



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**ANALISIS HARMONISA PADA PENYULANG  
GELITING PT. PLN KAB. SIKKA AKIBAT  
INTEGRASI PLTS WAIRBLELER  
KAPASITAS 1 MWP**

**Irenetta Boru Silalahi  
NIM 2312901**

**Dosen pembimbing  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, IPU, ASEAN Eng  
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Februari 2025**



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI - TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**ANALISIS HARMONISA PADA PENYULANG  
GELTING PT. PLN KAB. SIKKA AKIBAT  
INTEGRASI PLTS WAIRBLELER  
KAPASITAS 1 MWP**

Irenetta Boru Silalahi  
NIM 2312901

Dosen pembimbing  
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, IPU, ASEAN Eng  
Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Februari 2025

**ANALISIS HARMONISA PADA PENYULANG  
GELITING PT. PLN KAB. SIKKA AKIBAT  
INTEGRASI PLTS KAPASITAS 1 MWP**

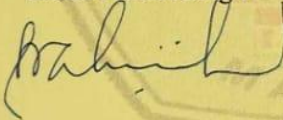
**SKRIPSI**

**IRENETTA BORU SILALAH I  
2312901**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi Teknik Energi Listrik  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi,  
MSEE, IPU, ASEAN Eng  
NIP. Y. 1018500108

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Widodo Pudi Muljanto, MT.  
NIP. Y. 1028700171

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmalia Suryani Faradisa ST., MT.  
NIP. P. 1030000365

MALANG  
Februari, 2025



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT BSI (PERSERO) MALANG  
BANK NISDA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Murtisngi), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Irenetta Boru Silalahi  
NIM : 2312901  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester ganjil 2024/2025  
Judul Skripsi : Analisis Harmonisa Pada Penyulang Geliting PT. PLN  
Kab. Sikka Akibat Integrasi PLTS Wairbleler  
Kapasitas 1 MWP

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu  
(S-1) pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 10 Februari 2025  
Nilai : **80,30%**

Majelis Penguji

Ketua

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, IPU, ASEAN Eng  
NIP. Y. 1018500108

Anggota Penguji

Penguji I

Awan Uji Kriptomanto, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19800301 200501 1 002

Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT.  
NIP. Y. 1030100371

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Irenetta Boru Silalahi  
NIM : 2312901  
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Teknik Energi Listrik  
ID KTP / Paspor : 1208016102010001  
Alamat : Jl. Perusahaan Raya, Tanjungtirto, Singosari,  
Kab. Malang, Jawa Timur  
Judul Skripsi : Analisis Harmonisa Pada Penyulang Geliting  
PT. PLN Kab. Sikka Akibat Integrasi PLTS  
Wairbleler Kapasitas 1 MWP

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, Februari 2025  
Yang membuat pernyataan



(Irenetta Boru Silalahi)  
2312901

## **ABSTRAK**

# **ANALISIS HARMONISA PADA PENYULANG GELITING PT. PLN KAB. SIKKA AKIBAT INTEGRASI PLTS WAIRBLELER KAPASITAS 1 MWP**

**IRENETTA BORU SILALAH, NIM : 2312901**

**Dosen Pembimbing I: Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE,  
IPU, ASEAN Eng**

**Dosen Pembimbing II: Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.**

Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ke dalam sistem distribusi listrik dapat memberikan manfaat, seperti peningkatan efisiensi energi dan pengurangan beban pada gardu induk. Namun, integrasi PLTS juga dapat menimbulkan permasalahan kualitas daya, salah satunya adalah harmonisa yang dihasilkan oleh inverter PLTS. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak integrasi PLTS Wairbleler berkapasitas 1 MWp terhadap harmonisa pada penyulang Geliting dengan menggunakan software ETAP 19.0.1. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sebelum terintegrasi dengan PLTS nilai THDv-nya sebesar 1.41 % dan setelah terintegrasi dengan PLTS nilai THDv-nya sebesar 11.06 %. Untuk melakukan perbaikan nilai distorsi yang melebihi batas standar IEEE 519-1992 dilakukan pemasangan filter harmonisa. Setelah dilakukan pemasangan filter single tuned, persentase nilai THD mengalami penurunan yang awalnya memiliki nilai THD 11.06 % menjadi 1.84 %.

**Kata kunci:** PLTS, Distorsi Harmonisa, Filter Harmonisa, ETAP 19.0.1

## **ABSTRACT**

### **ANALISIS HARMONISA PADA PENYULANG GELITING PT. PLN KAB. SIKKA AKIBAT INTEGRASI PLTS WAIRBLELER KAPASITAS 1 MWP**

**IRENETTA BORU SILALAH, NIM: 2312901**

**Supervisor I: Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, IPU,  
ASEAN Eng**

**Supervisor II: Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.**

Integration of Solar Power Plants (PLTS) into the electricity distribution system can provide benefits, such as increasing energy efficiency and reducing the load on main substations. However, PLTS integration can also cause power quality problems, one of which is the harmonics produced by the PLTS inverter. This research aims to analyze the impact of the integration of the Wairbleler PLTS with a capacity of 1 MWp on harmonics in the Geliting feeder using ETAP 19.0.1 software. The simulation results show that before being integrated with PLTS the THD<sub>v</sub> value was 1.41 % and after being integrated with PLTS the THD<sub>v</sub> value was 11.06 %. To correct distortion values that exceed the IEEE 519-1992 standard limits, a harmonic filter is installed. After installing the single tuned filter, the THD value percentage decreased from initially having a THD value of 11.06 % to 1.84 %.

**Keyword:** PLTS, Harmonic Distortion, Harmonic Filter, ETAP 19.0.1





## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai kendala. Namun, berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, S.T.,M.T.,Ph.D. selaku Rektor ITN
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, IPU, ASEAN Eng selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT. selaku Dosen Pembimbing II
4. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
5. Kedua orang tua atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Antonius D. W. Hurint yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan skripsi ini, memberi dukungan baik tenaga, dan waktu.
7. Teman-teman Teknik Elektro yang turut serta memberi kontribusi selama perkuliahan

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penyelesaian skripsi ini tidak dapat tercapai dengan baik. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca.

Malang, Februari 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II .....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sistem Jaringan Distribusi.....	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	5
2.3 Harmonisa .....	6
2.4 Orde Harmonisa .....	8
2.5 Jenis-Jenis Harmonisa .....	8
2.6 Sumber-Sumber Harmonisa .....	9
2.7 Proses Terjadinya Harmonisa.....	11
2.8 Dampak Harmonisa.....	11
2.9 Indeks Harmonisa.....	12
2.9.1 Distorsi Harmonisa Individual ( <i>Individual Harmonic Distortion</i> ).....	12

2.9.2	Distorsi Harmonisa Total ( <i>Total Harmonic Distortion</i> )	13
2.9.3	Total Demand Distortion	13
2.10	Spektrum Harmonisa	14
2.11	Standarisasi Harmonisa	15
2.12	Identifikasi Harmonisa	17
2.13	Mitigasi Harmonisa	17
2.13.1	Mengurangi Arus Harmonisa	18
2.13.2	Menambahkan Filter Harmonisa	18
2.13.3	Modifikasi Respon Frekuensi Sistem	18
2.14	Filter Harmonisa	18
2.14.1	Filter Aktif	19
2.14.2	Filter Pasif	19
2.15	Design Single Tuned Passive Filter	21
2.16	ETAP	23
BAB III		25
METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Teknik Pengumpulan Data	25
3.1.1	Single Line Diagram Penyulang Geliting	25
3.1.2	Data Transformator	28
3.1.3	Data Beban	29
3.1.4	Data Saluran	31
3.1.5	PLTS Wairbleler 1 MWp	34
3.2	ETAP	35
3.3	Prosedur Penetian	35
3.3.1	Flowchart Existing Sistem	36

3.3.2	Flowchart dengan Integrasi PLTS.....	37
BAB IV	.....	39
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	39
4.1	<i>Harmonic Analysis</i> Kondisi Eksisting.....	39
4.2	<i>Harmonic Analysis</i> Kondisi Setelah Diintegrasikan dengan PLTS .....	41
4.3	Perancangan Filter <i>Single Tuned</i> untuk Meredam Distorsi Harmonisa .....	45
4.4	Hasil Simulasi Harmonisa Setelah Pemasangan Filter .....	48
BAB V	.....	51
PENUTUP	.....	51
5.1	Kesimpulan .....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	.....	53
LAMPIRAN	.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gelombang Fundamental, Gelombang Harmonisa, dan Gelombang Terdistorsi .....	7
Gambar 2. 2 Karakteristik Gelombang Pada Beban Linier .....	10
Gambar 2. 3 Spektrum Harmonisa .....	14
Gambar 2. 4 Konfigurasi Filter Pasif.....	20
Gambar 2. 5 (a) Rangkaian Single Tuned Passive Filter, (b) Kurva Impedansi Terhadap Frekuensi.....	21
Gambar 3. 1 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Geliting (a).....	26
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Geliting (b).....	27
Gambar 3. 3 PLTS Wairbleler 1 MWp.....	35
Gambar 3. 4 Flowchart Existing Sistem .....	36
Gambar 3. 5 Flowchart dengan Integrasi PLTS.....	37
Gambar 4. 1 Spektrum pada Bus 12 .....	44
Gambar 4. 2 Bentuk Gelombang Terdistorsi Akibat Integrasi PLTS .....	45
Gambar 4. 3 Hasil Simulasi Harmonisa Setelah Pemasangan Filter .....	48
Gambar 4. 4 Spektrum Setelah Pemasangan Filter.....	49
Gambar 4. 5 Bentuk Gelombang Harmonisa Setelah Pemasangan Filter .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Polaritas Komponen Harmonik .....	9
Tabel 2. 2 Akibat Polaritas Komponen Harmonik.....	9
Tabel 2. 3 Standar Batas Maksimum Distorsi Arus Harmonisa .....	16
Tabel 2. 4 Batas Tegangan Harmonisa .....	16
Tabel 3. 1 Data Trafo Penyulang Geliting .....	28
Tabel 3. 2 Data Beban Penyulang Geliting.....	30
Tabel 3. 3 Data Saluran Penyulang Geliting.....	31
Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Harmonisa Sebelum Terintegrasi PLTS	39
Tabel 4. 2 Hasil Simulasi Harmonisa Setelah Diintegrasikan dengan PLTS.....	41