

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS RUGI – RUGI DAYA (*LOSSES*) AKIBAT KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV RAYON BANTUL**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Mencapai Gelar Sarjana S-1  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :**

**Hafidz Wahyu  
20140120083**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama** : Hafidz Wahyu  
**NIM** : 20140120083  
**Program Studi** : Teknik Elektro  
**Fakultas** : Teknik  
**Universitas** : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
**Judul Skirpsi** : Analisis Rugi – Rugi Daya (*Losses*) Akibat  
Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Distribusi  
20 kV Rayon Bantul

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang saya susun ini benar-benar murni hasil karya tulis sendiri dan tidak terdapat kata-kata penjiplakan atau penyalinan data orang lain. Karya tulis yang saya buat murni hasil penelitian langsung dilapangan dan disusun sesuai dengan aturan etika penulisan karya ilmiah yang ada. Terkecuali landasan teori yang dirujuk dari beberapa penelitian dicantumkan dalam naskah penulisan dan sumber disebutkan pada daftar pustaka tugas akhir ini. Akhir kata dari saya, sekian pernyataan yang dibuat ini benar-benar murni dituliskan secara sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 15 Agustus 2018

Yang Membuat Pernyataan

  
METERAI  
TEMPEL  
No. 162DFAFF066822282  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH

Hafidz Wahyu

## MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا  
يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا  
مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

*“Wahai Orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepada kalian “ Luaskanlah tempat duduk “ di dalam Majelis-majlis maka luaskanlah (untuk orang lain), Maka Allah SWT akan meluaskan Untuk kalian, dan apabila dikatakan “berdirilah kalian” maka berdirilah, Allah mengangkat derajat orang-orang yang beriman dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat, Allah maha mengetahui atas apa-apa yang kalian kerjakan.”(QS. Al-Mujadilah :11)*

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

*“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia” (HR. Ahmad, ath-Thabrani)*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur yang hamba panjatkan kepada engkau ya Allah SWT. Atas rahmat dan kasih sayangmu hamba bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.

Sebuah karya tulis ini saya persembahkan untuk orang tua saya yaitu bapak dan ibu saya yaitu Bapak Pawit Maryono dan Ibu Siti Rohatun. Pertama saya mohon ampun dan meminta maaf jika selama ini saya banyak berbuat salah terhadap bapak dan ibu. Terimakasih bapak dan ibu atas kasih sayang dan perhatian kalian selama ini telah merawat anakmu ini dari kecil sampai besar, terimakasih atas doa dan dukungan kalian berdua, terimakasih atas pendidikan yang telah diberikan kepada saya, anak mu selalu bersyukur mempunyai kedua orangtua yang hebat seperti bapak dan ibu. Alhamdulillah tugas dan tanggung jawab kuliah sudah saya selesaikan tepat waktu sesuai dengan harapan bapak dan ibu.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir ini dengan lancar. Tugas Akhir yang diteliti oleh penulis berjudul “**Analisis Rugi – Rugi Daya (Losses) Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Jaringan Distribusi 20 kV Rayon Bantul**”.

Tugas Akhir merupakan tugas tingkatan akhir sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Program Studi-S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dengan penulisan tugas akhir ini diharapkan penulis bisa menyelesaikan tugas secara baik dan lancar. Penulis mendapatkan banyak sekali manfaat dari penelitian untuk penulisan tugas akhir ini, baik dari segi akademik maupun pengalaman yang penulis dapatkan dilapangan secara langsung.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak sekali bantuan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
4. Ir. Slamet Suropto. M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis, memberikan ilmunya, memberikan arahan dan masukan, revisian dalam penyusunan tugas akhir sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini sampai selesai secara baik dan lancar.
5. Ibu Ana Nur Nazilah C., S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan dan perbaikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

6. Mas Ayub selaku staf PT. PLN APJ Yogyakarta yang telah memberikan ide, saran dan masukan sehingga Tugas akhir ini dapat terselesaikan.
7. Ribut dan wiwid selaku sahabat seperjuangan dari Jambi yang sama – sama menimba ilmu di kota Yogyakarta.
8. Arditio, Yoki, Feri Tri, Ferry A, Fahrian, Wisnu, Gili, Akbar, Doni, Rifky, Adit, Endra, Ari, Raha, Putra, Fariz, Syarif, Tommy, Uzi gede, Uzi cilik, Ferry F, Libi, Supian, Aziz, Faqih, Dimas, Jabar, Riski, Sekar, Yasinta, Irza, Pipit selaku sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah mendukung, memotivasi, memberikan semangat, membantu saya saat membutuhkan bantuan sampai tersusunnya Tugas Akhir ini.
9. Irvan, Amri, Yoga, Fajar selaku teman – teman kost seperjuangan yang telah mendukung dan memotivasi untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak dan teman-teman yang tidak bisa saya ucapkan satu-persatu , terimakasih atas dukungannya dan motivasinya yang diberikan kepada saya.

Penulis berharap dengan adanya penulisan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat yang lebih untuk pembaca. Penulis pun menyadari masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk melengkapi Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir yang penulis susun memberikan banyak manfaat bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 15 Agustus 2018

Hafidz Wahyu

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN I.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRAC .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	7

2.2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	7
2.2.2 Pembangkit Tenaga Listrik .....	7
2.2.3 Saluran Transmisi.....	7
2.2.4 Gardu Induk .....	8
2.2.5 Transformator.....	9
2.2.6 Jaringan Distribusi .....	10
2.2.7 Trafo distribusi .....	13
2.2.8 Arus Beban Penuh Transformator.....	14
2.2.9 Persentase Pembebanan Transformator .....	15
2.2.10 Listrik AC .....	15
2.2.11 Sistem Tiga Fasa .....	20
2.2.12 Ketidakseimbangan Beban pada Sistem Distribusi .....	21
2.2.13 Persentase Ketidakseimbangan Beban .....	23
2.2.14 Rugi – Rugi Daya ( <i>Losses</i> ) Pada Penghantar Netral .....	24
2.2.15 Rugi – rugi Energi.....	25
2.2.16 Keseimbangan Beban 3 Fasa .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	27
3.2 Lokasi Penelitian Tugas Akhir.....	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian Tugas Akhir.....	27
3.4 Tahapan Penelitian Tugas Akhir.....	28
3.3.1 Studi Kasus dan Perumusan Masalah .....	29
3.3.2 Studi Literatur .....	29
3.3.3 Pengumpulan Data .....	29
3.3.4 Pengolahan Data .....	30
3.3.5 Analisa Data .....	30
3.3.6 Penyusunan Tugas Akhir .....	31
3.3.7 Waktu Penelitian .....	31
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Data Penelitian .....	33
4.2 Analisis Persentase Ketidakseimbangan Beban.....	35



4.3 Analisis Nilai Arus Netral.....	40
4.4 Rugi – rugi Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban .....	44
4.5 Kerugian Akibat Akibat Ketidakseimbangan Beban .....	53
4.6 Perbandingan Rugi – Rugi Energi Akibat Ketidakseimbangan Beban Terhadap Susut Energi Total.....	56
4.7 Analisis Pengaruh Arus Netral Terhadap Rugi – rugi Daya .....	58
4.8 Analisis Nilai Keseimbangan Beban .....	59
BAB V KESIMPULAN .....	62
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA .....	64
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal penelitian tugas akhir .....	32
Tabel 4.1 Data teknis Transformator Gardu Induk Bantul .....	33
Tabel 4.2 Data panjang kabel netral pada jaringan tegangan menengah Rayon Bantul .....	34
Tabel 4.3 Data susut energi total bulan Oktober, November dan Desember 2017 .....	35
Tabel 4.4 Data pembebanan tanggal 1 Oktober 2017 .....	36
Tabel 4.5 Persentase ketidakseimbangan beban tanggal 1 Oktober 2017 .....	39
Tabel 4.6 Nilai arus netral tanggal 1 Oktober 2017 .....	42
Tabel 4.7 Rekap nilai arus netral tertinggi selama bulan Oktober, November dan Desember 2017 .....	43
Tabel 4.8 Hasil perhitungan rugi – rugi daya dan rugi – rugi energi pada tanggal 1 Oktober 2017 .....	48
Tabel 4.9 Rugi – rugi daya masing – masing penyulang pada jam 10.00 dan jam 19.00 selama 3 bulan .....	49
Tabel 4.10 Rugi – rugi energi total selama bulan Oktober, November dan Desember tahun 2017 .....	51
Tabel 4.11 Nilai rugi – rugi energi dan kerugian .....	55
Tabel 4.12 Perbandingan rugi – rugi energi akibat ketidakseimbangan beban terhadap susut energi total PLN .....	57
Tabel 4.13 Hasil perhitungan penyeimbangan beban pada penyulang dengan arus netral tertinggi .....	60

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Rugi – rugi energi (W) total tiap penyulang selama 3 bulan .....	52
Grafik 4.2 Hubungan arus netral dengan rugi – rugi daya pada penyulang BNL 11 bulan Oktober waktu luar beban puncak .....	58
Grafik 4.3 Hubungan arus netral dengan rugi – rugi daya pada penyulang BNL 11 bulan oktober waktu beban puncak .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema jaringan distribusi .....	11
Gambar 2.2 Konfigurasi jaringan radial.....	12
Gambar 2.3 Konfigurasi jaringan loop .....	13
Gambar 2.4 Rangkaian dan gelombang beban resistif .....	16
Gambar 2.5 Arah vektor tegangan dan arus beban resistif .....	16
Gambar 2.6 Rangkaian dan gelombang beban induktif.....	17
Gambar 2.7 Arah vektor tegangan dan arus beban induktif .....	17
Gambar 2.8 Rangkaian dan gelombang beban kapasitif.....	18
Gambar 2.9 Arah vektor tegangan dan arus beban induktif .....	18
Gambar 2.10 Segitiga daya .....	19
Gambar 2.11 Diagram fasor 3 fasa keadaan beban seimbang .....	21
Gambar 2.12 Diagram fasor 3 fasa keadaan beban tidak seimbang .....	22
Gambar 1.13 Sambungan Y pada transformator.....	23
Gambar 3.1 Lokasi PT. PLN (Persero) Area Pelayanan dan Jaringan DIY .....	27
Gambar 3.2 Diagram alur ( <i>flowchart</i> ) penelitian tugas akhir .....	28
Gambar 4.1 Tarif dasar tenaga listrik .....	53