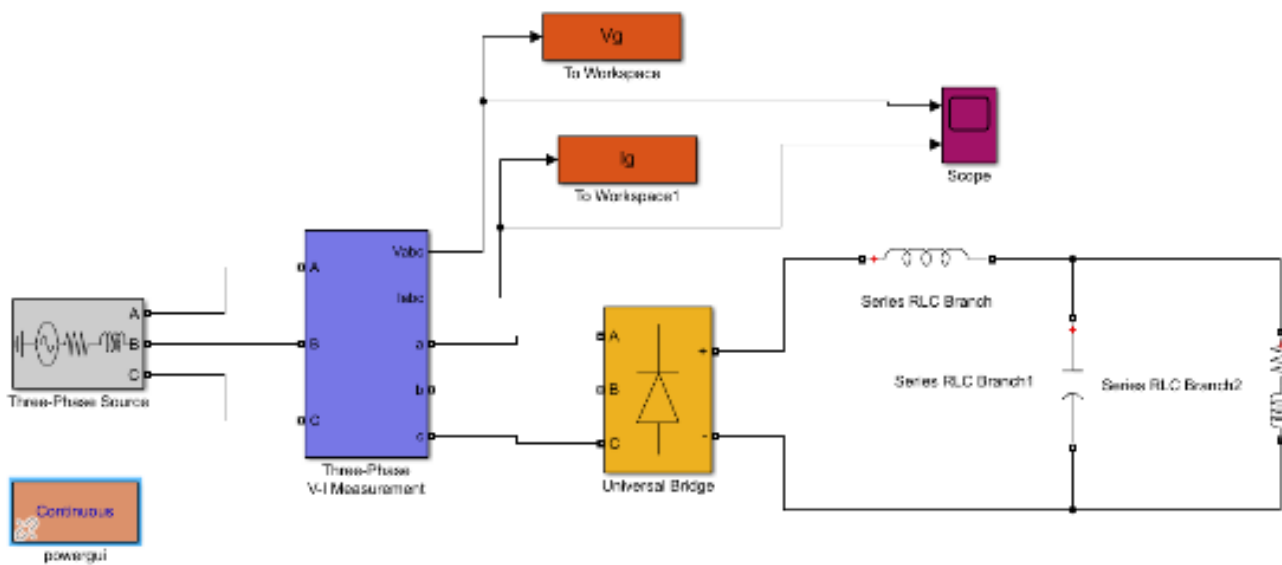
Dari pemodelan tersebut, diperoleh gelombang pada scope data seperti pada Gambar 3.



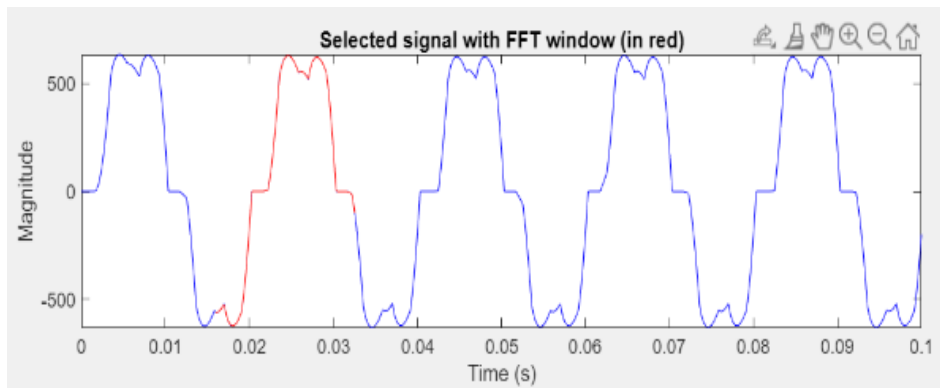
Gambar 3. Hasil gelombang pada scope data

3.1. Simulasi Tanpa Filter

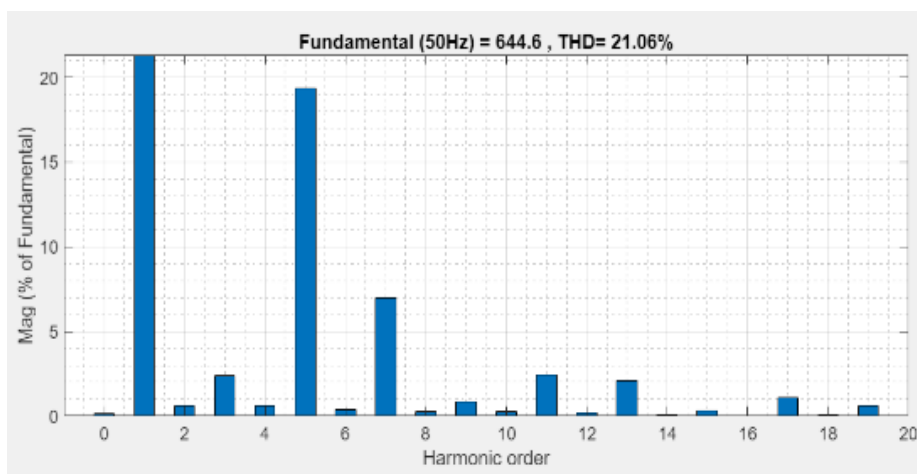
Pemodelan sebelum ditambahkan filter aktif shunt menggambarkan kondisi sistem tenaga listrik yang mengalami harmonisa (gelombang cacat/tidak sinusoidal) seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pemodelan simulink tanpa filter



Gambar 5. Bentuk gelombang arus



Gambar 6. Spektrum orde harmonisa arus

Kondisi *Total Harmonic Distortion* (THD) arus dapat dianalisis dari bentuk gelombang arus dan tegangan, serta persentase harmonik individual. Hasilnya ditampilkan pada powergui (Gambar 5.), bentuk gelombang arus (Gambar 6), serta spektrum orde harmonisa arus.

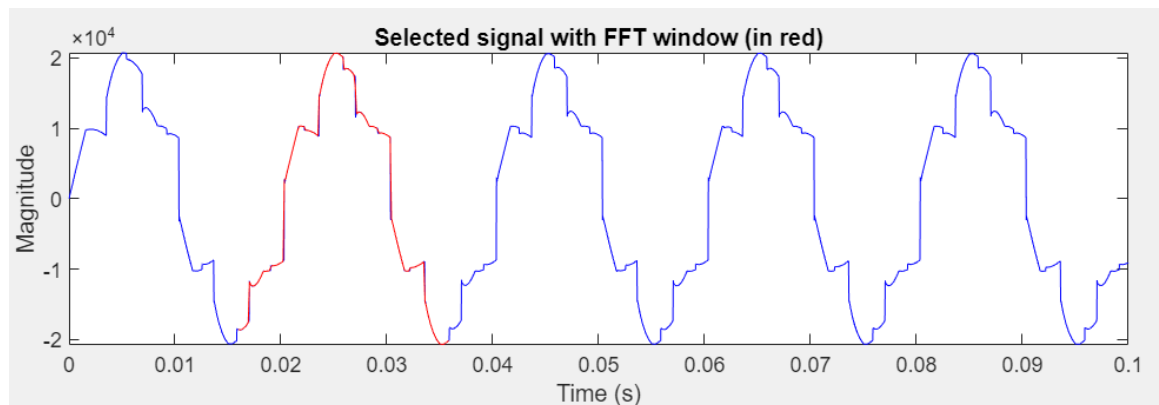
Berdasarkan hasil simulasi spektrum orde harmonisa arus (Gambar 6), muncul karakteristik orde yang didominasi oleh orde 3, 5, 7, 11, dan 13, dengan nilai Individual Harmonic Distortion (IHD) tertinggi mencapai 19,36% pada orde ke-5, yang tidak memenuhi standar IEEE 519-2014. Puncak gelombang arus fundamental mencapai 644,6 dengan nilai arus fundamental 455,8 rms, dan THD arus sebesar 21,06%.

Hasil simulasi bentuk gelombang terdistorsi menghasilkan nilai IHD setiap orde seperti pada Tabel 1.

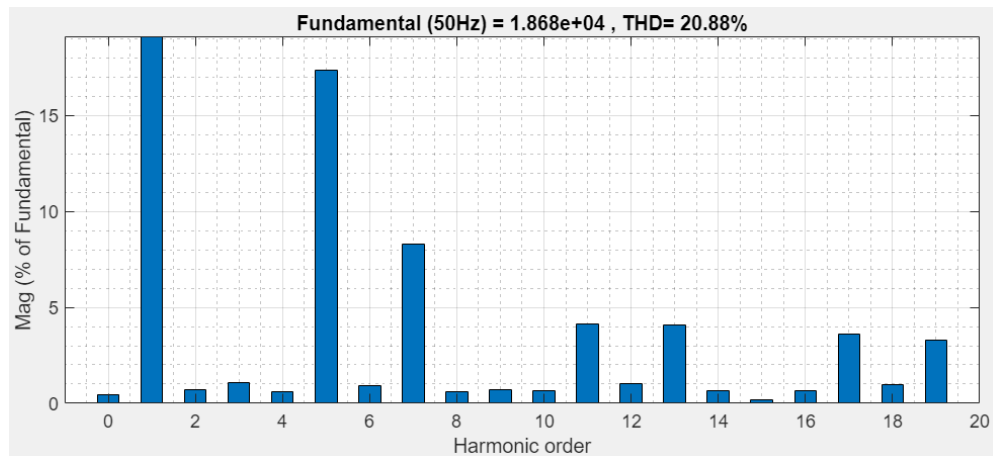
Tabel 1. Hasil presentase simulasi IHD arus setiap orde

Orde Harmonisa	Presentase (%)
2	0,59
3	2,37
4	0,63
5	19,36
6	0,35
7	7,00
8	0,28
9	0,82
10	0,27
11	2,46
12	0,23
13	2,11
14	0,11
15	0,33
16	0,02
17	1,09
18	0,07
19	0,62

Selanjutnya, Gambar 7 dan Gambar 8 masing-masing menunjukkan bentuk gelombang tegangan dan spektrum orde harmonisa tegangan. THD tegangan mencapai 20,88% dengan IHD tertinggi pada orde ke-5 sebesar 17,38%. Selain orde 5, IHD tegangan juga didominasi oleh orde 3, 7, 11, 12, 13, 17, dan 19. Puncak gelombang tegangan mencapai $1,868e+04$ dengan nilai tegangan fundamental $1,321e+04$ rms. Hasil IHD tegangan setiap orde disajikan pada Tabel 2.



Gambar 7. Bentuk gelombang tegangan



Gambar 8. Spektrum orde harmonisa tegangan

Tabel 2 Hasil presentase simulasi IHD tegangan setiap orde

Orde Harmonisa	Presentase (%)
2	0,69
3	1,08
4	0,62
5	17,38
6	0,92
7	8,29
8	0,62
9	0,71
10	0,63
11	4,16
12	1,03
13	4,07
14	0,64
15	0,20
16	0,63
17	3,60
18	0,98
19	3,31

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai IHD arus tertinggi sebesar 19,36% terjadi pada orde ke-5, yang tidak memenuhi standar IEEE 519-2014, dengan nilai THD arus mencapai 21,06% (juga tidak memenuhi standar). Sementara itu, nilai IHD tegangan tertinggi sebesar 17,38% juga terjadi pada orde ke-5 dan tidak memenuhi standar IEEE 519-2014, dengan THD tegangan 20,88% yang berada di luar batas standar.

4.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan filter, baik filter pasif maupun filter aktif, guna mengurangi atau menghilangkan harmonisa.

DAFTAR REFERENSI

- A. Rizky Juniawan, W. S. Surya, and D. Lukman Hakim, "Perancangan Dan Simulasi Filter Aktif 3 Fasa Untuk Mereduksi Harmonisa Akibat Penggunaan Beban Non Linier," *Electrans*, vol. 13, no. 2, pp. 99-106, 2014.
- Z. Aini and A. Mar'i, *Desain Single Tuned Filter Terhadap Harmonisa Pada Transformator Distribusi*. Surabaya: Al-Mujtahadah Press, 2021.
- D. N. Prabowo, M. Haddin, and D. Nugroho, "Reduksi Harmonisa Dengan Filter Aktif Shunt Berbasis MATLAB/Simulink," *Media Elektrika*, vol. 8, no. 2, pp. 20-34, 2015.
- M. Afdal and R. Lubis, "Analisa Total Distorsi Harmonik Arus Terhadap Pengaruh Beban pada Sistem 3 Fasa dengan Menggunakan Simulink Matlab," *Kitektro: Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. 7, no. 3, pp. 122-127, 2022.
- A. A. G. Kresna Dharma Yudha, C. G. Indra Partha, and I. W. Sukerayasa, "Simulasi Penggunaan Filter Aktif Shunt Dengan Kontrol PI Untuk Meredam Total Harmonic Distortion (THD) Pada Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 10, no. 4, p. 143, 2023, doi: 10.24843/spektrum.2023.v10.i04.p18.
- I. W. Rinas, A. A. G. Maharta Pelayun, and I. M. Suartika, "Analisis Pengaruh Pengaturan Daya Reaktif Untuk Filter Harmonic Terhadap Perubahan THDi Pada Sistem Tenaga Listrik," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 7, no. 4, p. 181, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i04.p23.
- I Gede Aries Gunawan, I Wayan Rinas, and I Wayan Arta Wijaya, "Analisis Distorsi Harmonisa Pada Penyulang Abang Karangasem Setelah Terpasangnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 2, no. 3, pp. 130-135, 2015.
- I. Putu Yasa Darmadi, I. Wayan Arta Wijaya, and I. Wayan Rinas, "Pengaruh Filter Pasif Untuk Menekan Harmonisa (THD) Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Phase Menggunakan MATLAB," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 216, 2021. [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/spektrum/article/view/71674>
- IEEE Std 519-2014, *IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014.
- A. R. Lubis, "Efektivitas Penggunaan Filter Pasif LC dalam Mengurangi Harmonik Arus," *Journal of Electrical Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 1-8, 2017.
- A. A. Aritonang, "Perbandingan Performa Reduksi Arus Harmonisa pada Stasiun Pengisian Daya Cepat DC dengan Menggunakan Filter Aktif Shunt (SAF) dan Modulasi Lebar Pulsa Sinusoidal (SPWM)," *Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia*, 2025.
- D. M. Nai, E. M. Silalahi, and R. Purba, "Analisa Harmonisa Dan Simulasi Filter Aktif Shunt Pada Base Transceiver Station (BTS) Di Gedung Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia (UKI) Jakarta Menggunakan Matlab Simulink," *Lektrokom: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 24-35, 2023, doi: 10.33541/lektrokom.v6i1.5121.
- V. C. Meylinda, A. C. Putra, D. Hamdani, U. Khayam, K. M. Banjar-Nahor, A. Zaeni, N. I. Sinisuka, P. Dupuis, G. Zissis, and L. Canale, "Designing Harmonic Filters on LED Lamp Loads to Reduce Odd Order THD," in *2023 4th International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, Denpasar, Indonesia, Aug. 2023, pp. 573-578, doi: 10.1109/ICHVEPS58902.2023.10257486.
- S. A. Santoso and A. Ulinuha, "Harmonic Distortion Analysis Of On-grid Photovoltaic Panel Integration In Load Sharing Scheme," *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 48-55, 2025, doi:

10.26418/elkha.v17i1.91311.

C. M. De Brito, P. Van Rhyn, and J. H. C. Pretorius, "The use of power quality standards to establish an equivalent transformer capability under harmonic loading," in 2016 IEEE International Conference on Power System Technology (POWERCON), Wollongong, Australia, Sep. 2016, pp. 1-6.