

**DESAIN FILTER PASIF HIGH PASS UNDAMPED  
DAN SINGLE TUNED UNTUK MEREDAM  
DISTORSI HARMONISA TOTAL  
DI GEDUNG RUMAH SAKIT**

**SKRIPSI**

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu  
persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

**Oleh:**

**PANTIARSO  
173112700240043**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
AGUSTUS 2024**

**DESAIN FILTER PASIF HIGH PASS UNDAMPED  
DAN SINGLE TUNED UNTUK MEREDAM  
DISTORSI HARMONISA TOTAL  
DI GEDUNG RUMAH SAKIT**

Oleh:

**PANTIARSO**  
**173112700240043**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
AGUSTUS 2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dengan judul:

**“DESAIN FILTER PASIF HIGH PASS UNDAMPED DAN SINGLE TUNED UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA TOTAL DI GEDUNG RUMAH SAKIT”**

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagai mana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagai mana mestinya.



Jakarta, 1 Maret 2024



(Pantiarso)

NIM. 173112700240043

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

**“DESAIN FILTER PASIF HIGH PASS UNDAMPED DAN SINGLE TUNED UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA TOTAL DI GEDUNG RUMAH SAKIT”**

dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.



Jakarta, 29 Agustus 2024

Nama : Pantiarso  
NIM : 173112700240043

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

(Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D.)  
NID. 0301050724

(W.G. Adhyarta U. Keraf, S.T., M.M., MTI.)  
NID. 040017016

Ketua Program Studi,

(Idris Kusuma, S.T., M.T.)  
NID. 0102990616

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Pantiarso  
NPM : 173112700240043  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Desain Filter Pasif High Pass Undamped dan Single Tuned Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total di Gedung Rumah Sakit

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Pembimbing I : Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D.

(.....)

Pembimbing II : W.G. Adhyarta Usse Keraf, S.T., M.M., M.TI.

(.....)

Penguji I : Ir. Rianto Nugroho, M.T.

(.....)

Penguji II : Fuad Djauhari, S.T., M.T.

(.....)

Penguji III : Novi Azman, S.T., Ph.D.

(.....)

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 29 Agustus 2024

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas nikmat dan rahmat-Nya yang telah mengizinkan penulis menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa mustahil menyelesaikan karya ini tanpa doa, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- (1). Dosen pembimbing saya, Bapak Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D dan Bapak W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran mereka untuk membantu saya menyusun skripsi ini.
- (2). Bapak Idris Kusuma, S.T., M.T., sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro, Bapak Fuad Djauhari, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Rianto Nugroho, M.T., sebagai dosen pembimbing akademik saya, atas bimbingan dan arahan mereka selama kuliah.
- (3). Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama menjalani perkuliahan.
- (4). Direktur Rumah Sakit Puri Cinere dan team IPSRS yang telah memberikan izin dan keluangan waktunya dalam pengambilan data.
- (5). Kedua Orangtuaku Bapak Giyanto dan Ibu Suyatini atas suport dan doa terbaiknya.
- (6). Keluarga tercinta saya, Ike Susilowati, Mas Abi, Mas Rasya, dan Adik Muhammad Tsaqif, yang selalu mendukung dan menemani saya dari awal hingga akhir sekolah.
- (7). Sahabat seperjuangan saya, angkatan 2017, senior dan junior, terima kasih karena selalu membantu dan mengingatkan saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
- (8). Semua pihak yang telah membantu penulis namun tidak dapat disebutkan satu per-satu. Terima kasih atas doa dan bantuan kalian semua.

Penulis menyadari bahwa ada kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat yang dapat membantu memperbaiki skripsi di masa depan. Akhir kata, saya berharap skripsi ini akan bermanfaat dan berfungsi sebagai referensi untuk pengembangan ilmu dan pengetahuan.

Jakarta, 29 Agustus 2024  
Pantiarso

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pantiarso  
NPM : 173112700240043  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik dan Sains  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“DESAIN FILTER PASIF HIGH PASS UNDAMPED DAN SINGLE TUNED UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA TOTAL DI GEDUNG RUMAH SAKIT ”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Depok  
Pada tanggal: 29 Agustus 2024  
Yang menyatakan



(Pantiarso)

## ABSTRAK

*Pantiarso, "Desain Filter Pasif High Pass Undamped dan Single Tuned Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total Di Gedung Rumah Sakit", Program S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, M.T. dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., Maret 2024, 53 halaman + xiv + 8 halaman lampiran*

Dalam suatu sistem jaringan tenaga listrik, kualitas daya listrik sangat dipengaruhi oleh kontribusi beban non-linear terhadap timbulnya gelombang harmonik. Gelombang harmonik adalah gelombang yang terdistorsi secara periodik yang terjadi pada gelombang arus dan tegangan. Ini terdiri dari gelombang sinus yang frekuensinya adalah kelipatan bulat dari frekuensi sumber, sehingga bentuknya tidak sinusoidal. Gelombang harmonik dapat merusak peralatan yang bekerja pada gelombang tegangan sinusoidal. Fenomena Total Harmonic Distortion (THD) terjadi dalam sistem kelistrikan di mana gelombang harmonisa yang tidak diinginkan menyebabkan gangguan pada kualitas daya. Untuk mengurangi gangguan distorsi harmonisa ini, filter pasif ditambahkan. Tugas akhir mensimulasikan penambahan filter ke sistem listrik. Perangkat lunak ETAP 19.0.1, yang berfungsi sebagai alat untuk simulasi dan pengujian, digunakan untuk melakukan penelitian ini. Penelitian ini dimulai dengan analisis THD arus dan tegangan. Kemudian, nilainya dikurangi untuk memenuhi standar IEEE 519-2014. Pemasangan filter pasif single tuned dan high pass undamped dapat meredam THD arus dari 22,06% menjadi 4,62% dan THD tegangan dari 9,8% menjadi 2,5%, menurut hasil penelitian. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Puri Cinere, yang terletak di Jl. Maribaya No. 1, Puri Cinere, Depok, Jawa Barat.

**Kata Kunci:** *Total Harmonic Distortion, filter pasif, kualitas daya*



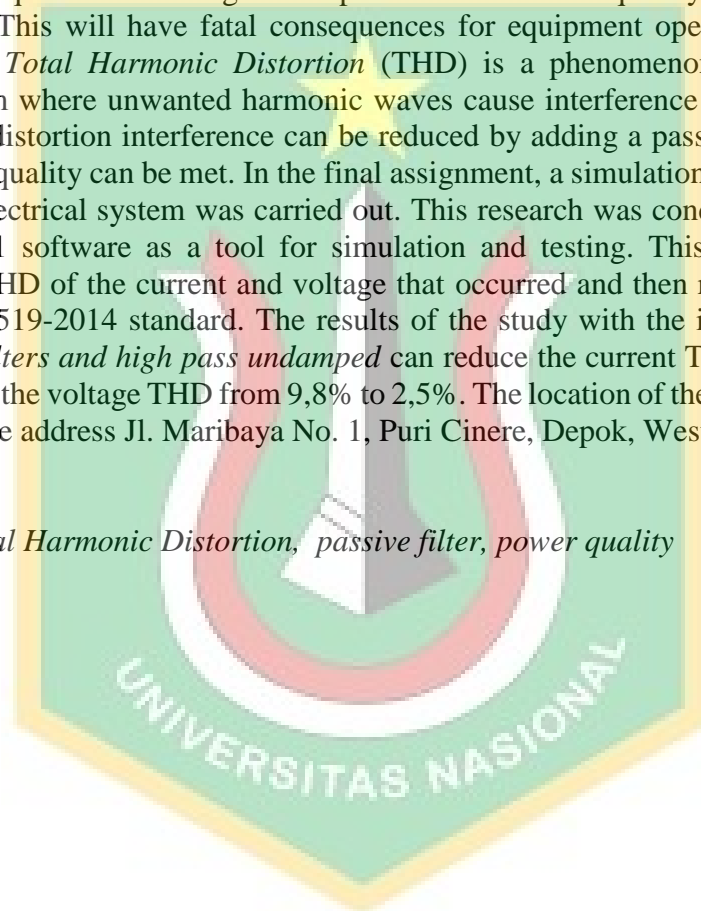


## ABSTRACT

*Pantiarso, " Reducing of Total Harmonic Distortion Using Single – Tuned and High Pass Undamped Passive Filters in Hospital Building", Electrical Engineering Undergraduate Program, Faculty of Engineering and Science, National University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, M.T. and W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., March 2024, 58 pages + xiv + 8 attachment pages*

The contribution of non-linear loads to the emergence of harmonic waves greatly affects the quality of electrical power in an electric power network system. Harmonic waves are periodically distorted waves that occur in current and voltage waves, consisting of sine waves whose frequencies are integer multiples of the source frequency, so that the shape is not sinusoidal. This will have fatal consequences for equipment operating on sinusoidal voltage waves. *Total Harmonic Distortion (THD)* is a phenomenon that occurs in an electrical system where unwanted harmonic waves cause interference with power quality. This harmonic distortion interference can be reduced by adding a passive filter so that the required power quality can be met. In the final assignment, a simulation modeling of adding a filter to the electrical system was carried out. This research was conducted with the help of ETAP 19.0.1 software as a tool for simulation and testing. This research began by analyzing the THD of the current and voltage that occurred and then reducing its value to meet the IEEE 519-2014 standard. The results of the study with the installation of single tuned *passive filters and high pass undamped* can reduce the current THD from 22,06% to 4,62% while for the voltage THD from 9,8% to 2,5%. The location of the study is Puri Cinere Hospital with the address Jl. Maribaya No. 1, Puri Cinere, Depok, West Java.

**Keywords:** *Total Harmonic Distortion, passive filter, power quality*



## DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GRAFIK .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Urgensi Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metode Penyelesaian Masalah.....	4
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Faktor Daya .....	6
2.3 Beban Listrik .....	8
2.4 Pengertian Harmonisa.....	9
2.5 <i>Total Harmonic Distortion</i> (THD) .....	12
2.6 Standar Harmonisa Arus dan Tegangan .....	13
2.7 Efek Gelombang Harmonisa .....	14
2.8 Filter Harmonisa .....	15
2.9 Filter Aktif .....	15
2.10 Filter Pasif .....	15
2.10.1 <i>Single Tuned Filter</i> .....	18
2.10.2 <i>High Pass Damped filter</i> .....	19
2.11 Filter Hybrid .....	21
2.12 <i>Single Line Diagram</i> (SLD) .....	21
2.13 <i>Electrical Transient and Analysis Program</i> (ETAP) .....	22
2.14 Persentase Error penelitian.....	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	23
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	23
3.2 Bahan dan Instrument Penelitian .....	23
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	24
3.4 Sistem Kelistrikan Gedung Rumah Sakit Puri Cinere.....	25
3.5 Simulasi Pada ETAP .....	27
3.6 Standar IEEE-519-2014.....	27
3.7 <i>Simulasi Load Flow Analysis</i> dan <i>Harmonic Analysis</i> .....	28
3.8 Rancangan Kebutuhan Filter Pasif <i>Single Tuned</i> .....	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
4.1 Analisis Hasil Simulasi.....	38

4.2	Analisis Simulasi <i>Load Flow</i> .....	39
4.3	Analisis Harmonisa Setelah Pemasangan Filter .....	40
4.4	analisa dan Validasi Hasil Perancangan .....	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga daya.....	6
Gambar 2.2 Gelombang fundamental.....	10
Gambar 2.3 Gelombang harmonik ketiga .....	10
Gambar 2.4 Gelombang fundamental yang terdistorsi.....	11
Gambar 2.5 filter harmonisa.....	16
Gambar 2.6 Jenis jenis filter harmonisa. ....	16
Gambar 2.7 Rangkaian <i>single tuned filter</i> .....	18
Gambar 2.8 <i>High pass undamped filter</i> .....	20
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian .....	24
Gambar 3.2 <i>Load Flow Analysis</i> tanpa filter .....	29
Gambar 3.3 <i>Harmonic Load Flow</i> tanpa filter .....	30
Gambar 3.4 <i>Waveform</i> kondisi bus mengalami distorsi .....	31
Gambar 3.5 <i>Spectrum</i> kondisi bus mengalami distorsi.....	32
Gambar 3.6 Filter orde 5 pada Bus LVMBD .....	37
Gambar 3.7 Filter orde 7 pada Bus LVMBD .....	37
Gambar 3.8 Filter orde 11 pada Bus LVMBD .....	38
Gambar 4.1 <i>Load Flow Analysis</i> dengan filter .....	39
Gambar 4.2 <i>Waveform</i> pada Bus setelah pemasangan filter... ..	40
Gambar 4.3 <i>Spectrum</i> pada Bus setelah pemasangan filter.....	41
Gambar 4.4 <i>Waveform</i> pada Transformator setelah pemasangan filter .....	41
Gambar 4.5 <i>Spectrum</i> pada Transformator setelah pemasangan filter .....	42
Gambar 4.6 <i>Harmonic Analysis</i> setelah pemasangan filter.....	43



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Frekuensi fundamental dan kelipatannya .....	9
Tabel 2.2 Standar batas <i>distorsi harmonik</i> tegangan (IEEE 519-2014).....	12
Tabel 2.3 Standar batas <i>distorsi harmonik</i> arus dengan $V_n \leq 69$ kV .....	13
Tabel 3.1 Data transformator.....	25
Tabel 3.2 Data beban gedung .....	26
Tabel 3.3 Data <i>variable frequency drive</i> .....	26
Tabel 3.4 Data simulasi <i>Harmonic Load Flow</i> tanpa filter .....	31
Tabel 3.5 IHD <sub>i</sub> pada Bus .....	33
Tabel 3.6 Beban pada Bus .....	35
Tabel 3.7 Kapasitas filter Single Tuned.....	36
Tabel 3.8 Kapasitas filter <i>high pass Undamped</i> .....	37
Tabel 4.1 Faktor Daya dengan pemasangan filter .....	41
Tabel 4.2 Perbandingan <i>Current Spectrum</i> terhadap frekuensi.....	42
Tabel 4.3 Perbandingan <i>Voltage Spectrum</i> terhadap frekuensi.....	43
Tabel 4.4 Perbandingan hasil perancangan dan simulasi .....	50
Tabel 4.5 Perbandingan toleransi hasil perancangan dan simulasi.....	50



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik <i>Current Spectrum</i> .....	42
Grafik 4.2 Grafik <i>Voltage Spectrum</i> .....	43
Grafik 4.3 Grafik validasi perancangan dan simulasi.....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.1</b>	<i>Load Flow Report</i> tanpa filter .....	55
<b>Lampiran 1.2</b>	<i>Load Flow Report</i> tanpa filter .....	56
<b>Lampiran 1.3</b>	<i>Load Flow Report</i> dengan filter .....	57
<b>Lampiran 1.4</b>	<i>Load Flow Report</i> dengan filter .....	58
<b>Lampiran 1.5</b>	<i>System Harmonics Bus Information</i> tanpa filter .....	59
<b>Lampiran 1.6</b>	<i>System Harmonics Bus Information</i> dengan filter .....	60
<b>Lampiran 1.7</b>	<i>Harmonics level for drives AltivarProcess</i> .....	61
<b>Lampiran 1.8</b>	Tabel Frekuensi, Arus dan Tegangan .....	62



