ANALISIS MASUKNYA GARDU INDUK PANGKALPINANG TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI 20 kV PENYULANG INDONESIA GARDU INDUK AIR ANYIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1

Oleh:

APRILLIADI
1021411007

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELTUNG
2018

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

ANALISIS MASUKNYA GARDU INDUK PANGKALPINANG TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI 20 kV PENYULANG INDONESIA GARDU INDUK AIR ANYIR

Dipersiapkan dan disusun oleh

APRILLIADI
1021411007

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal **18 Juli 2018**

Pembimbing Utama,

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

Penguji,

Muhammad Jumnahdi, S.T., M.T.
NP. 307010044

Pembimbing Pendamping,

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

Penguji,

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

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

ANALISIS MASUKNYA GARDU INDUK PANGKALPINANG TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI 20 kV PENYULANG INDONESIA GARDU INDUK AIR ANYIR

Dipersiapkan dan disusun oleh

APRILLIADI
1021411007

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal **18 Juli 2018**

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Asmar, S.T., M.Eng.	**Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.**
NP. 307608018	NP. 198508102012121001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro,

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

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : APRILLIADI

NIM : 1021411007

Judul : ANALISIS MASUKNYA GARDU INDUK PANGKALPINANG TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI 20 kV PENYULANG INDONESIA GARDU INDUK AIR ANYIR

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yan 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, 18 Juli 2018

APRILLIADI

NIM. 1021411007

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : APRILLIADI
NIM : 1021411007
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : TEKNIK

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Non-exclusive Royalti-Free Right)** atsa tugas akhir saya yang berjudul :
"ANALISIS MASUKNYA GARDU INDUK PANGKALPINANG TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI 20 kV PENYULANG INDONESIA GARDU INDUK AIR ANYIR"
beserta 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 : Balunijuk
Pada tanggal : 18 Juli 2018
Yang menyatakan,

(APRILLIADI)

INTISARI

Gardu Induk Air Anyir memiliki penyulang distribusi terpanjang yang mencapai 80,618 kms daerah pelayanannya mencapai Dusun Tanah Merah Kabupaten Bangka Tengah, penyulang tersebut adalah penyulang Indonesia. Panjangnya penyulang Indonesia ini menyebabkan jatuh tegangan di ujung penyulang Indonesia menjadi 16,699 kV yang artinya tidak sesuai dengan kualitas distribusi SPLN 1:1995. Peningkatan kualitas distribusi penyulang Indonesia ini dilakukan dengan cara simulasi pembagian suplai daya aktif atau suplai pararel dengan gardu induk lain yang letaknya dekat dengan penyulang Indonesia yaitu gardu induk Pangkalpinang. Dilakukan sebanyak 5 simulasi perbaikan yaitu memasukkan *express feeder* dari GI Pangkalpinang ke penyulang Indonesia pada *keypoint* bus percabangan 1, GH Air Itam, percabangan 36, percabangan 42 dan percabangan 45 yang dikombinasikan dengan skenario suplai daya sebesar 3 MW, 4 MW dan 5 MW setiap simulasi. Didapatlah dua skenario terbaik, skenario terbaik pertama berdasarkan rugi daya yang dapat meningkatkan tegangan di ujung penyulang Indonesia dari 16,699 kV menjadi 18,743 kV serta mampu mengurangi rugi daya sebesar 83,6 kW daya aktif dan 28,1 kVAr daya reaktif yaitu dengan memasukkan *express feeder* ke percabangan 42 dengan suplai daya 4 MW dari gardu induk Air Anyir dan 1,465 MW dari gardu induk Pangkalpinang. Skenario terbaik kedua berdasarkan tegangan yang dapat meningkatkan tegangan di ujung penyulang Indonesia menjadi 19,096 kV tetapi menambah rugi daya sebesar 99,4 kW daya aktif dan 239 kVAr daya reaktif yaitu dengan memasukkan *express feeder* ke percabangan 42 dengan suplai daya 5 MW dari gardu induk Air Anyir dan 0,665 MW dari gardu induk Pangkalpinang.

Kata kunci : Gardu Induk, Penyulang, Jatuh Tegangan, Rugi Daya, *Express Feeder*.

ABSTRACT

Air Anyir Substation has the longest distribution feeder reaching 80.618 kms of service area to reach Tanah Merah Sub-district of Central Bangka Regency, the feeder is the Indonesian feeder. The length of the Indonesian feeder has caused the voltage drop across the end of Indonesia to 16,699 kV which means that it is not in accordance with the quality of SPLN 1: 1995 distribution. Improving the quality of Indonesia's feeder distribution is done by simulating the distribution of active power supply or parallel supply with other substations located close to the Indonesian feeder namely Pangkalpinang main substation. There were 5 simulation improvements which included express feeder from GI Pangkalpinang to Indonesian feeder on branching keypoint bus 1, GH Air Itam, branching 36, branching 42 and branching 45 combined with power supply scenario of 3 MW, 4 MW and 5 MW each simulation . Two best scenarios, the first best-case scenario based on power losses that can increase the voltage at the end of the Indonesian feeder from 16.699 kV to 18.743 kV and capable of reducing power loss of 83.6 kW active power and 28.1 kVAr reactive power by entering the express feeder into branching 42 with a 4 MW power supply from the Air Anyir substation and 1.465 MW from the Pangkalpinang substation. The second best-case scenario based on the voltage that can increase the voltage at the end of the Indonesian feeder to 19.096 kV but adds power loss of 99.4 kW of active power and 239 kVAr of reactive power by entering the express feeder into branch 42 with a 5 MW power supply from the Air Air substation and 0.665 MW from Pangkalpinang substation.

Keyword : *Substation, Feeder, Voltage Drop, Power Losses, Express Feeder*.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaiakn Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Subhanahuwata'ala atas segala nikmat dan kasih saying-Nya.
2. Ibu, ibu dan ibu di Belitung yang selalu mendoakan.
3. Ayah yang bekerja keras dalam pembiayaan perkualiahan.
4. Bapak Asmar, S.T., M.Eng. dan Wahri Sunanda, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas Akhir.
5. Bapak Muhammad Jumnahdi, S.T., M.Eng. dan M. Yonggi Apriza, S.T., M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro.
7. Dosen dan *staff* jurusan Teknik Elektro.
8. Indah Permata sari yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam memberikan masukan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Alla Subhanahuawata'ala, karena denga rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dikerjakan oleh setiap mahasiswa tingkat akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Bangka Belitung. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah **ANALISIS MASUKNYA GARDU INDUK PANGKALPINANG TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG INDONESIA GARDU INDUK AIR ANYIR**. Dalam penyusunan ini, penyusun berpedoman pada buku referensi dan bimbingan dari dosen pembimbing.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi bahan bacaan serta bahan tambahan pustaka, khususnya di Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

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

Balunijuk, 18 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
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
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR SINGKATAN xiv
DAFTAR ISTILAH xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 2
1.6 Keaslian Penelitian 3
1.7 Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.2 Landasan Teori 8
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik 8
2.2.2 Komponen Jaringan Distribusi 10
2.2.3 Pola Jaringan Distribusi Radial 19
2.2.4 Studi Aliran Daya 21
2.2.5 Kualitas Daya Listrik 22
2.2.6 *Drop* Tegangan 23

BAB III METODE PENELITIAN 27
3.1 Bahan dan Alat Penelitian 27
3.1.1 Bahan 27
3.1.2 Alat 27
3.2 Diagram Alir 28
3.3 Langkah Penelitian 29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Kondisi Distribusi Eksisting 31
4.2 Simulasi Kondisi Eksisting 32
4.3 Simulasi Perbaikan 35
4.3.1 Simulasi 1.....36
4.3.2 Simulasi 2.....38
4.3.3 Simulasi 3.....41
4.3.4 Simulasi 4.....43
4.3.5 Simulasi 5.....46
4.4 Perbandingan Simulasi Perbaikan.....48
4.4.1 Perbandingan Tegangan 48
4.4.2 Perbandingan Jumlah Bus Nominal, Marjinal dan Kritis 52
BAB V PENUTUP 55
5.1 Kesimpulan 55
5.2 Saran 55

DAFTAR PUSTAKA 56
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Tabel 2.1 Standar Tegangan Pelayanan sesuai SPLN 1:1995 26

Tabel 4.1 Tabel 4.1 Data Aset Distribusi Jaringan Tegangan Menengah Area Bangka.....31

Tabel 4.2 6 Bus Tegangan Terendah Kondisi Eksisting.....34

Tabel 4.3 Tegangan Bus Terendah dan Rugi Daya Kondisi Eksisting 34

Tabel 4.4 Bus Tegangan Terendah Simulasi 1 36

Tabel 4.5 Tegangan Bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 1.....37

Tabel 4.6 6 Bus Tegangan Terendah Simulasi 2 39

Tabel 4.7 Tegangan Bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 2.....39

Tabel 4.8 6 Bus Tegangan Terendah Simulasi 3.....41

Tabel 4.9 Tegangan Bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 3.....42

Tabel 4.10 6 Bus Tegangan Terendah Simulasi 4.....44

Tabel 4.11 Tegangan Bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 4 44

Tabel 4.12 6 Bus Tegangan Terendah Simulasi 5.....46

Tabel 4.13 Tegangan Bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 5.....47

Tabel 4.14 Perbandingan 6 Bus Tegangan Terendah 5 Skenario Terbaik Berdasarkan Rugi Daya 49

Tabel 4.15 Perbandingan 6 Bus Tegangan Terendah 5 Skenario Terbaik Berdasarkan Tegangan 50

Tabel 4.16 Perbandingan Kondisi Bus 5 Skenario Terbaik Berdasarkan Rugi Daya 52

Tabel 4.17 Perbandingan Kondisi Bus 5 Skenario Terbaik Berdasarkan Tegangan 53

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Pusat Pembangkit dengan Rel Tunggal 10
Gambar 2.2 Pusat Pembangkit dengan Rel Ganda Satu PMT 11
Gambar 2.3 Pusat Pembangkit dengan Rel Ganda Dua PMT 12
Gambar 2.4 Jaringan Distribusi Radial 13
Gambar 2.5 Jaringan Distribusi *Loop* 15
Gambar 2.6 Jaringan Distribusi *Spindle* 16
Gambar 2.7 Jaringan Distribusi Radial Murni 20
Gambar 2.8 Diagram Jaringan Distribusi Radial Interkoneksi 20
Gambar 2.9 Jaringan Distribusi Radial *Tie Line* 21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 28
Gambar 4.1 Simulasi Kondisi Eksisting 32
Gambar 4.2 *Running* Simulasi Kondisi Eksisting 33
Gambar 4.3 Simulasi 1 36
Gambar 4.4 Grafik Tegangan bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 1 38
Gambar 4.5 Simulasi 2 38
Gambar 4.6 Grafik Tegangan bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 2 40
Gambar 4.7 Simulasi 3 41
Gambar 4.8 Grafik Tegangan bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 3 43
Gambar 4.9 Simulasi 4 43
Gambar 4.10 Grafik Tegangan bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 4 45
Gambar 4.11 Simulasi 5 46
Gambar 4.12 Grafik Tegangan bus Terendah dan Rugi Daya Simulasi 5 48
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Bus Tegangan Terendah 5 Skenario Terbaik Berdasarkan Rugi Daya 51
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Bus Tegangan Terendah 5 Skenario Terbaik Berdasarkan Tegangan 51
Gambar 4.15 Perbandingan Tegangan Kondisi Eksisting dan Simulasi Terbaik 54

DAFTAR SINGKATAN

AAAC : *All Alumunium Alloy Conductor*
cm : Centi Meter
CSP : *Completely Self Protected Transformator*
FCO : *Fuse Cut Out*
GH : Gardu Hubung
GI : Gardu Induk
JTM : Jaringan Tegangan Menengah
JTR : Jaringan Tegangan Rendah
KHA : Kemampuan Hantar Arus
km : Kilo Meter
kms : Kilo Meter *Square*
kV : Kilo Volt
kVA : Kilo Volt Ampere
kVAr : Kilo Volt Ampere Reaktif
kWh : Kilo Watt *Hour*
LA : *Lightning Arrester*
mm : Mili Meter
MVA : Mega Volt Ampere
MW : Mega Watt
PHB : Perlengkapan Hubung Bagi
PLN : Perusahaan Listrik Negara
PLTD : Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTMG : Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas
PVC : *Poly Vinil Chlorid*
SPLN : Standar Perusahaan Listrik Negara
SKTM : Saluran Khusus Tegangan Menengah
SKTR : Saluran Kabel Tegangan Rendah
SUTM : Saluran Udara Tegangan Menengah

DAFTAR ISTILAH

Express : Langsung

Feeder : Penyulang

Flowchart : Diagram Alir

Keypoint : Titik Lokasi

Loop : Tertutup

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : *Single Line Diagram* Penyulang Indonesia

LAMPIRAN B : Data Jenis dan Panjang Penghantar

LAMPIRAN C : Data Pengukuran Trafo Distribusi

LAMPIRAN D : *Report Load Flow*