

**PERANCANGAN FILTER *HIGH-PASS* DAN *SINGLE TUNED*
UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA
TOTAL PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DI
RUMAH SAKIT KARANG TENGAH MEDIKA**

SKRIPSI

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

Oleh:

**DANIEL TOGATOROP
197002426089**



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

**PERANCANGAN FILTER *HIGH-PASS* DAN *SINGLE TUNED*
UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA
TOTAL PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DI
RUMAH SAKIT KARANG TENGAH MEDIKA**

Oleh:

DANIEL TOGATOROP
197002426089



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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dengan judul:

“Perancangan Filter *High-Pass* Dan *Single Tuned* Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total Pada Sistem Tenaga Listrik di Rumah Sakit Karang Tengah Medika”

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, 20 Agustus 2024



(Daniel Togatorop)
NIM. 197002426089

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“Perancangan Penggunaan Filter *High-Pass* Dan *Single Tuned* Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total Pada Sistem Tenaga Listrik Di Rumah Sakit Karang Tengah Medika”.

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, 20 Agustus 2024

Nama : Daniel Togatorop
NIM : 197002426089



Pembimbing Utama

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

Pembimbing Pendamping

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

Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Ir. Idris Kusuma, S.T., M.T.)
NID. 010990618

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Daniel Togatorop

NPM : 197002426089

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Perancangan Penggunaan Filter *High-Pass* Dan *Single Tuned* Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total Pada Sistem Tenaga Listrik di Rumah Sakit Karang Tengah Medika

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.



DEWAN PENGUJI

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 : Ir. Idris Kusuma, M.T. (.....) 

Penguji III : Novi Azman, S.T., M. T., Ph.D. (.....) 

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 20 Agustus 2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya ini dengan baik dan waktu yang tepat. Saya sebagai penulis skripsi ini, menyadari bahwa tanpa doa, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak akan sulit untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh sebab itu saya mengucapkan terimakasih kepada:

- 1) Bapak Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D. dan W.G. Adhyarta Usse Keraf. S.T., M.M., M.TI. sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mengarahkan saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
- 2) . Bapak Ir. Idris Kusuma, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, bapak Fuad Djauhari, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, dan Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D. selaku Dekan Teknik Elektro, terimakasih banyak saya ucapkan yang telah membimbing saya selama masa menjalani perkuliahan.
- 3) Terimakasih juga kepada seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan.
- 4) Terimakasih juga kepada Ibu saya Mastia Sianturi yang telah mendukung, menasihati, dan mendoakan saya selama menjali perkuliahan.
- 5) Terimakasih juga kepada saudara saudara saya, abang dan kakak saya yang telah banyak membantu tenaga, pikiran, dan ekonomi selama masa perkuliahan.
- 6) Terimakasih juga kepada teman teman saya yang telah membantu dan mendukung selama menyelesaikan skripsi saya.

Penulis sadar bahwa banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis siap menerima masukan atau kritik dan saran yang membangun dan kiranya dapat membantu agar lebih baik lagi kedepannya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan mamfaat dan refrensi bagi pengembang ilmu pengetahuan.



Jakarta, 20 Agustus 2024
Penulis

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

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

Nama : Daniel Togatorop
NPM : 197002426089
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:

“PERANCANGAN FILTER *HIGH-PASS* DAN *SINGLE TUNED* UNTUK MEREDAM DISTORSI HARMONISA TOTAL PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DI RUMAH SAKIT KARANG TENGAH MEDIKA”

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: Jakarta
Pada tanggal: 20 Agustus 2024
Yang menyatakan



(Daniel Togatorop)



ABSTRAK

Daniel Togatorop, "Perancangan Filter High-Pass Dan Single Tuned Untuk Meredam Distorsi Harmonisa Total Pada Sistem Tenaga Listrik di Rumah Sakit Karang Tengah Medika", Program S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D. dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., 20 Agustus 2024, 63 halaman + xii+halaman lampiran.

Operasi beban nonlinier dapat menyebabkan terganggunya harmonisa dalam bentuk gelombang tegangan dan arus. Harmonisa ini dapat menyebabkan kerusakan alat-alat dalam sistem kelistrikan gedung. Rumah sakit RSKTM berdiri sejak tahun 2010. Rumah sakit RSKTM belum pernah mengantisipasi harmonisa karena pengaruh beban nonlinier sejak didirikan. Akibatnya terjadi harmonisasi pada sistem kelistrikan rumah sakit, yang mengakibatkan penurunan kinerja dan kerusakan pada peralatan yang digunakan. Menurut standar IEEE 519-2014, standar harmonisa adalah 5%, dan setelah pengujian dan pengukuran awal, ditemukan nilai THD (*Total Harmonic Distortion*) yang cukup tinggi, dengan nilai THDi sebesar 40,33% dan THDv sebesar 15,19%. Untuk mengatasi harmonisa tersebut, maka dilakukan perancangan filter *high-pass damped* dan *single tuned* untuk meredam harmonisa pada sistem kelistrikan rumah sakit RSKTM. Setelah pemasangan filter *high-pass damped*, harmonisa pada sistem kelistrikan rumah sakit RSKTM menjadi 79,05% pada THDi dan 20,68% pada THDv. Setelah pemasangan filter *single tuned*, THDi menjadi 4,75% dan 4,64% pada THDv. Setelah pemasangan filter *high pass damped* dan *single tuned* dipasang secara bersamaan, THDi menjadi 1,49% dan THDv menjadi 1,91%.

Kata Kunci : *Beban non-linear, Harmonisa, THD, Filter, Etap*

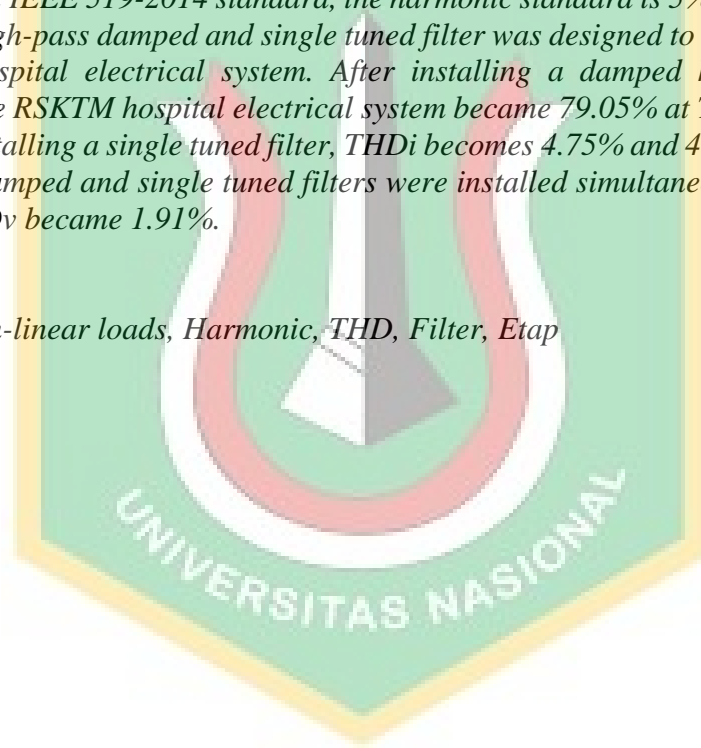


ABSTRACT

Daniel Togatorop, "Reducing of Total Harmonic Distortion Using High Pass and Single Tuned Passive Filter at Karang Tengah Medika Hospital", Bachelor Degree Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, National University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D. dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., 20 August 2024, 63 page + xii+attachment page.

Nonlinear load operation can cause harmonic deformations in the form of voltage and current waves. These harmonics can cause damage to equipment operating in a building's electrical system. As happened at the RSKTM hospital. This hospital has been established since 2010 until now. Since the founding of the RSKTM hospital, harmonic anticipation has never been carried out due to the influence of nonlinear loads. Because this anticipation had not been carried out, harmonics occurred in the RSKTM hospital's electrical system which resulted in a decrease in performance and damage to the equipment operating in the hospital. After initial checks and measurements, there was a THD (Total Harmonic Distortion) value that was quite high, with a THDi value of 40,33% and a THDv of 15,19%. According to the IEEE 519-2014 standard, the harmonic standard is 5%. To overcome these harmonics, a high-pass damped and single tuned filter was designed to reduce harmonics in the RSKTM hospital electrical system. After installing a damped high-pass filter, the harmonics in the RSKTM hospital electrical system became 79.05% at THDi and 20.68% at THDv. After installing a single tuned filter, THDi becomes 4.75% and 4.64% at THDv. After the high pass damped and single tuned filters were installed simultaneously, THDi became 1.49% and THDv became 1.91%.

Keywords: Non-linear loads, Harmonic, THD, Filter, Etap



DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Urgensi penelitian.....	3
1.6. Metode Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.3. Kualitas Daya listrik.....	7
2.4. Harmonisa	7
2.5. Sumber-Sumber Harmonisa	8
2.6. Orde harmonisa	12
2.7. Filter Harmonisa.....	14
2.8. ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>).....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	20
3.3. Sumber Data	21
3.4. Jenis Data	21
3.5. Teknik Pengumpulan Data	21
3.6. Analisis Data Penelitian	21
3.7. Flowchat Penelitian	22
3.8. <i>Single Line Diagram</i> RSKTM.....	22
3.9. <i>Pengelompokan Beban Pada Sistem Kelistrikan</i> RSKTM.....	23
3.10. Menghitung Arus Hubung Singkat	27
3.11. Menghitung Arus Beban Maksimum	27
3.12. Menghitung Rasio Hubung Singkat	28
3.13. <i>Simulasi</i> Etap.....	29
3.14. <i>Pemodelan Single Line Diagram</i> dan simulasi pada software Etap 19.0.1	29
3.15. <i>Simulasi Awal Pada Sistem Kelistrikan Rumah Sakit</i> RSKTM	37
3.16. <i>Simulasi Awal Analisis Load Flow</i>	39
3.17. <i>Wavefrom</i> Harmonisa Pada THDi dan THDv	40
3.18. <i>Spectrum</i> Harmonisa Pada THDi dan THDv	42
3.19. <i>Perancangan Filter</i>	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1. <i>Analisis</i> Harmonisa THDi dan THDv Setelah Pemasangan Filter.....	50
4.2. <i>Analisis Load Flow</i> Setelah Pemasangan Filter.....	63

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	72



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyalur Utama Tenaga listrik	7
Gambar 2.2 Gelombang harmonisasi	8
Gambar 2.3 Gelombang arus netral akibat <i>triplen</i> harmonisa.....	11
Gambar 2.4 Filter harmonisa.....	15
Gambar 2.5 <i>Software</i> ETAP 19.0.1.....	19
Gambar 3.1 Flowchat penelitian	22
Gambar 3.2 <i>Single line diagram</i> RSKTM.....	24
Gambar 3.3 Pemasangan <i>Power Grid</i> di Etap.....	30
Gambar 3.4 Pemasangan Kabel di Etap	31
Gambar 3.5 Pemasangan High Voltage Circuit Breake	32
Gambar 3.6 Pemasangan Bus di Etap	33
Gambar 3.7 Pemasangan Transformator di Etap.....	34
Gambar 3.8 Pemasangan beban di Etap	35
Gambar 3.9 <i>Single Line Diagram</i> pada <i>Software</i> Etap.....	36
Gambar 3.10 Simulasi awal pada <i>Software</i> Etap 19.0.1.	38
Gambar 3.11 <i>Wavefrom THDi</i> pada transformator sebelum di filter	40
Gambar 3.12 <i>Simulasi awal analisis load flow</i>	41
Gambar 3.13 <i>Wavefrom THDv</i> pada busbar	42
Gambar 3.14 <i>Spectrum THDi</i> pada transformator sebelum di filter	43
Gambar 3.15 <i>Spectrum THDv</i> pada busbar.....	43
Gambar 3.16 Filter harmonisa.....	44
Gambar 3.17 Filter <i>high pass damped</i> pada orde 11	46
Gambar 3.18 Filter <i>single tuned</i> pada orde 5	48
Gambar 3.19 Filter <i>single tuned</i> pada orde 7	48
Gambar 4.1 <i>Spectrum IHDi</i> setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i>	51
Gambar 4.2 <i>Wavefrom THDi</i> setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i>	51
Gambar 4.3 <i>Spectrum IHDv</i> setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i>	52
Gambar 4.4 <i>Wavefrom THDv</i> setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i>	53
Gambar 4.5 <i>Run frequency calculation</i> filter <i>high pass damped</i>	53
Gambar 4.6 <i>Spectrum IHDi</i> setelah pemasangan filter <i>single tuned</i>	55
Gambar 4.7 <i>Waveform THDi</i> setelah pemasangan filter <i>single tuned</i>	55
Gambar 4.8 <i>Spectrum THDv</i> setelah pemasangan filter <i>single tuned</i>	56
Gambar 4.9 <i>Wavefrom THDv</i> setelah pemasangan filter <i>single tuned</i>	57
Gambar 4.10 <i>Run frequency calculation</i> filter <i>single tuned</i>	57
Gambar 4.11 <i>Spectrum THDi</i> setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	59
Gambar 4.12 <i>Spectrum THDi</i> setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	59
Gambar 4.13 <i>Spectrum THDv</i> setelah pemasangan filter <i>high pass</i> dan <i>single tuned</i>	61
Gambar 4.14 <i>Wavefrom THDv</i> setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	61
Gambar 4.15 <i>Run frequency calculation</i> filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	62
Gambar 4.16 Beban operasi setelah pemasangan filter <i>single tuned</i> pada bus bar 2	63
Gambar 4.17 Beban operasi setelah pemasangan filter <i>single tuned</i> pada bus bar 3	64
Gambar 4.18 Beban operasi setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> pada bus bar 2.....	65
Gambar 4.19 Beban operasi setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> pada bus bar 3.....	65
Gambar 4.20 Beban operasi setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	66
Gambar 4.21 Beban operasi setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Voltage Distortion Limits according to IEEE 519-2014</i>	12
Tabel 2.2 <i>Current Harmonic Limits</i>	13
Tabel 3.1 Beban pada SDPI	23
Tabel 3.2 Beban pada SDP2.....	25
Tabel 3.3 Beban pada SDP3.....	25
Tabel 3.4 Beban pada SDP4.....	25
Tabel 3.5 Beban pada SDP5.....	26
Tabel 3.6 Beban pada lantai atap	26
Tabel 3.7 Data daya nyata dan daya semu	27
Tabel 3.8 Arus beban setiap SDP	28
Tabel 3.9 Nilai <i>Isc</i> dan <i>Scr</i>	28
Tabel 3.10 Data simulasi awal THDi pada kelistrikan RSKTM	37
Tabel 3.11 Data simulasi awal THDv pada kelistrikan RSKTM	39
Tabel 3.12 Data perhitungan THDi.....	45
Tabel 3.13 Nilai komponen filter <i>high pass damped</i>	46
Tabel 3.14 Nilai filter <i>single tuned</i> pada orde 5 dan 7	48
Tabel 4.1 Nilai IHDi setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i>	50
Tabel 4.2 Nilai IHDv setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i>	52
Tabel 4.3 Nilai IHDi setelah pemasangan filter <i>single tuned</i>	54
Tabel 4.4 Nilai THDv setelah pemasangan filter <i>single tuned</i>	56
Tabel 4.5 Nilai IHDi setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	58
Tabel 4.6 Nilai IHDv setelah pemasangan filter <i>high pass damped</i> dan <i>single tuned</i>	60
Tabel 4.7 THD arus dan tegangan sebelum dan sesudah pemasangan filter.....	62
Tabel 4.8 Beban operasi dan aliran arus sebelum dan sesudah di filter	67
Tabel 4.9 <i>Power faktor</i> sebelum dan setelah pemasangan filter	67

