

TUGAS AKHIR

**ANALISA HARMONISA PADA *WATER TREATMENT*
PLANT DI PDAM DELTA TIRTA SIDOARJO
IPA KEDUNGULING**



Disusun Oleh :

MUHAMMAD YUSRIL ISVAN HAIKAL ZAM ZAMI
NBI : 1451800038

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA HARMONISA PADA *WATER TREATMENT*
***PLANT* DI PDAM DELTA TIRTA SIDOARJO**
IPA KEDUNGULING



Disusun Oleh:

MUHAMMAD YUSRIL ISVAN 1451800038
HAIKAL ZAM ZAMI

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
TAHUN 2022

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD YUSRIL ISVAN HAIKAL
ZAM ZAMI
NBI : 1451800038
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA HARMONISA PADA WATER
TREATMENT PLANT DI PDAM DELTA
TIRTA SIDOARJO IPA KEDUNGULING

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Aris Heri Andriawan, ST., MT.
NPP. 20450.03.0558

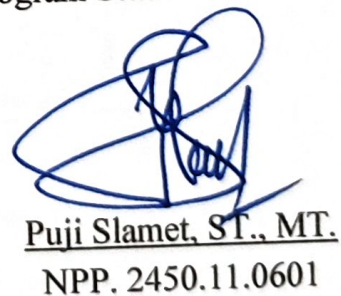
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik Elektro



Dr. Ines Sajiyo, M.Kes.
NPP. 2410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 2450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD YUSRIL ISVAN HAIKAL ZAM ZAMI
NBI : 1451800038
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

“ANALISA HARMONISA PADA *WATER TREATMENT PLANT* DI PDAM DELTA TIRTA SIDOARJO IPA KEDUNGULING”

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 7 Februari 2022

Penulis



Muhammad Yusril Isvan Haikal

NBI. 1451800038



**UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA**

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **MUHAMMAD YUSRIL ISVAN HAIKAL ZAM ZAMI**
NBI/ NPM : **1451800038**
Fakultas : **TEKNIK**
Program Studi : **ELEKTRO**
Jenis Karya : **TUGAS AKHIR**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**ANALISA HARMONISA PADA WATER TREATMENT PLANT DI
PDAM DELTA TIRTA SIDOARJO IPA KEDUNGULING**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 7 Februari 2022

Vanc Menyatakan,


97AJX901995210
(Muhammad Yusril Isvan Haikal)

ABSTRAK

Water treatment plant Kedung Uling merupakan instalasi pengolahan air minum milik PDAM Sidoarjo, hampir semua kegiatan dalam pengolahan air memanfaatkan energi listrik, seperti motor listrik *submersible* dan *sentrifugal* dengan pengendali, komputer, ac inverter, dan masih banyak lainnya yang termasuk beban non-linier. Beban non-linier merupakan beban listrik yang korelasi antara tegangan dengan arusnya tidak seimbang, beban non-linier ini akan mengakibatkan gangguan harmonisa pada sistem tenaga listrik yang menyebabkan berkurangnya masa pakai peralatan listrik, Harmonisa diartikan sebagai distorsi frekuensi tegangan dan arus yang tidak sinusoidal dari frekuensi murni. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan harmonisa pada *Water treatment plant* Kedung Uling yang akan dibandingkan dengan standar SPLN D5.004-1: 2012 sebagai bahan rekomendasi peredaman harmonisa arus dan tegangan. Hasil pengukuran dan analisa menunjukkan adanya harmonisa pada panel SDP 2 dengan nilai harmonisa untuk fasa R sebesar 42.2%, fasa S sebesar 42.1%, dan fasa T sebesar 48.6 %, setelah dibandingkan dengan standar harmonisa, semua fasa melebihi standart SPLN dengan nilai standar 20%. Maka diperlukan adanya peredaman harmonisa dengan filter *single tunde* yang akan meredam pada orde ke-5, Nilai komponen filter harmonisa untuk kapasitor (C) sebesar 678.7 μF , nilai induktor (L) sebesar 0.73882 mH, dan nilai Resistornya (R) sebesar 0.00387 Ω . Sedangkan untuk peredaman pada orde ke-7 nilai komponen untuk kapasitor (C) sebesar 678.7 μF , nilai induktor (L) sebesar 0.376433mH, dan Resistornya (R) sebesar 0.00237 Ω .

Kata kunci: Beban non-linier, Filter Single tuned, Harmonisa, Standar SPLN

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulisan laporan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Surabaya, yang mana tempat penulis menempuh pendidikan strata satu dan tempat penulis mengembangkan diri. Penulisan laporan tugas akhir ini diberi judul *Analisa Harmonisa Pada Water Treatment Plant PDAM Delta Tirta Sidoarjo IPA KedungUing*. Karena berawal dari ketidaksengajaan penulis menemukan hasil pengukuran yang cocok digunakan sebagai judul laporan akhir dari penelitian saat magang sebelumnya. Laporan akhir ini dapat diselesaikan dengan baik tidak lepas dari bimbingan, arahan, saran, dukungan, dan kemudahan sejak awal sampai akhir dalam penyusunan laporan akhir ini.

Terlepas dari semua hal itu penulis mesti mengajukan bentuk penghambaan tertinggi dan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala apa yang pernah tercurahkan kepada seluruh umat manusia, terkhusus kepada penulis. Curahan tersebut dimulai dari nikmat sehat dan iman, serta ujian-ujian yang Ia berikan agar hamba-Nya senantiasa kuat dan selalu ingat kepada-Nya. Tidak lupa penulis limpahkan terimakasih dan rasa hormat tertinggi kepada Nabi Muhammad S.A.W. yang telah membimbing umat manusia kejalan yang benar. Dan penulis berharap, rahmat Tuhan dan Rasul senantiasa menyertai umat Muslim, dan seluruh umat manusia.

Tak lupa juga penulis ingin mengucapkan beribu-ribu terimakasih, kepada berbagai pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih itu penulis tujukan kepada:

1. Kedua Orang tua Penulis, yaitu Bapak Mujiono dan Ibu Irodatul Hasanah, yang telah mendidik dan membimbing penulis serta senantiasa mendoakan dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini.
2. Fulanah binti Fulanah yang sudah tertulis sebagai jodoh penulis di laulahul mahfuz, percayalah semua kerja keras dan begadang ini dilakukan untuk memperoleh kebahagiaan kita di masa depan kelak.
3. Bapak Aris Heri Andriawan, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan laporan tugas akhir.

4. Bapak Puji Slamet, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro dan Staff Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Bapak Choiri selaku pemimpin tim divisi pemeliharaan PDAM Delta Tirta Sidoarjo, serta Pak Slamet, Mas Ecos, Mas Tebe dan seluruh staf karyawan pendamping selama pelaksanaan penelitian berlangsung di PDAM Delta Tirta Sidoarjo
7. Kawan-kawan di Jurusan Teknik Elektro, yaitu Ramadhani Sentosoa, Dimas Arya Kesuma, Iwan Juanda Swetty, Bos Adi, Catur Bayu , Muhayddin Zubair, Galeh Sukmo, Gilang Adji, Ilham Agung, Kevin Aldy, Kurnia Dwi, Irfan Saifulloh, Ananda Yudha, Dio Dwi, Achmad Rizky yang senantiasa menemani dan ngopi bareng.
8. Seluruh teman-teman Teknik Elektro angkatan 2018 yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
9. Terakhir kepada semua orang yang belum sempat penulis tuliskan secara eksplisit, penulis haturkan maaf dan bukan berarti penulis lupa, tapi nama kalian terlalu indah dan penulis malu untuk menyebutkan satu persatu.

Harapan dari peneliti, semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan bagi pembaca pada umumnya. Selain itu, penulis juga berharap penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh pihak instansi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya sebagai referensi tambahan guna menambah ilmu pengetahuan bagi semua pembaca.

Surabaya, 7 Februari 2022

Muhammad Yusril Isvan Haikal

1451800038

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Kontribusi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. <i>State Of The Art</i>	5
2.2. Definisi Harmonisa	5
2.3. Distorsi Akibat Harmonisa	8
2.4. Indek Harmonisa	9
2.5. Orde Harmonisa	10
2.6. Sumber Harmonisa	11
2.7. Dampak Harmonisa.....	12
2.8. Pengaruh Harmonisa	14
2.8.1. Pengaruh Harmonisa Pada Sistem Tenaga.....	14
2.8.2. Pengaruh Harmonisa pada Transformator	15
2.8.3. Pengaruh Harmonisa pada Penghantar	17
2.9. Identifikasi Harmonisa	18

2.10. Standarisasi Harmonisa	18
2.11. Usaha Untuk Mengurangi Harmonisa	22
2.12. Kualitas Daya Listrik.....	23
2.12.1. Arus Listrik	24
2.12.2. Tegangan Listrik.....	24
2.12.3. Daya Dan Faktor Daya	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2. Metode Penelitian.....	27
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	27
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	28
3.4.1. Studi Literatur	29
3.4.2. Pengambilan Data Industri	29
3.4.3. Metode Pengukuran.....	30
3.4.4. Langkah Pengukuran	31
3.5. Pengolahan dan Analisa Data	32
3.5.1. Pengukuran Harmonisa.....	32
3.5.2. Menganalisa Kandungan Harmonisa	33
3.6. Solusi dan Rekomendasi Peredaman Harmonisa	35
3.7. Jadwal Pelaksanaan	35
3.8. Pembuatan Laporan.....	36
3.9. Single Line Diagram	36
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN HARMONISA	37
4.1. Sistem Kelistrikan di IPA Kedung Uling PDAM Delta Tirta Sidoarjo	37
4.2. Data dan Analisa Hasil Pengukuran Harmonisa	37
4.2.1. Data Hasil Pengukuran Pada MDP	38
4.2.2. Data Hasil Pengukuran Pada SDP 1	45
4.2.3. Data Hasil Pengukuran Pada SDP 2	52
4.2.4. Data Hasil Pengukuran Pada SDP 3	59
4.2.5. Analisa Sumber Harmonisa	66
4.3. Rekomendasi Peredaman Harmonisa	68

4.3.1. Desain Filter Harmonisa	68
4.3.2. Peredaman Harmonisa Pada Panel SDP 2 Orde Ke – 5	69
4.3.3. Peredaman Harmonisa Pada Panel SDP 2 Orde Ke – 7	74
4.3.4. Hasil Peredaman Harmonisa orde ke-5 dan ke-7	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
5.1. Kesimpulan	81
5.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	85
Lampiran 1. Surat Balasan Perusahaan	85
Lampiran 2. Surat Penelitian Bagesbangpol	86
Lampiran 3. Kartu Bimbingan.....	87
Lampiran 4. Singel Line Sistem Elektrikal IPA Kedunguling	88
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Gelombang Tegangan Dan Arus Sinus Murni	6
Gambar 2.2 Gelombang Fundamental dan Gelombang Harmonisa. [8]	6
Gambar 2.3 Gelombang Tegangan yang terdistorsi oleh harmonisa [9].	7
Gambar 2.4 Gelombang Arus yang terdistorsi oleh harmonisa [9].	7
Gambar 2.5 Distorsi Arus Akibat Beban non-linier	8
Gambar 2.6 Gelombang Distorsi Penjumlahan Komponen Harmonisa	12
Gambar 2.7 Power faktor dengan THD	15
Gambar 3.1 <i>Clamp Meter Hioki 3286</i>	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.3 Contoh Pemasangan Alat Ukur	31
Gambar 3.4 Single Line IPA KedungUling PDAM Sidoarjo	36
Gambar 4.1 Grafik Analisa THD Arus Pada MDP	44
Gambar 4.2 Grafik Analisa THD Tegangan Pada MDP	44
Gambar 4.3 Grafik Analisa THD Arus Pada SDP 1	51
Gambar 4.4 Grafik Analisa THD Tegangan Pada SDP 1	51
Gambar 4.5 Grafik Analisa THD Arus Pada SDP 2	58
Gambar 4.6 Grafik Analisa THD Tegangan Pada SDP 2	58
Gambar 4.7 Grafik Analisa THD Arus Pada SDP 3	65
Gambar 4.8 Grafik Analisa THD Tegangan Pada SDP 3	65
Gambar 4.9 Grafik Analisa Sumber Harmonisa Arus MDP/SDP	67
Gambar 4.10 Grafik Analisa Sumber Harmonisa Tegangan MDP/SDP	67
Gambar 4.11 Desain Filter Single Tuned	68
Gambar 4.12 Desain Filter Single Tuned SDP 2 fasa R orde 5	70
Gambar 4.13 Desain Filter Single Tuned SDP 2 fasa S orde 5	72
Gambar 4.14 Desain Filter Single Tuned SDP 2 fasa T orde 5	73
Gambar 4.15 Desain Filter Single Tuned SDP 2 fasa R orde 7	75
Gambar 4.16 Desain Filter Single Tuned SDP 2 fasa S orde 7	77
Gambar 4.17 Desain Filter Single Tuned SDP 2 fasa T orde 7	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Polaritas Orde Harmonisa.....	11
Tabel 2.2 Standar Harmonisa Arus Dengan Nilai 120 V - 69 kV [15].	19
Tabel 2.3 Standar Harmonisa Arus Dengan Nilai 69 kV - 161 kV [15].	19
Tabel 2.4 Standar Harmonisa Arus dengan nilai > 161 kV [15].....	19
Tabel 2.5 Standar Harmonisa Tegangan [15]	20
Tabel 2.6 Standar Batasan Distorsi Harmonisa Tegangan SPLN	21
Tabel 2.7 Standar Batasan Distorsi Harmonisa Arus SPLN	21
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan.....	35
Tabel 4.1 Pengukuran Kandungan Harmonisa Arus Pada MDP.....	38
Tabel 4.2 Pengukuran Kandungan Harmonisa Tegangan Pada MDP	39
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Phasa-Phasa Pada MDP	40
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Phasa-Netral Pada MDP.....	41
Tabel 4.5 Pembebanan Pada Panel MDP	42
Tabel 4.6 Analisa THD Arus Pada MDP.....	43
Tabel 4.7 Analisa THD Tegangan Pada MDP	43
Tabel 4.8 Pengukuran Kandungan Harmonisa Arus Pada SDP 1	45
Tabel 4.9 Pengukuran Kandungan Harmonisa Tegangan Pada SDP 1	46
Tabel 4.10 Data Hasil Pengukuran Phasa-Phasa Pada SDP 1.....	47
Tabel 4.11 Data Hasil Pengukuran Phasa-Netral Pada SDP 1	48
Tabel 4.12 Pembebanan Pada Panel SDP 1	49
Tabel 4.13 Analisa THD Arus Pada SDP 1	50
Tabel 4.14 Analisa THD Tegangan Pada SDP 1	50
Tabel 4.15 Pengukuran Kandungan Harmonisa Arus Pada SDP 2.....	52
Tabel 4.16 Pengukuran Kandungan Harmonisa Tegangan Pada SDP 2	53
Tabel 4.17 Hasil Pengukuran Phasa-Phasa Pada SDP 2.....	54
Tabel 4.18 Data Hasil Pengukuran Phasa-Netral Pada SDP 2	55
Tabel 4.19 Pembebanan Pada Panel SDP 2.....	56
Tabel 4.20 Analisa THD Arus Pada SDP 2.....	57

Tabel 4.21 Analisa THD Tegangan Pada SDP 2	57
Tabel 4.22 Pengukuran Kandungan Harmonisa Arus Pada SDP 3	59
Tabel 4.23 Pengukuran Kandungan Harmonisa Tegangan Pada SDP 3	60
Tabel 4.24 Data Hasil Pengukuran Phasa-Phasa Pada SDP 3.....	61
Tabel 4.25 Data Hasil Pengukuran Phasa-Netral Pada SDP 3	62
Tabel 4.26 Pembebanan Pada Panel SDP 3	63
Tabel 4.27 Analisa THD Arus Pada SDP 3	64
Tabel 4.28 Analisa THD Tegangan Pada SDP 3	64
Tabel 4.29 Analisa Sumber Harmonisa Arus dari Panel MDP & SDP	66
Tabel 4.30 Analisa Sumber Harmonisa Tegangan Panel MDP & SDP	66
Tabel 4.31 Hasil Peredaman Harmonisa orde ke-5 dan ke-7	79