

**STUDI ANALISIS PROFIL TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA
SERTA ENERGI TIDAK TERSALURKAN PADA PENYULANG OGF 15
BANGAU SAKTI DI PT. PLN (PERSERO) RAYON PANAM**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1

Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Disusun oleh:

ANDI SUPRIYANTO

NIM. 20130120009

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2017

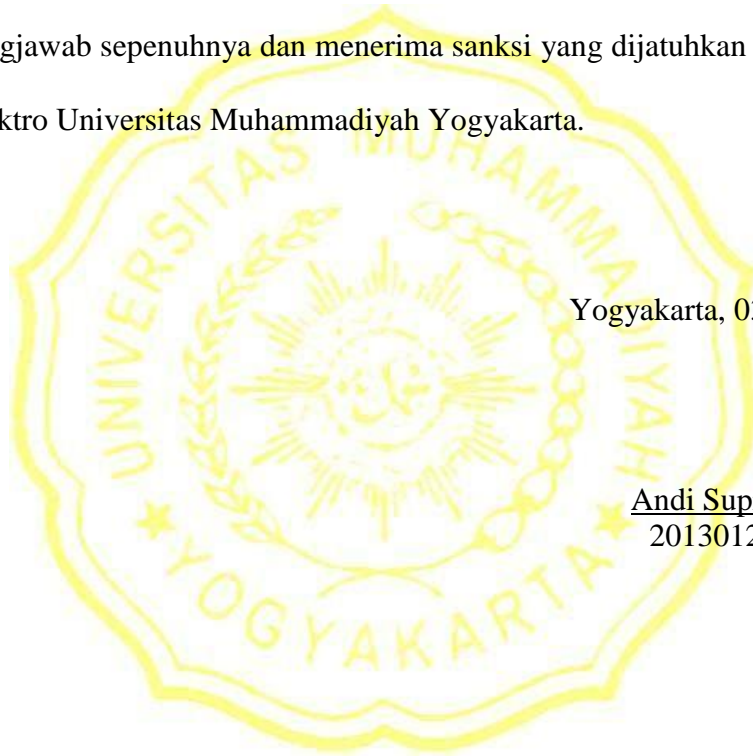
SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanggungjawab dibawah ini dengan sebenarnya menyatakan bahwa penelitian ini saya buat tanpa ada tindak plagiarisme sesuai yang berlaku pada jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Jika dikemudian hari ternyata saya melakukan plagiarisme, saya akan bertanggungjawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 03 April 2017

Andi Supriyanto
20130120009



MOTTO

وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى ۝٣٩

“ Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya ” (Q.S. An-Najm: 39)

“ Anda bisa sukses sekalipun tidak ada orang yang percaya anda bisa. Tapi anda tidak akan pernah sukses jika tidak percaya pada diri sendiri ” (Miftakhul Munir)

*“ Sesuatu yang belum dikerjakan seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya ”
(Evelyn Underhill)*

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ۖ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ۝٨

*“ Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap ”
(Q.S. Al-Insyiroh: 7-8)*

HALAMAN PERSEMBAHAN



Sujud syukur pada-Mu Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada:

- ❖ Agamaku Islam yang telah mengenalkan aku kepada Allah SWT serta Rosul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang.
- ❖ Kedua orang tua Ayah dan Ibu tercinta, dengan do'a dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah ananda, terima kasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya.
- ❖ Kakak-kakakku yang selalu memberikanku do'a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.
- ❖ Teman-temanku dan semua sahabat yang selalu memberi motivasi dan semangat.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Dengan Mengucapkan Puji dan Syukur penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul:

“ STUDI ANALISIS PROFIL TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA SERTA ENERGI TIDAK TERSALURKAN PADA PENYULANG OGF 15 BANGAU SAKTI DI PT. PLN (PERSERO) RAYON PANAM ”

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematik pembahasannya, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar artinya, dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar dan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak. Ir. Slamet Suropto, M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II yang juga dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T. selaku penguji.
6. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Kedua Orang tua ku, yaitu: Bapak Nahudi Pana dan Ibu Raminah serta kakak-kakakku, yaitu: Rini Astuti, Nori Ida Yani dan Andi Supriyadi serta keluarga besarku untuk segalanya, yang telah kalian berikan sepenuh hati.

10. Teman-teman Elektro kelas A yang selama ini belajar bersama dari semester 1 hingga sekarang.
11. Teman – Teman KKN Tematik 058 UMY 2017 Yang selalu kompak dalam hal memberikan ilmu kepada Masyarakat Perdukahan Grudo.
12. Serta semua pihak yang membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima Kasih yang sebesar-besarnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulisan sangat mengharapkan kritik serta saran yang dapat membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua. Amin ya Robbal Alamin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 03 April 2017

Andi Supriyanto
20130120009

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematik Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8

2.2	Landasan Teori	9
2.2.1	Jaringan Distribusi	9
2.2.2	Jaringan Pada Sistem Distribusi Primer.....	12
2.2.3	Jaringan Pada Sistem Distribusi Sekunder	13
2.2.4	Komponen Pada Sistem Distribusi.....	14
2.2.5	Struktur Jaringan Distribusi.....	16
	2.2.5.1 Struktur Jaringan Radial.....	17
	2.2.5.2 Struktur Jaringan Lingkaran	18
	2.2.5.3 Struktur Jaringan Spindel.....	19
	2.2.5.4 Struktur Jaringan Anyam.....	20
2.2.6	Distribusi Tenaga Listrik.....	21
	2.2.6.1 Gardu Distribusi	21
	2.2.6.2 Penyaluran Setempat.....	22
2.2.7	Tegangan Distribusi.....	22
	2.7.1 Tegangan Menengah (TM).....	22
	2.7.2 Tegangan Rendah (TR).....	23
	2.7.3 Tegangan Pelayanan	23
2.2.8	Daya Listrik	23
	2.2.8.1 Pengertian Daya.....	24
	2.2.8.2 Daya Aktif.....	24
	2.2.8.3 Daya Reaktif	24
	2.2.8.4 Daya Semu.....	25
2.2.9	Faktor Daya.....	27

2.2.9.1	Faktor daya <i>leading</i>	29
2.2.9.2	Faktor Daya <i>lagging</i>	30
2.2.10	Beban Listrik	31
2.2.10.1	Beban Resistif	31
2.2.10.2	Beban Induktif.....	32
2.2.10.3	Beban Kapasitif	32
2.2.11	Jatuh Tegangan.....	33
2.2.12	Rugi-rugi Daya.....	39
2.2.12.1	Rugi-rugi Pada Jaringan Distribusi.....	43
2.2.12.2	Rugi-rugi Transformator.....	44
2.2.13	Perbaikan Profil Tegangan dan Mengurangi Rugi Daya.....	49
2.2.13.1	<i>Load Tap Changer</i>	50
2.2.13.2	Pemasangan Kapasitor Bank.....	53
2.2.13.3	Memperbesar Ukuran Penghantar Konduktor	55
2.2.14	Indeks Berorientasi Pada Beban Serta Eergi	62
2.2.15	Program Bantu ETAP 12.6.0.....	63
2.2.15.1	Definisi ETAP	63
2.2.14.2	Elemen-elemen AC ETAP.....	65
2.2.14.3	Elemen-elemen di ETAP	67
2.2.14.4	Elemen Aliran Daya.....	68
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	70
3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	70
3.2	Waktu Penelitian	70

3.3	Tempat Penelitian.....	70
3.4	Langkah-langkah Penelitian.....	71
3.5	Jadwal Penelitian Tugas Akhir	79
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		80
4.1	Umum.....	80
4.2	Struktur Jaringan	81
4.2.1	Penyulang OGF 15 Bangau Sakti	81
4.2.2	Karakteristik Beban.....	82
4.3	Jaringan Penghantar	82
4.3.1	Pemodelan JTM Penyulang OGF 15 Bangau Sakti.....	85
4.4	Hasil dan Analisis	86
4.4.1	Kondisi <i>Exsisting</i> Penyulang OGF 15 Bangau Sakti.....	86
4.4.2	Skenario Perbaikan dengan Pengaturan <i>Tap Changer</i> Trafo Daya 50 MV	102
4.4.3	Skenario Perbaikan dengan Pemasangan Kapasitor Bank.....	113
4.4.4	Skenario Perbaikan dengan Penggantian Luas Penampang Penghantar	125
4.4.5	Perbandingan Dari Awal Sebelum Skenario Perbaikan dan Setelah Skenario Perbaikan	136
4.4.6	Menghitung Energi Yang Tidak Tersalurkan Pada Penyulang OGF 15 Bangau Sakti.....	144
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		156
5.1	Kesimpulan	156

5.2	Saran.....	158
	DAFTAR PUSTAKA	159
	LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Jadwal Penelitian Tugas Akhir.....	79
Tabel 4. 1	Data Panjang Jaringan PLN Rayon Panam	81
Tabel 4. 2	Data Pembebanan Penyulang OGF 15 Bangau Sakti Pada Bulan November 2016.....	82
Tabel 4. 3	Data Tahanan (R) dan Reaktansi (X_L) penghantar AAAC tegangan 20 KV	83
Tabel 4. 4	Data Tahanan (R) dan Reaktansi (X_L) penghantar XLPE Aluminium tegangan 24 KV.....	83
Tabel 4. 5	Data total Tahanan (R) dan Reaktansi (X_L) pada simulasi penyulang OGF 15 Bangau Sakti	83
Tabel 4. 6	Kapasitas Trafo dan Pembebanan Terpasang.....	85
Tabel 4. 7	Hasil Data Pada Kondisi <i>Exsisting</i> Penyulang OGF 15 Bangau Sakti	87
Tabel 4. 8	Data Jatuh Tegangan Terukur dan Jatuh Tegangan Terhitung.....	91
Tabel 4. 9	Data Rugi-rugi Daya Terukur dan Rugi-rugi Daya Terhitung	96
Tabel 4. 10	Rugi-rugi Daya Trafo Distribusi	100
Tabel 4. 11	Tegangan sebelum dan setelah dilakukan skenario perbaikan pengaturan <i>Tap Changer</i>	103
Tabel 4. 12	Rugi-rugi Daya Sebelum dan Setelah Pengaturan <i>Tap Changer</i> ...	110
Tabel 4. 13	Tegangan Sebelum dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank.....	115
Tabel 4. 14	Rugi-rugi Daya Sebelum dan Setelah Pemasangan Kapasitor Bank	122
Tabel 4. 15	Tegangan Sebelum dan Setelah Penggantian Luas Penampang	126

Tabel 4. 16 Rugi-rugi Daya Sebelum dan Setelah Penggantian Luas Penampang	133
Tabel 4. 17 Perbandingan tegangan Penyulang OGF 15 Bangau Sakti kondisi awal dan semua skenario perbaikan.....	137
Tabel 4. 18 Perbandingan Rugi Daya Aktif	141
Tabel 4. 19 Perbandingan Rugi Daya Reaktif	141
Tabel 4. 20 Beban Daya Rata-rata Bulan November 2016	145
Tabel 4. 21 Daya Rata-rata LWBP dan WBP bulan November 2016.....	148
Tabel 4. 22 Waktu pepadanan pada bulan November perhari	148
Tabel 4. 23 Data waktu tersalurkan dan tidak tersalurkan	150
Tabel 4. 24 Energi Terjual Perkelompok Pelanggan (GWh) Tahun 2015	152
Tabel 4. 25 Energi Tidak Tersalurkan (KWh/Bulan) penyulang OGF 15 Bangau sakti	153
Tabel 4. 26 Tarif dasar listrik per November 2016	154
Tabel 4. 27 ENS per pelanggan Penyulang OGF 15 bangau sakti	155

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	11
Gambar 2. 2 Hubungan Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah dan Konsumen	13
Gambar 2. 3 Komponen Penyusun Sistem Distribusi	16
Gambar 2. 4 Struktur Jaringan Radial	17
Gambar 2. 5 Struktur Jaringan Radial Ganda.....	18
Gambar 2. 6 Struktur Jaringan Lingkaran / LOOP.....	19
Gambar 2. 7 Struktur Jaringan Spindel	20
Gambar 2. 8 Struktur Jaringan Anyaman	21
Gambar 2. 9 Penjumlahan trigonometri daya aktif, reaktif dan semu	25
Gambar 2. 10 Hubungan bintang.....	26
Gambar 2. 11 Hubung delta.....	27
Gambar 2. 12 Hubungan daya aktif, reaktif dan kapasitansi	29
Gambar 2. 13 Faktor daya <i>leading</i>	29
Gambar 2. 14 Segitiga daya beban kapasitif	30
Gambar 2. 15 Faktor daya <i>lagging</i>	30
Gambar 2. 16 Segitiga daya beban induktif	30
Gambar 2. 17 Arah dan tegangan padap beban resistif	31
Gambar 2. 18 Arus, tegangan dan GGL induksi pada beban induktif.....	32
Gambar 2. 19 Arus, tegangan dan GGL induksi pada beban kapasitif	33
Gambar 2. 20 Skema <i>load tap changer</i>	52

Gambar 2. 21 Skematik sistem pengendali <i>on-load-tap-changing transformer</i> dengan <i>line drop compensation (LDC)</i>	52
Gambar 2. 22 Kapasitor Bank Terhubung dengan Bus Penyulang	55
Gambar 2. 23 Desain ETAP	64
Gambar 2. 24 Simbol Transformator 2 Kawat di ETAP	66
Gambar 2. 25 Simbol Generator di ETAP.....	66
Gambar 2. 26 Simbol statis dan dinamis di ETAP.....	66
Gambar 2. 27 Simbol pemutus rangkaian di ETAP	67
Gambar 2. 28 Simbol bus di ETAP	67
Gambar 2. 29 Toolbar <i>Load Flow</i> di ETAP.....	68
Gambar 4. 1 <i>Single line diagram</i> OGF 15 Bangau Sakti	90
Gambar 4. 2 Grafik tegangan penyulang OGF 15 Bangau Sakti	108
Gambar 4. 3 Grafik tegangan penyulang OGF 15 Bangau Sakti	120
Gambar 4. 4 Grafik tegangan penyulang OGF 15 Bangau Sakti	131
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan tegangan penyulang OGF 15 Bangau Sakti kondisi <i>existing</i> dan semua skenario perbaikan	140
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan rugi daya aktif penyulang OGF 15 Bangau Sakti.....	142
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan rugi daya reaktif penyulang OGF 15 Bangau Sakti.....	142
Gambar 4. 8 Grafik Daya Rata-rata Setiap Jam	146

DAFTAR SINGKATAN

A	= Ampere
AAAC	= <i>All Aluminium Alloy Conductor</i>
AENS	= <i>Average Energy Not Supply</i>
ENS	= <i>Energy Not Supply</i>
ETAP	= <i>Electric Transient And Analysis Program</i>
GI	= Gardu Induk
LTC	= <i>Load Tap Changer</i>
LWBP	= Luar Waktu Beban Puncak
KM	= Kilo Meter
KMS	= Kilo Meter Sircuit
KV	= Kilo Volt
KVA	= Kilo Volt Ampere
KW	= Kilo Watt
KWh	= Kilo Watt-hours
MVA	= Mega Volt Ampere
OGF	= <i>Out Going Feeder</i>
PLN	= Perusahaan Listrik Negara
PT	= Perseroan Terbatas
SLD	= <i>Single Line Diagram</i>
SKTM	= Saluran Kabel Tegangan Menengah
SUTM	= Saluran Udara Tegangan Menengah
V	= Volt
W	= Watt
WBP	= Waktu Beban Puncak