

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA RUGI – RUGI DAYA PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI AKIBAT HARMONISA DI PT PLN (PERSERO) UPPP SURABAYA UTARA ULP TANDES**



**Oleh:**

**MUHAMMAD NIZAR ROSYADI**

**1451502278**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2019**



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

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MUHAMMAD NIZAR ROSYADI  
NBI : 1451502278

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA RUGI – RUGI DAYA PADA  
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI AKIBAT  
HARMONISA DI PT PLN (PERSERO) UPPP  
SURABAYA UTARA ULP TANDES

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

Ir. Hadi Tasmono, M.T  
NPP. 20450.16.0709

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.  
NPP. 20420.90.0197

Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T.  
NPP. 20450.95.0422



## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MUHAMMAD NIZAR ROSYADI

NBI : 1451502278

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“ANALISA RUGI – RUGI DAYA PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI AKIBAT HARMONISA DI PT PLN (PERSERO) UPPP SURABAYA UTARA ULP TANDES”**

Adalah benar-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, 17 Juli 2019

Muhammad Nizar Rosyadi  
1451502278



## **ABSTRAK**

### **ANALISA RUGI – RUGI DAYA PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI AKIBAT HARMONISA DI PT PLN (PERSERO) UPPP SURABAYA UTARA ULP TANDES**

Penelitian ini dibuat dengan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kerugian nilai ekonomis yang ditimbulkan akibat adanya harmonisa yang terkandung pada transformator distribusi di Penyulang Demak dan Penyulang Dumar Industri. Menurut SPLN No. D5.004 – 01 Tahun 2012 batas nilai harmonisai yang terkandung pada transformator yaitu untuk THDi dengan nilai 8.0% dan untuk THDv dengan nilai 5.0%. Namun, pada hasil pengukuran ditemukannya rata – rata kandungan harmonisa melebihi nilai batas yang telah ditentukan. Pada Penyulang Demak terdapat 10 transformator yang kandungan THDi mencapai 10,2 – 20,3% dan pada Penyulang Dumar Industri THDi mencapai 12,6 – 27,3%. Ini karena pada Penyulang Demak merupakan daerah yang sebagian besar merupakan pelanggan rumah tangga dan industri, sedangkan pada Penyulang Dumar Industri hanya pelanggan industri. Harmonisa tersebut menyebabkan timbulnya arus pada penghantar netral yang menyebabkan tidak terjualnya energi listrik dengan maksimal.

***Kata Kunci: harmonisa, transformator distribusi, arus netral***





## **ABSTRACT**

### **POWER LOSS ANALYSIS ON HARMONIZED DISTRIBUTION TRANSFORMERS IN PT PLN (PERSERO) UPPP SURABAYA UTARA ULP TANDES**

*This research was made with the aim of knowing how much loss the economic value caused due to the harmonics contained in the distribution transformer in Demak Feeder and Dumar Industri Feeder. According to SPLN No. D5.004 - 01 of 2012 the limit of harmonic values contained in the transformer is THDi with a value of 8.0% and for THDv with a value of 5.0%. However, the measurement results found that the average harmonic content exceeds the predetermined limit value. In Demak feeders there are 10 transformers with THDi content reaching 10.2 - 20.3% and in Dumar Industri Feeder THDi reaches 12.6 - 27.3%. This is because Demak feeders are an area that is mostly a household and industrial customer, while at the Dumar Industry Feeder only industrial customers. The harmonic causes a neutral conductive current to emerge that causes maximum electricity sold.*

**Keywords:** *harmonics, distribution transformers, neutral currents*



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisa Rugi-rugi Daya Pada Transformator Distribusi Akibat Harmonisa di PT. PLN (persero) UPPP Surabaya Utara ULP Tandes**”. Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, kami banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus ikhlas menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mulyanto, MM, CMA, CPA selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf-stafnya
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes\_selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf-stafnya
3. Ibu Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T. selaku Ketua Progam Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf-stafnya
4. Bapak Ir. Hadi Tasmono, M.T. dan Ibu Niken Adriaty Basyarach, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah mengarahkan, memotivasi, dan meluangkan waktunya demi membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
5. Segenap Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama masa studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
6. Heri Sutrisno, Nur Khabibah, M. Iman Herdiansyah dan M. Bagus Muttaqin sebagai orang tua dan saudara kandung yang selalu memberikan motivasi dan mengiringi setiap langkahku dengan untaian doa demi kesuksesan dan kebahagiaan penulis
7. Darul Hikmah Asri. yang selalu mensupport, menemani, dan mendoakan serta membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
8. Rekan-rekan kerja di PT. PLN (persero) UPPP Surabaya Utara, Helmi Adam selaku SPV PDKB, dan rekan-rekan lainnya tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan doa terbaiknya

9. Rekan-rekan kerja di PT. PLN (persero) ULP Tandes , Moch. Romadhoni selaku SPV Tehnik, Riki, Muji, Kukuh, Teguh dan rekan-rekan lainnya tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan doa terbaiknya
10. Serta teman-teman seperjuangan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, khususnya seluruh mahasiswa Teknik Elektro angkatan 2015 semoga setiap langkah dan usaha kita memperoleh rdha Allah SWT.

Dengan demikian, penulis menyadari bahwa adanya keterbatasan dan kekurangan baik dalam bentuk tulisan, penyampaian ide gagasan maupun dalam penarikan kesimpulan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca demi perbaikan dan kesempurnaan penelitian lebih lanjut. Semoga bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi orang lain yang membutuhkan khususnya dalam bidang Teknik Elektro. Aamiin

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	iii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	v
Abstrak.....	vii
Kata Pengantar .....	xi
Daftar Isi .....	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel .....	xvii
Lembar Publikasi .....	xix

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Kontribusi Penelitian.....	2

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	3
2.1.1 Pengelompokkan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik .....	3
2.1.2 Klasifikasi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah .....	4
2.1.3 Ruang Lingkup Jaringan Distribusi .....	6
2.2 Gardu Distribusi .....	7
2.3 Transformator.....	14
2.3.1 Transformator Yang Digunakan .....	15
2.3.2 Prinsip Kerja Transformator.....	15
2.3.3 Arus Beban Penuh Transformator .....	16
2.3.4 Losses (rugi-rugi) Akibat Adanya Arus Netral.....	17
2.3.5 Losses (rugi-rugi) Akibat Adanya Arus Grounding.....	17
2.3.6 Penyaluran dan Susut Daya Transformator .....	18
2.4 Harmonisa .....	19
2.4.1 Beban Linier.....	19
2.4.2 Beban Non Linier.....	20
2.4.3 <i>Total Harmonic Distortion (THD)</i> .....	21
2.4.4 Pengaruh Harmonisa Pada Transformator .....	22
2.4.5 Pengaruh Susut Umur.....	23

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Metode Penelitian.....	26

3.3.1 Studi Literatur .....	26
3.3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	26
3.3.1 Alat dan Panduan Penggunaan .....	26
3.3.2 Bahan Penelitian.....	27
3.4 Langkah Kerja Penelitian .....	28

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pengumpulan Data .....	29
4.2 Analisa Perhitungan Arus Beban Penuh .....	30
4.3 Analisa Perhitungan Arus Hubung Singkat .....	31
4.4 Analisa Perhitungan Rasio <i>Short Circuit</i> .....	33
4.5 Analisa Perhitungan Nilai %THD .....	34
4.6 Analisa Perhitungan Nilai Arus Netral akibat Harmonisa .....	35
4.7 Analisa <i>Losses</i> Energi Akibat Arus netral dengan Harmonisa.....	36
4.8 Analisa Besar Nilai Ekonomis yang Hilang Karena Arus Netral yang Disebabkan Harmonisa .....	38
4.9 Analisa Penurunan Kapasitas Daya Transformator (THDF).....	40

#### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Gardu Portal dan Bagan Satu Garis .....	8
2.2	Bagan Satu Garis Konfigurasi $\pi$ Section .....	8
2.3	Gardu Cantol .....	9
2.4	Gardu Beton .....	10
2.5	Gardu Kios .....	10
2.6	Bagan Satu Garis Konfigurasi $\pi$ Section .....	11
2.7	Bagan Satu Garis Gardu Pelanggan Khusus .....	12
2.8	Gardu Hubung .....	13
2.9	Prinsip Transformator .....	14
2.10	Komponen Transformator .....	16
2.11	Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan pada Beban Linier .....	19
2.12	Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan pada Beban Non Linier .....	20
3.1	Alat Ukur Hioki 3286-20 .....	26
3.2	Petunjuk Pengukuran Harmonisa Tegangan .....	27
3.3	Petunjuk Pengukuran Hamonisa Arus .....	27





## DAFTAR TABEL

4.1	Data Pengukuran Arus ULP Tandes.....	29
4.2	Data Pengukuran Tegangan ULP Tandes.....	29
4.3	Hasil Perhitungan Arus Beban Penuh .....	31
4.4	Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat ( $I_{sc}$ ).....	32
4.5	Hasil Perhitungan Rasio Hubung Singkat ( $SC_{ratio}$ ).....	33
4.6	Hasil Perbandingan Pengukuran % THDi Terhadap SPLN.....	35
4.7	Hasil Perhitungan Arus Netral Akibat Hamonisa.....	36
4.8	Pengukuran Resistansi dan Ukuran Kawat Penghantar .....	37
4.9	Hasil Pengukuran Daya yang Terbuang .....	38
4.10	Besar Kerugian Nilai Ekonomis Akibat Harmonisa .....	39
4.11	Besar Kerugian Nilai Ekonomis Akibat Harmonisa dalam Kurun Waktu .....	39
4.12	Hubungan Arus THD terhadap Penurunan Kapasitas Transformator.....	41
4.13	kVA Baru yang Disebabkan Adanya Harmonisa .....	41





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

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Nizar Rosyadi  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

**“Analisa Rugi-rugi Daya Pada Transformator Distribusi Akibat Harmonisa di PT PLN (persero) UPPP Surabaya Utara ULP Tandes”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (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 : 30 Juli 2019

Yang Menyatakan

Materai  
6000

( Muhammad Nizar Rosyadi)

