

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA RUGI-RUGI ENERGI AKIBAT BEBAN TIDAK SEIMBANG UNTUK MENEKAN SUSUT TEKNIS DI PT. PLN (Persero) UP3 SURABAYA UTARA ULP INDRAPURA**



Oleh:

**MUHAMMAD NATSIR**  
**1451502272**

**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 NATSIR  
NBI : 1451502272  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA RUGI-RUGI ENERGI AKIBAT BEBAN  
TIDAK SEIMBANG UNTUK MENEKAN SUSUT  
TEKNIS DI PT. PLN (Persero) UP3 SURABAYA  
UTARA ULP INDRAPURA

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

Hadi Tasmono Ir., M.T.  
NPP. 20450160709

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Elektro

Dr. Ir. Sajjo, M.Kes.  
NPP. 20420900197

Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T.  
NPP. 20450950422

## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MUHAMMAD NATSIR

NBI : 1451502272

Program Studi : Teknik Elektro

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

**“ANALISA RUGI-RUGI ENERGI AKIBAT BEBAN TIDAK SEIMBANG  
UNTUK MENEKAN SUSUT TEKNIS DI PT. PLN (Persero) UP3 SURABAYA  
UTARA ULP INDRAPURA”**

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, 18 Juli 2019

Muhammad Natsir

1451502272

## **ABSTRAK**

### **ANALISA RUGI-RUGI ENERGI AKIBAT BEBAN TIDAK SEIMBANG UNTUK MENEKAN SUSUT TEKNIS DI PT. PLN (Persero) UP3 SURABAYA UTARA ULP INDRAPURA**

*Penelitian mengenai rugi-rugi energi yang diakibatkan oleh beban tidak seimbang. Ketidakseimbangan beban tersebut, disebabkan karena adanya beban pada konsumen listrik yang tidak seimbang, sehingga mengakibatkan arus netral mengalir pada penghantar netral transformator. Dengan demikian, ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi tersebut mengakibatkan terjadinya kerugian yang cukup besar, sebab hampir disemua transformator yang digunakan mengalami ketidakseimbangan beban. Kerugian yang terjadi akibat beban tidak seimbang dalam kurung waktu satu hari sebesar 1178,91 kWh yang apabila dihitung dalam hitungan rupiah yakni senilai Rp. 706.637,72*

***Kata kunci : susut, ketidakseimbangan beban, energi***

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF ENERGY LOSSES DUE TO UNBALANCED LOADS TO SUPPRESS TECHNICAL LOSSES IN PT. PLN (Persero) UP3 SURABAYA UTARA ULP INDRAPURA**

*Research on energy losses caused by unbalanced loads. The load imbalance is caused by an unbalanced load on electricity consumers, resulting in a neutral current flowing in the transformer neutral conductor. Thus, the load imbalance on the distribution transformer results in considerable losses, because almost all transformers used experience load imbalances. Losses incurred due to unbalanced loads in one day time brackets amount to 1178,91 kWh which if calculated in rupiahs is worth Rp. 706.637,72.*

***Keywords : losses, unbalance, energy***

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “Analisa Rugi-rugi Energi Akibat Beban Tidak Seimbang Untuk Menekan Susut Teknis di PT. PLN (Persero) UPPP Surabaya Utara ULP Indrapura”. 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 Tesis 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 Ayusta Lukita Wardani, S.ST., 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. Ibu Titik Mindayani sebagai orang tua kandung yang selalu memberikan motivasi dan mengiringi setiap langkahku dengan untaian doa demi kesuksesan dan kebahagiaan penulis
7. Rekan-rekan kerjaku di PT. Haleyora Powerindo Setyo Boedi, Muksinin, Yudi, Budianto, Soekarno dan rekan-rekan lainnya tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan doa terbaiknya
8. Teman-teman ngopi (ngobrol pintar) Agung Setyobudi, ST; Lyga Fakin Perdana Putra, S.Pd; Benny W; Dedy R; Abd Malik; dan Ricky Rudi yang telah memberikan ide-ide terbaiknya hingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini
9. Calon istri ku Nur Rohmah Ibyah, S.Pd yang selalu mensupport, menemani, dan mendoakan serta membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini

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 ridha 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 .....	ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xi

### **BAB I PENDAHULUAN**

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

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Komponen pada Sistem Distribusi .....	3
2.2 Struktur Jaringan Distribusi .....	5
2.3 Daya pada Saluran Distribusi .....	8
2.4 Transformator .....	9
2.5 Ketidakseimbangan Beban .....	12
2.6 Daya Listrik .....	14
2.7 Susut Energi pada Jaringan Distribusi .....	15
2.8 Perhitungan Tarif Tenaga Listrik .....	19
2.9 Pengaruh Susut Energi terhadap Kerugian PT PLN (Persero) .....	19

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Diagram Alur Penelitian .....	23
3.2 Metode Penelitian .....	23
3.3 Alat .....	24
3.4 Data Pengukuran Pembebanan Transformator Distribusi .....	25
3.5 Data Penghantar Kawat Netral .....	36
3.6 Data Tarif Tenaga Listrik .....	36
3.7 Foto-foto Pengukuran pada Transformator Distribusi .....	37



## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Analisis Persentase Pembebanan Transformator .....	39
4.2 Analisis Ketidakseimbangan Beban pada Transformator .....	42
4.3 Analisis Rugi-rugi (Losses) Akibat Adanya Arus Netral pada Penghantar Netral Transformator dan yang Mengalir ke Tanah pada Siang Hari .....	44
4.4 Analisis Rugi-rugi (Losses) Akibat Adanya Arus Netral pada Penghantar Netral Transformator dan yang Mengalir ke Tanah pada Malam Hari .....	45
4.5 Analisa Perhitungan Biaya Total Susut Ketidakseimbangan Beban pada Transformator .....	48

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	51

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	53
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	55
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Komponen Penyusun Sistem Distribusi .....	4
2.2	Jaringan Radial .....	5
2.3	Jaringan Tie Line (Hantaran Penghubung) .....	6
2.4	Jaringan Sistem Loop.....	7
2.5	Jaringan Spindel.....	7
2.6	Inti Besi .....	10
2.7	Kumparan Trafo.....	10
2.8	Vektor Diagram Arus Keadaan Seimbang.....	12
2.9	Vektor Diagram Arus Keadaan Tidak Seimbang.....	13
2.10	Segitiga Daya.....	15
2.11	Sambung Kabel.....	17
3.1	Asiikpro Ultimate .....	24
3.2	Clamp on Multitester .....	24
3.3	Clamp on Earth Tester .....	25
3.4	Transformator Distribusi 160 kVA di AA308 Penyulang Taman Surya .....	37
3.5	Pengukuran di Panel Transformator Distribusi 160 kVA di AA308 Penyulang Tamn Surya.....	37
4.1	Diagram Persentase Beban Trasformator < 40% .....	41
4.2	Diagram Persentase Beban Transformator 80% - 100% .....	41

## DAFTAR TABEL

3.1	Pengukuran Siang Penyulang Atom .....	25
3.2	Pengukuran Malam Penyulang Atom .....	26
3.3	Pengukuran Siang Penyulang BBI .....	26
3.4	Pengukuran Malam Penyulang BBI .....	26
3.5	Pengukuran Siang Penyulang Johor .....	27
3.6	Pengukuran Malam Penyulang Johor .....	27
3.7	Pengukuran Siang Penyulang Tambak Gringsing .....	28
3.8	Pengukuran Malam Penyulang Tambak Gringsing.....	28
3.9	Pengukuran Siang Penyulang Kebon Rojo .....	28
3.10	Pengukuran Malam Penyulang Kebon Rojo .....	29
3.11	Pengukuran Siang Penyulang Rajawali .....	29
3.12	Pengukuran Malam Penyulang Rajawali .....	29
3.13	Pengukuran Siang Penyulang Telkom.....	30
3.14	Pengukuran Malam Penyulang Telkom.....	30
3.15	Pengukuran Siang Penyulang Ketabang Kali .....	31
3.16	Pengukuran Malam Penyulang Ketabang Kali .....	31
3.17	Pengukuran Siang Penyulang Kusuma Bangsa.....	32
3.18	Pengukuran Malam Penyulang Kusuma Bangsa .....	32
3.19	Pengukuran Siang Penyulang Taman Surya .....	32
3.20	Pengukuran Malam Penyulang Taman Surya .....	33
3.21	Pengukuran Siang Penyulang Yos Sudarso .....	33
3.22	Pengukuran Malam Penyulang Yos Sudarso .....	33
3.23	Pengukuran Siang Penyulang Jagalan .....	34
3.24	Pengukuran Malam Penyulang Jagalan .....	34
3.25	Pengukuran Siang Penyulang Pengampon.....	35
3.26	Pengukuran Malam Penyulang Pengampon .....	35
3.27	Pengukuran Siang Penyulang Achmad Jaiz.....	36
3.28	Pengukuran Malam Penyulang Achmad Jaiz.....	36
4.1	Presentase Beban Transformator .....	40
4.2	Ketidakseimbangan Beban pada Transformator .....	43
4.3	Rugi-rugi (Susut) Akibat Adanya Arus Netral pada Penghantar Netrel Transformator dan yang Mengalir ke Tanah.....	47
4.4	Perhitungan Biaya Total Susut Ketidakseimbangan Beban pada Transformator .....	49