

**ANALISIS KAPASITAS DAN LOKASI KAPASITOR  
UNTUK RUGI DAYA MINIMUM PADA PENYULANG  
MALAYSIA GARDU INDUK AIR ANYIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Mencapai Derajat Sarjana S-1



Oleh :

**RAJA CHRISTIAN SITORUS  
1021411057**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG  
2018**

**SKRIPSI**

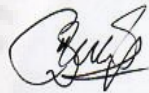
**ANALISIS KAPASITAS DAN LOKASI KAPASITOR UNTUK RUGI DAYA  
MINIMUM PADA PENYULANG MALAYSIA GARDU INDUK AIR ANYIR.**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**RAJA CHRISTIAN SITORUS  
1021411041**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Tanggal 01 Agustus 2018

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



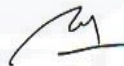
**Chiri Basuki Putra, S.T., M.T**  
NIP. 198107202012121003

Penguji,



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

Penguji



**M. Yonggi Puriza, S.T., M.T**  
NIP. 198807022018031001

**SKRIPSI**

**ANALISIS KAPASITAS DAN LOKASI KAPASITOR UNTUK RUGI DAYA  
MINIMUM PADA PENYULANG MALAYSIA GARDU INDUK AIR ANYIR.**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**RAJA CHRISTIAN SITORUS  
1021411057**

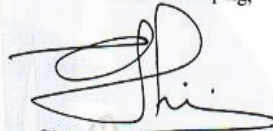
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Tanggal 01 Agustus 2018

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



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

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro,


**Irwan Dinata, S.T., M.T.**  
NIP. 198503102014041001

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Raja Christian Sitorus

Nim : 1021411057

Judul : Analisis Kapasitas Dan Lokasi Kapasitor Untuk Rugi Daya Minimum

Pada Penyulang Malaysia Gardu Induk Air Anyir.

Menyatakan dengan ini, bahwa proposal 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.

Balunijuk, 1 Agustus 2018



Raja Christian Sitorus  
102 1411 057

□

iv

### PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Raja Christian Sitorus

NIM : 102 1411 057

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 proposal tugas akhir saya yang berjudul : **Analisis Perhitungan Kapasitas Dan Lokasi Kapasitor Untuk Mendapatkan Rugi Daya Minimum Pada Saluran Distribusi 20 Kv Penyulang Malaysia Gardu Induk Air Anyir.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan proposal 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 : Balunjuk

Pada tanggal : 01 Agustus 2018

Yang menyatakan,



Raja Christian Sitorus  
102 1411 057

## INTISARI

Ada beberapa persoalan yang dihadapi oleh suatu sistem tenaga listrik untuk dapat mensuplai energi listrik secara kontinyu. Dimana kualitas tegangan dan faktor daya sistem diusahakan tetap berada pada level yang telah ditentukan, untuk menjaga keandalan dari aliran daya tetap stabil dan dapat bekerja dengan baik. Dimana toleransi jatuh tegangan standar PLN harus +5% dan -10%. Penambahan kapasitor sangat berpengaruh pada rugi daya yang dihasilkan dan perbaikan tegangan ujung yaitu pada penambahan 1 kapasitor rugi daya yang dihasilkan sebesar 2.008 Mw dan tegangan ujung 17,064 kV, dan setelah penambahan 2 buah kapasitor rugi daya semakin minimum menjadi 1.965 MW dan perbaikan tegangan menjadi 18.314 kV. dan rugi daya setelah menambahkan jarak 10% dari jarak awal 2.001 MW dan rugi daya setelah mengurangi jarak -10% dari awal 1.917 MW.

***Kata Kunci : Kapasitor, penyulang Malaysia, Rugi Daya. Jatuh Tegangan.***

## **ABSTRACT**

There are several problems faced by a power system to supply continuous electrical energy. Where the voltage quality and power factor of the system is maintained at a predetermined level, to keep the reliability of the power flow stable and work properly. Where the standard voltage drop tolerance PLN should be + 5% and -10%. The addition of capacitor is very influential on the resulting power loss and tip voltage improvement is the addition of 1 capacitor loss of power generated by 2.008 Mw and end voltage 17.064 kV, and after the addition of 2 pieces of power loss capacitors to a minimum of 1965 MW and repair voltage to 18,314 kV . and the power loss after adding a distance of 10% from the initial distance of 2,001 MW and loss of power after reducing the distance -10% from the beginning of 1917 MW.

***Keywords: Capacitors, Malaysia feeder, Power Loss. drop Voltage***

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan rahmat dan anugerahNya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu dengan judul

**“ANALISIS KAPASITAS DAN LOKASI KAPASITOR UNTUK RUGI DAYA MINIMUM PADA PENYULANG MALAYSIA GARDU INDUK AIR ANYIR.”**

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro, Universitas Bangka Belitung. Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak lepas dari peran berbagai pihak yang telah mendukung terselesaikannya Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam setiap proses penyelesaian Tugas Akhir.
3. Bapak Asmar, S.T., M.Eng. dan Ghiri Basuki Putra, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Wahri Sunanda, S.T, M.Eng. dan selaku Dosen Penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan evaluasi dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung (UBB) , yang telah memberikan dukungannya dan telah membantu tenaga, pikiran maupun memberikan semangatnya.
7. kepada pihak PLN Wilayah bangka yang telah bersedia memberikan waktu, data-data terkait penelitian ini.
8. 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.



Harapan kami semoga apa yang telah kami tulis dalam Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kami khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Tidak lupa kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar lebih baik untuk kedepannya.

Balunijuk,01 Agustus 2018

Raja Christian Sitorus  
102 1411 057



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul “Analisis Perhitungan Kapasitas Dan Lokasi Kapasitor Untuk Mendapatkan Rugi Daya Minimum Pada Saluran Distribusi 20 Kv Penyulang Malaysia Gardu Induk Air Anyir”

Laporan Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Dengan Segala kerendahan hati Penulis hanya dapat memanjatkan doa, puji syukur, semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas budi baik semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Balunujuk, 01 Agustus 2018

Raja Christian Sitorus  
102 1411 057

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Keaslian Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Tujuan Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	6
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Dasar Teori .....	8
2.2.1. Kualitas Daya Listrik.....	9
2.2.2. Sistem Distribusi .....	10
2.2.3. Gardu Induk.....	11
2.2.4. Kapasitor Bank.....	12

2.2.5.	Faktor daya.....	13
2.2.6.	Efek Pemasangan Kapasitor Seri dan Paralel ( Shunt)..	14
	a. Kapasitor Seri.....	15
	b. Kapasitor Paralel.....	17
2.2.7.	Penentuan kapasitas dan lokasi Kapasitor.....	19
2.2.8.	Kapasitor Sebagai Perbaikan Tegangan.....	20
2.2.9.	Susut Daya pada jaringan tegangan menengah.....	22
2.3.	Evaluasi Investasi.....	23
	2.3.1. Metode Perhitungan Investasi .....	25
	2.3.2. Metode <i>Net Present Value</i> .....	25
	2.3.3. Metode Ekivalensi Nilai Tahunan.....	25
	2.3.4. Metode Ekivalensi Nilai Yang Akan Datang.....	26
	2.3.5. Metode Periode Pengembalian Modal.....	26
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	27
3.1.	Bahan Penelitian.....	27
3.2.	Alat Penelitian .....	27
3.3.	Langkah Penelitian.....	28
3.4.	Variabel Yang dipelajari.....	31
3.5.	Model Yang diusulkan.....	31
3.6.	Teknik Pengumpulan data.....	32
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	34
4.1.	Pengumpulan Data .....	34
4.2.	Data Penyulang Malaysia.....	34
4.3.	<i>Single Line</i> Diagram Penyulang Malaysia.....	34
4.4.	<i>Single Line</i> diagram Gardu.....	35
4.5.	Kondisi awal simulasi Menggunakan software.....	37
4.6.	Analisis perhitungan dan penambahan 2 buah kapasitor.. .....	41
	4.6.1. Penambahan 1 buah Kapasitor.....	42
	4.6.2 Penambahan 2 buah kapasitor.....	42
	4.6.3 analisa menggunakan 1 buah kapasitor.....	43

4.6.4	analisa menggunakan 2 buah kapasitor.....	45
4.7.	Analisa segi ekonomis penggunaan kapasitor.....	48
4.7.1	Segi ekonomis sebelum pemasangan kapasitor.....	48
4.7.2.	Segi ekonomis pemasangan 2 buah kapasitor.....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>51</b>
5.1.	Kesimpulan.....	51
5.2.	Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>60</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Resistansi (R) dan Reaktansi (X) penghantar AAAC.....	23
Tabel 3.1. Data Penyulang Malaysia.....	29
Tabel 4.1 Hasil Simulasi Menggunakan <i>Software</i> Energi Kondisi Awal.....	38
Tabel 4.2. Hasil Simulasi Menggunakan 1 Buah Kapasitor.....	43
Tabel 4.3. Hasil Simulasi Menggunakan 2 Buah Kapasitor.....	46



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gardu Induk.....	11
Gambar 2.2	Konstruksi Kapasitor Tegangan Tinggi.....	14
Gambar 2.3	Vektor diagram segitiga daya.....	15
Gambar 2.4	Diagram fasor dari penyulang distribusi dengan faktor daya tertinggal.....	17
Gambar 2.5	Diagram tegangan fasor untuk rangkaian pengumpuan dengan faktor daya tertinggal. (a) dan (c) tanpa kapasitor, dan (b) dan (d) dengan kapasitor <i>shunt</i> .....	19
Gambar 2.6	Diagram pemasangan kapasitor.....	22
Gambar 2.7	Diagram segitiga daya reaktif.....	22
Gambar 2.8	<i>Cash flow</i> investasi.....	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2	Proses penginputan jenis penghantar.....	29
Gambar 3.3	<i>Single Line</i> Diagram Penyulang Malaysia.....	34
Gambar 4.1	<i>Single line</i> diagram gardu peyulang Malaysia.....	36
Gambar 4.2	<i>Single line</i> awal diagram gardu pada <i>software</i> .....	37
Gambar 4.3	Simulasi awal Rugi Daya penyulang Malaysia pada <i>software</i> .....	39

Gambar 4.4	Hasil simulasi dekat sumber awal sebelum pemasangan kapasitor.....	40
Gambar 4.5	Hasil simulasi di ujung sumber sebelum pemasangan kapasitor.....	41
Gambar 4.6	Tegangan Ujung Pada Penyulang Malaysia Setelah Penambahan 1 Buah Kapasitor.....	44
Gambar 4.7	Perbandingan penggunaan 1 buah kapasitor.....	45
Gambar 4.8	Tegangan Ujung Menggunakan 2 Buah Kapasitor.....	47
Gambar 4.9	Perbandingan penggunaan 2 kapasitor.....	48
Gambar 4.10	Tegangan ujung pada penyulang Malaysia setelah jarak ditambahkan +10%.....	49
Gambar 4.11	Tegangan ujung pada penyulang Malaysia setelah jarak dikurangi -10%.....	50
Gambar4.12	Perbandingan antara pengurangan jarak -10% dan penambahn jarak +10%.....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil simulasi tegangan ujung di tanjung bunga sebelum pemasangan kapasitor.
- Lampiran 2 Hasil simulasi rugi daya total sebelum dipasang kapasitor
- Lampiran 3 Hasil simulasi tegangan ujung di tanjung bunga setelah dipasang 1 buah kapasitor.
- Lampiran 4 Hasil simulasi rugi daya setelah dipasang 1 buah kapasitor.
- Lampiran 5 Hasil simulasi tegangan ujung pada tanjung bunga setelah pemasangan 2 buah kapasitor.
- Lampiran 6 Hasil simulasi rugi daya total setelah pemasangan 2 buah kapasitor.
- Lampiran 7 Single line gardu dengan memasukkan data real penyulang malaysia.
- Lampiran 8 Hasil simulasi awal sebelum pemasangan kapasitor.
- Lampiran 9 Hasil simulasi dengan penambahan 1 buah kapasitor.
- Lampiran 10 Hasil simulasi awal dengan penambahan 2 buah kapasitor.
- Lampiran 11 Data- data aset penyulang malaysia