

ABSTRAK

Florens Caroline Ludji:

Skripsi

Analisa Perbaikan Susut Energi Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 70 kV dan 150 kV pada Sistem Kelistrikan Flores

Ketersediaan listrik yang cukup dan berkualitas merupakan hal yang harus dipenuhi oleh PLN untuk mengimbangi perkembangan kebutuhan listrik yang sangat pesat saat ini. Demikian juga penyaluran energi listrik kepada konsumen harus berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Akan tetapi, saat ini posisi antara pusat-pusat pembangkit dan pusat-pusat beban pada umumnya terpisah dalam ratusan bahkan ribuan kilometer, seperti yang ada di wilayah kerja PLN Sistem Flores. Keadaan ini dapat menimbulkan kerugian bagi PLN karena rugi-rugi daya yang dihasilkan. Rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi sangat perlu diperhatikan, karena bisa menyebabkan hilangnya daya yang cukup besar. Hasil dari tugas akhir ini menunjukkan nilai rugi-rugi daya (susut daya) dapat diatasi dengan mengatur pola operasi sistem kelistrikan Flores dengan mengatur *tap changer* pada trafo yang beroperasi dan juga menambahkan kapasitor *bank*. Nilai *saving energy* yang dihasilkan adalah 154.872 kWh. Selain itu, dapat juga dipasang kapasitor *bank* yang telah dikolaborasi dengan pengaturan *tap changer*. Nilai *saving energy* yang dihasilkan adalah 252.648 kWh. Permodelan perbaikan susut daya ini dilakukan menggunakan ETAP.

Kata kunci :

Rugi-rugi daya, transmisi, susut daya, pola operasi, *tap changer*, kapasitor *bank*, *saving energy*.

ABSTRACT

Florens Caroline Ludji:

Undergraduate Thesis

Analysis of Energy Loss Improvements for 70 kV and 150 kV High Voltage Transmission Lines in Flores Electrical System

The availability of adequate and high-quality electricity supply is essential for the state-owned electricity company (PLN) to meet the rapidly growing demand for electricity. Moreover, the transmission of electrical energy to consumers must proceed effectively as expected. However, presently, the locations between power generation centers and load centers are generally separated by hundreds or even thousands of kilometers, as observed in the operational region of the Flores System managed by PLN. This situation can result in losses for PLN due to power losses incurred. Particularly, losses occurring in transmission lines need significant attention as they can lead to considerable power dissipation. The results of this thesis indicate that the issue of power losses (power dissipation) can be addressed by regulating the operational patterns of the Flores electrical system through the manipulation of tap changers on operating transformers and the addition of capacitor banks. The achieved energy savings amount to 154.872 kWh. Additionally, the installation of a capacitor bank, in collaboration with tap changer adjustments, results in energy savings of 252.648 kWh. The modeling of power loss mitigation was conducted using ETAP.

Keywords: Power losses, transmission, power dissipation, operational patterns, tap changer, capacitor bank, saving energy.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR RUMUS ATAU PERSAMAAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Perumusan masalah	2
1.3 Analisa kebutuhan	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir	4
1.5 Uraian Singkat Tugas Akhir	5
1.6 Metodologi Perancangan dan Implementasi	6
1.6.1 Pengumpulan Data Lapangan	6
1.6.2 Cara Mendapatkan Data	6
1.6.3 Studi Literatur	6
1.6.4 Pengerjaan Tugas Akhir	6
1.6.5 Penyajian Tugas Akhir	7
2. TINJAUAN PUSTAKA	8

2.1	Sistem Tenaga Listrik	8
2.2	Transmisi Tenaga Listrik.....	8
2.3	Daya Listrik	10
2.4	<i>Single Line Diagram</i> (SLD).....	13
2.5	Susut Energi Listrik.....	13
2.6	<i>Software</i> ETAP	15
3.	PENGUMPULAN DATA	16
3.1	Data <i>Single Line Diagram</i> Sistem Flores	16
3.2	Gambar Perancangan ETAP	20
3.3.	Data Beban	31
4.	HASIL PENGUJIAN DAN OBSERVASI KONDISI MULA - MULA.....	32
4.1	Simulasi	32
4.2	Observasi Keadaan Mula-Mula.....	43
5.	ALTERNATIF SOLUSI UNTUK MENGURANGI <i>VOLTAGE DROP</i> , SUSUT DAYA, DAN SUSUT ENERGI SISTEM KELISTRIKAN FLORES	46
5.1.	Pengaturan <i>Tap Changer</i> Trafo.....	46
5.2.	Penambahan Kapasitor <i>Bank</i> pada Pengaturan <i>Tap Changer</i> Trafo	48
5.3.	Saving Energy	52
6.	KESIMPULAN	53
6.1	Kesimpulan	53
	DAFTAR PUSTAKA.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur Pengerjaan Tugas Akhir	5
Gambar 2.1 Rangkaian Sistem Tenaga Listrik	8
Gambar 3.1 Gambar <i>Single Line Diagram</i> Transmisi Sistem Kelistrikan Flores	16
Gambar 3.2 Tampilan <i>Transmission Line Editor</i> pada ETAP.....	17
Gambar 3.3 Tampilan <i>2-Winding Transformer Editor</i> pada ETAP.....	18
Gambar 3.4 Tampilan <i>3-Winding Transformer Editor</i> pada ETAP.....	18
Gambar 3.5 Tampilan <i>Cabel Editor</i> pada ETAP	19
Gambar 3.6 Gambar Perancangan GI Wairita 150 kV.....	20
Gambar 3.7 Gambar Perancangan ETAP GI Maumere.....	21
Gambar 3.8 Gambar Perencanaan ETAP GI Ropa	22
Gambar 3.9 Gambar Perancangan ETAP GI Sokoria	23
Gambar 3.10 Gambar Perancangan ETAP GI Ende	24
Gambar 3.11 Gambar Perancangan ETAP GI Aesesa	25
Gambar 3.12 Gambar Perancangan ETAP GI Bajawa.....	26
Gambar 3.13 Gambar Perancangan ETAP GI Borong.....	27
Gambar 3.14 Gambar Perancangan ETAP GI Ruteng.....	28
Gambar 3.15 Gambar Perancangan ETAP GI Ulumbu	29
Gambar 3.16 Gambar Perancangan ETAP GI Labuan Bajo.....	30
Gambar 4.1 Gambar kondisi mula-mula GI Wairita.....	32
Gambar 4.2 Gambar kondisi mula-mula GI Maumere.....	33
Gambar 4.3 Gambar kondisi mula-mula GI Ropa.....	34
Gambar 4.4 Gambar kondisi mula-mula GI Ende.....	35
Gambar 4.5 Gambar kondisi mula-mula GI Sokoria.....	36
Gambar 4.6 Gambar kondisi mula-mula GI Aesesa	37
Gambar 4.7 Gambar kondisi mula-mula GI Bajawa	38
Gambar 4.8 Gambar kondisi mula-mula GI Borong	39
Gambar 4.9 Gambar kondisi mula-mula GI Ruteng	40
Gambar 4.10 Gambar kondisi mula-mula GI Ulumbu.....	41
Gambar 4.11 Gambar kondisi mula-mula GI Labuan Bajo	42
Gambar 4.12 Gambar generator yang mengalami keadaan <i>over excited</i> saat simulasi analisa <i>load flow</i>	43

Gambar 5.1 Penentuan nilai $\cos \theta$ sebelum menambah kapasitor <i>bank</i>	49
Gambar 5.2 Penentuan nilai Q sebelum penambahan kapasitor bank	49
Gambar 5.3 Hasil simulasi setelah penambahan kapasitor <i>bank</i>	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Analisa Kebutuhan.....	3
Tabel 3.1 Data <i>Transmission Line</i>	16
Tabel 4.1 Hasil Susut pada Simulasi ETAP di Kondisi Mula-Mula	44
Tabel 5.1 Hasil Susut Simulasi ETAP pada Kondisi dengan <i>Tap Changer</i>	46
Tabel 5.2 Perbandingan Nilai Susut Daya pada Keadaan Mula-Mula dan Keadaan dengan <i>Tap Changer</i>	47
Tabel 5.3 Hasil Susut Simulasi ETAP pada Kondisi dengan <i>Tap Changer</i> dan Kapasitor <i>Bank</i>	50
Tabel 5.4 Perbandingan Nilai Susut Daya pada Keadaan Mula-Mula dan Keadaan dengan <i>Tap Changer</i> dan Kapasitor <i>Bank</i>	51

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 – DATA TRAF0.....	56
LAMPIRAN 2 – DATA PMT	57
LAMPIRAN 3 – KURVA BEBAN PEMBANGKIT SISTEM KELISTRIKAN FLORES.....	59
LAMPIRAN 4 - GAMBAR PERANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN FLORES.....	60
LAMPIRAN 5 - TAMPILAN DATA REALISASI SUSUT TRANSMISI SISTEM KELISTRIKAN FLORES ...	61
LAMPIRAN 6 – HASIL SIMULASI SETELAH MELAKUKAN SIMULASI PENGATURAN <i>TAP CHANGER</i> TRAF0.....	62
LAMPIRAN 7 – HASIL SIMULASI SETELAH MELAKUKAN SIMULASI PENGATURAN <i>TAP CHANGER</i> TRAF0 DAN PENAMBAHAN KAPSITOR <i>BANK</i>	64
LAMPIRAN 8 – <i>SINGLE LINE DIAGRAM</i> SISTEM KELISTRIKAN FLORES	66
LAMPIRAN 9 – DATA <i>TRANSMISSION LINE</i>	67

DAFTAR RUMUS ATAU PERSAMAAN

2.1 – Rumus Resistansi	9
2.2 – Rumus Induktansi	10
2.3 – Rumus Kapasitansi.....	10
2.4 – Rumus Daya Nyata (Tegangan dan Arus)	11
2.5 – Rumus Daya Nyata (Daya Aktif dan Faktor Daya)	11
2.6 – Rumus Daya Aktif (Tegangan, Arus, dan Faktor Daya).....	11
2.7 – Rumus Daya Aktif (Daya Nyata dan Daya Reaktif)	11
2.8 – Rumus Daya Reaktif (Tegangan, Arus, $\sin \theta$)	12
2.9 – Rumus Daya Reaktif (Daya Aktif dan $\tan \theta$).....	12
2.10 – Rumus Daya Reaktif (Daya Aktif dan Daya Reaktif)	12
2.11 – Rumus Faktor Daya	12
2.12 – Rumus Susut Teknis.....	14
2.13 – Rumus Resistansi (berhubungan dengan resistivitas).....	14