

**DISAIN LOW PASS ACTIVE FILTER UNTUK MEREDUKSI
HARMONIK PADA KELUARAN INVERTER PLTS ON-GRID
MENGUNAKAN MULTISIM DI LABORATORIUM TEKNIK
MESIN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh:

YOHANNES PRAYOGA T

NIM: 2152050010



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2025

**DISAIN LOW PASS ACTIVE FILTER UNTUK MEREDUKSI
HARMONIK PADA KELUARAN INVERTER PLTS ON-GRID
MENGUNAKAN MULTISIM DI LABORATORIUM TEKNIK
MESIN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

YOHANNES PRAYOGA T

NIM: 2152050010



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA**

2025



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yohannes Prayoga T

NIM : 2152050010

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Fakultas Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "*DISAIN LOW PASS ACTIVE FILTER UNTUK MEREDUKSI HARMONIK PADA KELUARAN INVERTER PLTS ON-GRID MENGGUNAKAN MULTISIM DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA*" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Buku merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasi atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 24 Juni 2025


Yohannes Prayoga T



PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

DISAIN *LOW PASS ACTIVE FILTER* UNTUK MEREDUKSI HARMONIK
PADA KELUARAN *INVERTER PLTS ON-GRID* MENGGUNAKAN
MULTISIM DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS
KRISTEN INDONESIA

Oleh:

Nama : Yohannes Prayoga T
NIM : 2152050010
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang
Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu/ pada Program Studi Teknik
Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, Juni 2025

Menyetujui:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


(Prof. Atmonobudi Soebagio, MSEE, Ph.D)

NIDN: 0312105002


(Eva Magdalena Silalahi, ST., MT)

NIDN: 0328087408

Ketua Program Studi Teknik Elektro,



(Ir. Bambang Adodo, MT)

NIDN: 033015901

Dekan Fakultas Teknik,



(Dikky Antonius, ST., M.Sc.)

NIDN: 032612610



PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 24 Juni 2025 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Yohannes Prayoga T
NIM : 2152050010
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir Yang berjudul “DISAIN *LOW PASS ACTIVE FILTER* UNTUK MEREDUKSI HARMONIK PADA KELUARAN *INVERTER PLTS ON-GRID* MENGGUNAKAN MULTISIM DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA” oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Prof. Atmonobudi, MSEE, Ph.D.	Sebagai Ketua	
2. Eva Magdalena Silalahi, ST., MT	Sebagai Anggota	
3. Stepanus, ST. M.T	Sebagai Anggota	
4. Susilo, S.Kom., MT	Sebagai Anggota	

Jakarta, 24 Juni 2025



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yohannes Prayoga T
NIM : 2152050010
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : *DISAIN LOW PASS ACTIVE FILTER UNTUK MEREDUKSI HARMONIK PADA KELUARAN INVERTER PLTS ON-GRID MENGGUNAKAN MULTISIM DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA.*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi mana pun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non Eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data Base), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Jakarta, 15 Oktober 2025


METERAI TEMPEL
10000
3777
ayoga T

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan Anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul: **“DISAIN *LOW PASS ACTIVE FILTER* UNTUK MEREDUKSI HARMONIK PADA KELUARAN INVERTER PLTS ON-GRID MENGGUNAKAN MULTISIM DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA”** dengan baik. Tugas Akhir ini disusun dan diselesaikan sebagai syarat untuk mengakhiri program pendidikan Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia. Keberhasilan penyelesaian tugas akhir ini tidak dapat dipisahkan dari dukungan dan bimbingan yang diberikan oleh banyak pihak, baik secara moral maupun materi.

Oleh karena itu, dengan rasa hormat yang mendalam, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik, Bapak Dikky Antonius, S.T., M.Sc. dan Wakil Dekan Ibu Candra Christianti Purnomo S.T., M.T., yang telah memberikan dukungan, fasilitas, serta arahan yang sangat berarti selama proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini. Atas kebijakan dan bimbingan beliau, saya dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Bapak Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph. D, sebagai Dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membantu penulis dalam membenahi, dan membimbing penulis, untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Eva Magdalena Silalahi, ST, MT, sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak waktu, tenaga, serta bimbingannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua dan semua keluarga penulis tercinta yang selalu memberikan support dan dukungan doa, finansial, motivasi, semangat, dan nasehat, terutama kedua orang tua saya, yang telah menjadi inspirasi dan alasan untuk berjuang menyelesaikan studi dari awal perkuliahan sampai selesai tugas akhir ini.

5. Beasiswa Gereja yang telah memberikan beasiswa kepada penulis dari semester 1 sampai semester 4, penulis sangat berterimakasih.
6. Teman-teman program studi Teknik Elektro angkatan 2021, yang telah mendukung dengan informasi.
7. Bou dan Kak Basaria yang telah memberikan semangat dan bantuan baik dari segi material maupun non material, penulis sangat ber terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknik penyajian. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan yang baru bagi pembaca. Akhir kata, dengan penuh rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih yang sedalamnya kepada semua pihak. Tuhan Yesus Memberkati. Amin.

Jakarta, 24 Juni 2025

Yohannes Prayoga T

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
LAMPIRAN	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penulisan	8
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB 2 LANDASAN TEORI	12
2.1 Pendahuluan	12
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	12
2.3 PLTS Sistem <i>On-Grid</i> dan <i>Off-Grid</i>	14
2.3.1 PLTS <i>On-Grid</i>	14
2.3.2 PLTS <i>Off-Grid</i>	15
2.4 Filter Aktif & Analog	15
2.5 Harmonisa	19
2.6 <i>Total Harmonic Distortion</i> (THD) [17]	20
2.6.1 Indeks Harmonik	20
2.6.2 THDi (THD arus)	20
2.6.3 THDv (Tegangan THD)	21
2.7 Standar Harmonik Arus dan Tegangan	21
2.7.1 Standar IEEE 519-2014 untuk THDv	22
2.7.2 Standar IEEE 519-2014 untuk THDi	22
2.8 Faktor Daya Sistem	23
2.9 Bentuk Gelombang Sinus	25
2.9.1 <i>Pure Sinusoidal</i>	25
2.9.2 <i>Semi Sinusoidal</i>	25
2.9.3 <i>Non-Sinusoidal</i>	25
2.10 <i>Software</i> MULTISIM [18]	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Pendahuluan	33

3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	33
3.3	Tahapan Penelitian	33
3.2.1	Identifikasi Masalah	33
3.2.2	Studi Literatur	33
3.2.3	Pengumpulan Data	34
3.2.4	Pengolahan Data	34
3.2.5	Disain dan Simulasi	34
3.2.6	Analisis Hasil Simulasi	34
3.2.7	Kesimpulan	34
3.4	Diagram Alir Penelitian	34
3.5	Tahapan Simulasi dan Pemodelan.	35
BAB 4	ANALISA PENELITIAN	37
4.1	Pendahuluan	37
4.2	Data Panel Surya	37
4.3	Data Hasil Pengukuran Harmonisa	37
4.4	Pengolahan Data Hasil Pengukuran	38
4.5	Disain dan Simulasi Filter	39
4.5.1	Perhitungan Kapasitas Kapasitor untuk Perbaikan Faktor Daya	40
4.5.2	Perhitungan Parameter <i>RF</i> , <i>CF</i> dan <i>R</i> pada Filter Aktif Low-Pass	40
4.5.3	Rangkaian Filter Aktif <i>Low Pass</i>	41
4.6	Analisis Hasil Simulasi	42
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA	47
	LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batas Distorsi Tegangan.	22
Tabel 2.2. Batas Distorsi Arus untuk Sistem 120V hingga 69 kV.	22
Tabel 4.1. Spesifikasi Panel Surya.....	37
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Pada Sisi Keluaran Inverter PLTS <i>on-grid</i>	38
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran THD-i dan Standar IEEE 519-2014.....	39
Tabel 4.4. Komponenr Filter Aktif <i>Low Pass</i>	41
Tabel 4.5. Nilai THD-i setelah difilter.....	43
Tabel 4.6. Nilai THD-i setelah difilter.....	43
Tabel 4.7. Perbandingan nilai THD-i sebelum dan sesudah difilter.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) mempresentasikan waktu domain, dan (b) mempresentasikan frekuensi domain.....	16
Gambar 2.2. Karakteristik magnitudo filter ideal <i>low-pass</i>	18
Gambar 2.3. Perkiraan karakteristik magnitudo <i>low-pass</i>	18
Gambar 2.4. Gelombang Sinusoidal yang mengalami distorsi.[16]	21
Gambar 2.5. Menu pertama saat membuka Multisim (Sumber: neuron.multisim.tutorial).	28
Gambar 2.6. Penempatan Komponen(Sumber: neuron.multisim.tutorial)	29
Gambar 2.7. Contoh Untuk Penempatan Komponen dalam Skematik (Sumber : neuron.multisim.tutorial).	30
Gambar 2.8. Virtual Components (Sumber: neuron.multisim.tutorial).	31
Gambar 2.9. Rotate Components(Sumber :neuron.multisim.tutorial)	31
Gambar 2.10. Place/Wire (Sumber: neuron.multisim.tutorial).....	32
Gambar 2.11. Change Component Values (Sumber: neuron.multisim.tutorial) ..	33
Gambar 2.12. Completed Circuit (Sumber: neuron.multisim.tutorial)	33
Gambar 2.13. Grounding (Sumber: neuron.multisim.tutorial)	34
Gambar 2.14. Simulation (Sumber: neuron.multisim.tutorial).....	34
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 4.1. (a). Sampel pengukuran bentuk gelombang arus dan tegangan, (b). Spektrum harmonik sampel pengukuran harmonisa arus dengan THD-i 5,0 persen.....	38
Gambar 4.2. Rangkaian Filter Aktif <i>Low Pass</i>	41
Gambar 4.3. Blok THD <i>current sources</i>	42
Gambar 4.4. Hasil simulasi Multisim.....	42
Gambar 4.5. Kurva Penurunan THD-I orde 3, 5, 7, 9, 11, 13 dan 15.	45

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Panel Surya.....	56
-------------------------------------	----



DAFTAR ISTILAH

AC	Alternating current
Ah	Ampere hour
DC	Direct current
MW	MegaWatt (10^6 W)
J	Joule
m	Meter (satuan panjang)
V	Volt (satuan tegangan)
PLN	Pembangkit listrik negara
PLTS	Pembangkit listrik tenaga surya
PV	Photovoltaic
W	Watt
Wh	Watt-hour
∞	infinite

ABSTRAK

Penelitian lebih lanjut untuk menganalisis harmonisa pada keluaran inverter PLTS dengan berbagai konfigurasi dan kondisi operasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis harmonisa pada keluaran inverter PLTS menggunakan Multisim, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi sistem PLTS. Tujuan penulis melakukan penelitian adalah: mengetahui tingkat harmonisa arus dan tegangan pada sisi keluaran inverter PLTS *on-grid*, dan merancang rangkaian filter aktif *low pass* berdasarkan tingkat harmonisa pada sisi keluaran inverter PLTS *on-grid* yang mengacu standar IEEE 519-2014 menggunakan Multisim. Berdasarkan hasil simulasi rangkaian filter aktif *low pass* diatas, diperoleh Kesimpulan yaitu: dari hasil pengukuran, diperoleh bahwa THD-v pada sisi keluaran inverter PLTS *on-grid* sebesar 1,55% masih dibawah nilai batas standar IEEE, dan nilai THD-i sebesar 5,38% melebihi standar IEEE 519-2014, Dan diperoleh THD-i dominan orde 3 sebesar 4,09%, dengan memperhitungkan THDv dan THDi, maka diperoleh TPF 0,83, belum memenuhi standar faktor daya $\geq 0,85$, Setelah dilakukan simulasi Multisim, filter aktif dapat mereduksi THD-i menjadi 2,063%, sesuai standar dan faktor daya menjadi 0,94.

Kata kunci: inverter, harmonisa, Multisim, PLTS, THD

ABSTRACT

Further research to analyze harmonics at the output of the PLTS inverter with various configurations and operating conditions. Therefore, this study aims to analyze harmonics at the output of the PLTS inverter using Multisim, so that it can contribute to increasing the efficiency of the PLTS system. The author's objectives in conducting the research are: to determine the level of current and voltage harmonics at the output side of the on-grid PLTS inverter, and to design a low-pass active filter circuit based on the harmonic level at the output side of the on-grid PLTS inverter referring to the IEEE 519-2014 standard using Multisim. Based on the simulation results of the low pass active filter circuit above, the following conclusions are obtained: from the measurement results, it is obtained that the THD-v on the output side of the on-grid PLTS inverter of 1.55% is still below the IEEE standard limit value, and the THD-i value of 5.38% exceeds the IEEE 519-2014 standard, and the dominant THD-i of order 3 is 4.09%, taking into account THDv and THDi, the TPF is 0.83, which does not meet the power factor standard ≥ 0.85 . After the Multisim simulation, the active filter can reduce THD-i to 2.063%, according to the standard and the power factor to 0.94.

Keywords: inverter, harmonics, Multisim, PLTS, THD