

ANALISIS PERBANDINGAN ALIRAN DAYA SISTEM TOBOALI ANTARA SEBELUM DAN SESUDAH PENGOPERASIAN GARDU INDUK TOBOALI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh:

**KHOIRUN
1021511038**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2019**

SKRIPSI/TUGAS AKHIR
ANALISIS PERBANDINGAN ALIRAN DAYA SISTEM TOBOALI
ANTARA SEBELUM DAN SESUDAH PENGOPERASIAN GARDU
INDUK TOBOALI

Dipersiapkan dan disusun oleh

KHOIRUN
1021511038

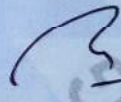
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal *10 Mei 2019*

Pembimbing Utama,



Asmar, S.T., M.Eng.
NP. 307608018

Pembimbing Pendamping,



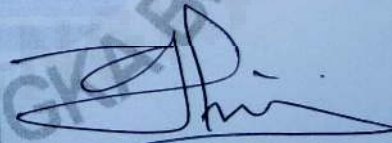
M. Yonggi Puriza, S.T., M.T.
NIP. 1988807022018031001

Penguji,



Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.
NIP. 198508102012121001

Penguji,



Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T.
NIP. 198107202012121003

SKRIPSI/TUGAS AKHIR
ANALISIS PERBANDINGAN ALIRAN DAYA SISTEM TOBOALI
ANTARA SEBELUM DAN SESUDAH PENGOPERASIAN GARDU
INDUK TOBOALI


Dipersiapkan dan disusun oleh

KHOIRUN
1021511038

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal 10 Mei 2019

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Asmar, S.T., M.Eng.
NP. 307608018


M. Yonggi Puriza, S.T., M.T.
NIP. 1988807022018031001

Mengetahui,
Plt. Ketua Jurusan Teknik Elektro,



Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.
NIP. 198508102012121001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : KHOIRUN
NIM : 1021511051
Judul : ANALISIS PERBANDINGAN ALIRAN DAYA SISTEM
TOBOALI ANTARA SEBELUM DAN SESUDAH
PENGOPERASIAN GARDU INDUK TOBOALI

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunujuk, 13 Mei 2019



KHOIRUN
NIM. 1021511038

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : KHOIRUN
NIM : 1021511038
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : TEKNIK

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalti-Free Right)** atas tugas akhir saya yang berjudul :
“ANALISIS PERBANDINGAN ALIRAN DAYA SISTEM TOBOALI ANTARA SEBELUM DAN SESUDAH PENGOPERASIAN GARDU INDUK TOBOALI”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mangalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balunjur
Pada tanggal : 13 Mei 2019
Yang menyatakan,

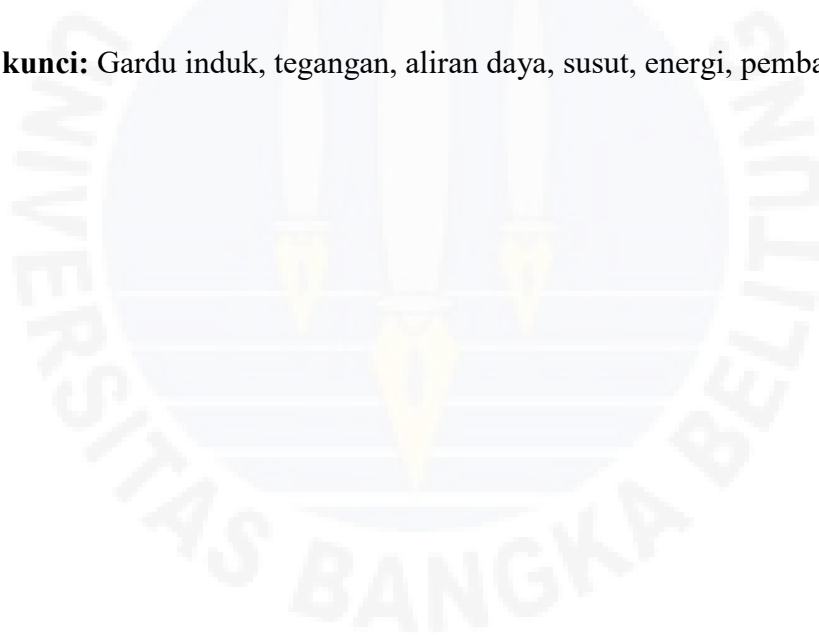


(KHOIRUN)

INTISARI

Saat ini, sedang dilakukan pembangunan gardu induk Toboali di daerah Toboali untuk meningkatkan kualitas tegangan dan rugi daya serta mengurangi biaya operasi dan biaya sewa PLTD Toboali. Gardu induk Toboali yang sedang dibangun mendapat suplai dari gardu induk Kampak dengan kapasitas 60 MVA_{sc}. Setelah dilakukan analisis aliran daya antara sebelum dan gardu induk Toboali beroperasi, maka didapatkan kondisi tegangan akan mendekati 20 kV dari yang semulanya lebih besar. Dengan rugi energi sebesar 3.895,7 MWh/tahun dan susut sebesar 4,53 % akibat rugi energi tersebut ketika sebelum beroperasinya gardu induk Toboali. Setelah beroperasinya gardu induk Toboali, rugi energi berubah menjadi 3.377,5 MWh/tahun dan susut sebesar 3,96 %. Dengan demikian, pembangunan gardu induk Toboali akan mengurangi rugi energi serta biaya untuk sewa dan pengoperasian PLTD Toboali yang akan di *shut down* setelah gardu induk Toboali dioperasikan.

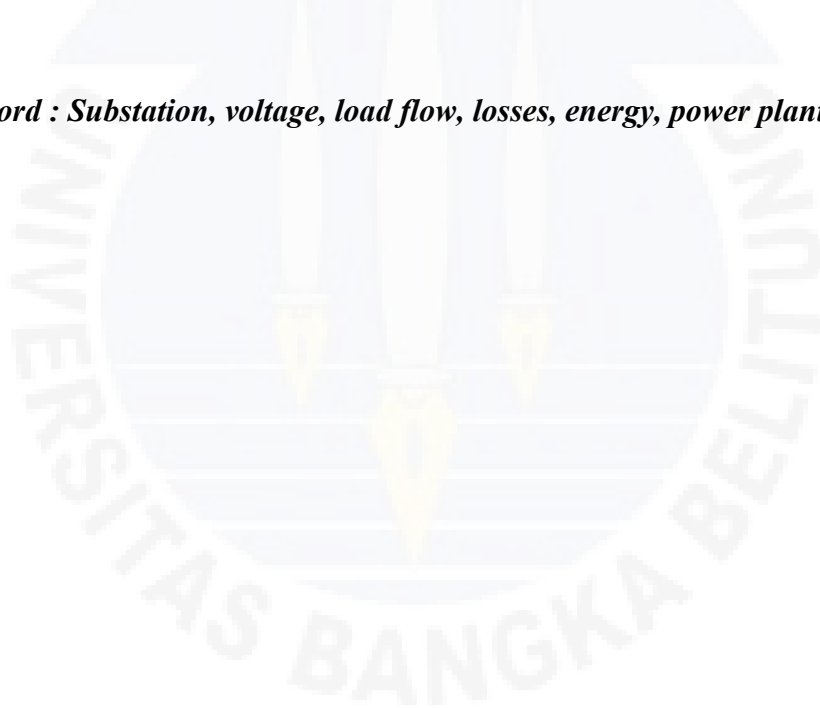
Kata kunci: Gardu induk, tegangan, aliran daya, susut, energi, pembangkit listrik.



ABSTRACT

Nowadays, the construction of substation is being carried out in Toboali to improve the voltage quality and minimize the power losses, the operating costs and the rental costs of Toboali power plant. The substation of Toboali is getting the supplied from the Kampak substation with the capacity 60 MVAsc . After analyzing the load flow between before and after operating of Toboali substation, then getting the result of the voltage condition will be approaching 20 KV. With the energy losses is 3895,7 MWh/annum and the losses percentage is 4,53% due to the energy losses before the operation of the substation in the Toboali. After the operation of the Toboali substation, the energy losses changed to 3377,5 MWh/annum and the losses percentage is 3,96%. Thus, the construction of the Toboali substation will reduce energy losses and the costs for leasing and operating the Toboali power plant which will be shut down after the Toboali substation is operated.

Keyword : Substation, voltage, load flow, losses, energy, power plant.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Karya tulis ini penulis persembahkan kepada :

Ayah dan Ibu tercinta yang telah menjadi panutan bagi penulis hingga saat ini, terima kasih juga yang selalu memberikan semangat, motivasi, kasih sayang serta do'a yang tiada henti-hentinya untuk kelancaran setiap langkah penulis dalam menyelesaikan berbagai permasalahan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro dan memperoleh gelar sarjana.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, selaku Plt. Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus Penguji 1 Tugas Akhir.
2. Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
3. Bapak Asmar, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir.
4. Bapak M. Yonggi Puriza, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
5. Bapak Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T., selaku Penguji 2 Tugas Akhir.
6. Alm. Irwan Dinata, S.T., M.T. yang telah membimbing setengah dari pengerjaan tugas akhir ini dan telah membina mahasiswa selama mengabdikan.
7. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung.
8. Bapak Ridwan H. Kartowisastro, S.T. selaku manajer PLN Rayon Toboali yang telah banyak membantu dan memotivasi pengerjaan tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung khususnya Mahasiswa Angkatan 2015 atas kerjasama, dukungan serta semangat yang telah membantu tenaga, pikiran dan waktu.
10. Serta beberapa pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan, baik secara langsung maupun yang tidak langsung dalam pelaksanaan Penelitian maupun penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“ANALISIS PERBANDINGAN ALIRAN DAYA SISTEM TOBOALI ANTARA SEBELUM DAN SESUDAH PENGOPERASIAN GARDU INDUK TOBOALI”

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi tegangan ujung serta rugi-rugi dalam sistem kelistrikan rayon Toboali, aliran daya menggunakan metode *Newton Raphson* antara sebelum dan sesudah pengoperasian Gardu Induk Toboali.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Balunijuk,

2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik	7
2.2.2 Gardu Induk	8
2.2.3 Jenis Penghantar Tegangan Menengah	9
2.2.4 Aliran Daya	10
2.2.5 <i>Losses</i>	16
2.2.6 Faktor Beban Dan Faktor Kerugian	17
2.2.7 Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) 1:1995.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Tempat/Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	19
3.3 Langkah Penelitian.....	19

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Kondisi Sistem PLN Wilayah Bangka	25
4.1.1 Kondisi Sistem Pembangkit	25
4.1.2 Kondisi Sistem Transmisi	26
4.1.3 Kondisi Sistem Distribusi	27
4.2. Contoh Perhitungan Manual Aliran Daya Metode Newton Raphson	29
4.3. Analisis Simulasi Kondisi Sistem Sebelum GI Toboali Beroperasi	33
4.3.1 Simulasi Kondisi Sebelum GI Toboali Beroperasi	33
4.3.2 Analisis Jatuh Tegangan Kondisi Sebelum GI Toboali Beroperasi	34
4.3.3 Analisis Rugi-Rugi Kondisi Sebelum GI Toboali Beroperasi	42
4.4. Analisis Simulasi Kondisi Dengan GI Toboali Beroperasi	46
4.4.1 Simulasi Kondisi dengan Gardu Induk Toboali Yang Telah Beroperasi	46
4.4.2 Analisis Jatuh Tegangan Kondisi Dengan Gardu Induk Toboali Beroperasi	47
4.4.3 Analisis Rugi-Rugi Daya Kondisi Dengan Gardu Induk Toboali Beroperasi	57
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	8
Gambar 2.2 Gardu Induk.....	9
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Langkah Penelitian	20
Gambar 3.2 <i>Single Line Diagram</i> sistem Toboali kondisi Sebelum GI Toboali Beroperasi	21
Gambar 3.3 <i>Single Line Diagram</i> sistem Toboali setelah beroperasinya GI Toboali	22
Gambar 4.1 Grafik daya mampu dan beban puncak sistem Bangka.....	26
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> sistem transmisi Bangka	27
Gambar 4.3 <i>Single Line Diagram</i> penyulang rayon Toboali	33
Gambar 4.4. Hasil simulasi <i>software</i> kondisi Sebelum GI Toboali Beroperasi .	34
Gambar 4.5 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Kota	35
Gambar 4.6 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Rindik	36
Gambar 4.7 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Bikang	36
Gambar 4.8 Hasil simulasi tegangan pertengahan penyulang Tukak Sadai	37
Gambar 4.9 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Sukadamai	38
Gambar 4.10 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Tanjung Labu	39
Gambar 4.11 Hasil simulasi tegangan <i>Express Feeder</i> Tiram Puput.....	39
Gambar 4.12 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang <i>Express Feeder</i> Tiram Puput	40
Gambar 4.13 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Palas	41
Gambar 4.14 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Paku	42
Gambar 4.15 <i>Summary report</i> sistem Toboali kondisi Sebelum GI Toboali Beroperasi	43
Gambar 4.16 Kurva beban bulan Desember 2018	44
Gambar 4.17 Kurva beban pada 1 Desember 2018.....	44
Gambar 4.18 <i>Single Line Diagram</i> penyulang Rayon Toboali saat GI Toboali beroperasi.....	46
Gambar 4.19 Hasil simulasi <i>software</i> kondisi dengan GI Toboali beroperasi....	47

Gambar 4.20 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Kota setelah GI Toboali beroperasi.....	48
Gambar 4.21 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Rindik setelah GI Toboali beroperasi.....	49
Gambar 4.22 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Bikang setelah GI Toboali beroperasi.....	49
Gambar 4.23 Hasil simulasi tegangan pada pertengahan penyulang Tukak setelah GI Toboali beroperasi	50
Gambar 4.24 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Sadai setelah GI Toboali beroperasi.....	51
Gambar 4.25 Hasil simulasi tegangan <i>Express Feeder</i> Tiram-Puput	51
Gambar 4.26 Hasil simulasi tegangan ujung <i>Express Feeder</i> Puput	52
Gambar 4.27 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Sukadamai setelah GI Toboali beroperasi	53
Gambar 4.28 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Tanjung Labu setelah GI Toboali beroperasi	54
Gambar 4.29 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Pemda setelah GI Toboali beroperasi.....	55
Gambar 4.30 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Palas setelah GI Toboali beroperasi.....	55
Gambar 4.31 Hasil simulasi tegangan ujung penyulang Paku setelah GI Toboali beroperasi.....	56
Gambar 4.32 Nilai pembebanan kondisi dengan GI Toboali beroperasi	57
Gambar 4.33 Kurva beban bulan Desember 2018	58
Gambar 4.34 Kurva beban pada 1 Desember 2018.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter konduktor jaringan tegangan menengah jenis AAAC	10
Tabel 4.1 Panjang saluran dan pembebanan penyulang rayon Toboali	28
Tabel 4.2 Klasifikasi bus	30
Tabel 4.3 Perbandingan tegangan ujung SUTM sistem Toboali antara kondisi sebelum dan setelah pengoperasian GI Toboali	60



DAFTAR ISTILAH

<i>Flowchart</i>	: Diagram Alir
<i>Single Line Diagram</i>	: Diagram Satu Garis
<i>Black out</i>	: Padam total
<i>Express Feeder</i>	: penyulang ekspres
<i>Losses</i>	: rugi-rugi
<i>Software</i>	: perangkat lunak
<i>Summary report</i>	: laporan ringkasan



DAFTAR SINGKATAN

ETAP	: <i>Electrical Transient Analyzer Program</i>
GI	: Gardu Induk
LBS	: <i>Load Break Switch</i>
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
SLD	: <i>Single Line Diagram</i>
SPLN	: Standar Perusahaan Listrik Negara
AVR	: <i>Automatic Voltage Regulator</i>
GD	: Gardu distribusi
SUTM	: Saluran udara tegangan menengah
PLTD	: Pembangkit listrik tenaga disel
kV	: kiloVolt
MW	: MegaWatt
MWh	: MegaWatt <i>hour</i>
MWh/an	: MegaWatt <i>hour/annum</i>
MVAsc	: MegaVoltAmpere <i>short circuit</i>