

ANALISIS KINERJA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK 150 KV AIR ANYIR

Diajukan Untuk Memenuhi persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh :

ODHY AFRIANDI
1021211038

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

SKRIPSI/ TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK 150 KV AIR ANYIR

dipersiapkan dan disusun oleh :

Odhy Afriandi
102 1211 038

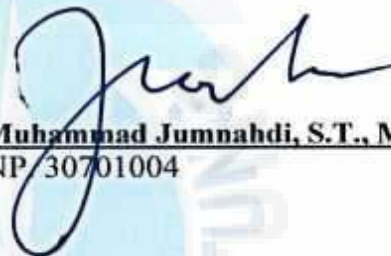
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 20 Juli 2019

Pembimbing Utama



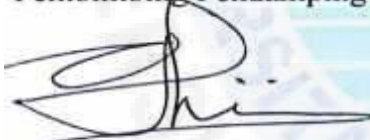
Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T.
NP. 307196007

Anggota Dewan Penguji Lain



Muhammad Jumnahdi, S.T., M.T.
NP/30701004

Pembimbing Pendamping



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

Anggota Dewan Penguji Lain



Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.
NIP. 198009142015041001



Mengetahui,
Pkt Jurusan Teknik Elektro

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

SKRIPSI/ TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA SISTEM PROTEKSI DI GARDU INDUK 150 KV AIR ANYIR

dipersiapkan dan disusun oleh :

Odhy Afriandi

102 1211 038

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 20 Juli 2019

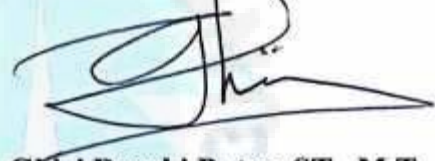
Pembimbing Utama



Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T.

NP. 307196007

Pembimbing Pendamping



Ghiri Basuki Putra, ST., M.T.

NIP. 198107202012121003



Mengetahui,

PLC Jurusan Teknik Elektro

Wahri Sunanda, S.T., M.Eng

NIP.198508102012121001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Odhy Afriandi
TEMPAT/TANGGAL LAHIR : Pangkalpinang / 19 Februari 1994
NIM : 102 1211 038
FAKULTAS/JURUSAN : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir Saya dengan judul **“ANALISIS KINERJA SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK 150 kV AIR ANYIR”** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebut sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Balunujuk, 20 Juli 2019
Yang membuat pernyataan,



Odhy Afriandi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Odhy Afriandi
NIM : 102 1211 038
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 KINERJA SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK 150 Kv 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 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 : 20 Juli 2019

Yang menyatakan,



Odhy Afriandi
102 1211 038

INTISARI

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem proteksi di Gardu Induk 150 kV Air Anyir serta gangguan yang mempengaruhi kinerja sistem proteksi diantara lain yaitu gangguan teknis sebanyak 10 kali, gangguan nonteknis sebanyak 8 kali dan gangguan yang tidak diketahui penyebabnya sebanyak 206 kali yang menyebabkan sistem proteksi bekerja untuk mengamankan sistem penyaluran tenaga listrik di gardu induk 150 kV Air Anyir diantara lain yaitu relai GFR, relai OCR, relai REF/SBEF, dan relai UFR masing-masing relai memiliki keandalan yang baik, sehingga membuat PMT 150 kV *trip* sebanyak 15 kali, PMT 20 kV *Incoming trip* sebanyak 8 kali, dan PMT 20 kV *Outgoing trip* sebanyak 193 kali, dengan keandalan sistem proteksi 100% dengan kriteria sangat baik. Simulasi yang dilakukan untuk melihat kinerja sistem proteksi relai OCR dari gangguan 3 fasa yang diberikan, dengan luas penampang yang digunakan pada *feeder* Singapore Gardu Induk 150 kV Air Anyir sebesar 70 mm² dengan lokasi gangguan 100% arus gangguan hubung singkat yang dihasilkan sebesar 2.99 kA dan relai OCR bekerja dan memberi sinyal kepada PMT *Outgoing* untuk *trip*, setelah dilakukan perbandingan menggunakan luas penampang yang berbeda berdasarkan SPLN No. 64 Tahun 1985 yaitu (35 mm²) dengan lokasi gangguan 100% arus gangguan hubung singkat yang dihasilkan semakin kecil yaitu 2.16 kA sedangkan menggunakan luas penampang (240 mm²) dengan lokasi gangguan 100% arus gangguan yang dihasilkan semakin besar yaitu 3.9 kA. Semakin besar luas penampang yang digunakan maka semakin besar arus gangguan yang dihasilkan, begitu juga sebaliknya semakin kecil luas penampang semakin kecil arus gangguan yang dihasilkan.

Kata kunci : **Gangguan Gardu Induk, Kinerja Sistem Proteksi ,Luas Penampang.**

ABSTRACT

This research was conducted to determine the performance of the protection system in the 150 kV Air Anyir, between the technical interference 10 times, 8 times non-technical interference and unknown interference caused by 206 times which causes protection system to work to secure power distribution system in the parent substation Gardu Induk 150 kV Air Anyir between the namely the GFR relay, OCR relay, REF/SBEF relays, and UFR each relay has good reliability, so make PMT 150 kV trip 15 times, PMT 20 kV Incoming trip 8 times, and PMT 20 kV Outgoing trip 193 times, With the reliability of 100% protection system with excellent criteria. Simulations conducted to view the performance of the OCR relay protection system from a given 3-phase interference, With a cross-section used in Singapore feeder Gardu 150 kV Air Anyir for 70 mm² with location interference of 100% of the current short-circuit interruption generated at 2.99 kA and OCR relays working and signaling to PMT Outgoing for trip, After comparing the comparison using different cross section based on SPLN No. 64 year 1985 are (35 mm²) with location disruption of 100% short circuit flow resulting in smaller size is 2.16 kA while using broad cross section (240 mm²) with a disruption of 100% of the current disturbance is greater than 3.9 kA. After a simulated simulation of the OCR relay continues to work and signals the trip to the PMT Outgoing for trip, The larger the broad cross-section is used then the larger the interruption current produces, as well as the opposite of the smaller cross-section of the smaller the resulting disruption.

Keywords: Disturbance of Substation, System Performance Protection, BroadCross Section.

LEMBAR PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tua yang telah memberikan semangat dan dukungan selama ini.
2. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung dan juga sekaligus Plt ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung..
3. Bapak Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir Saya Dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
4. bapak Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T. Selaku Pembimbing Pendamping Tugas Akhir Saya Dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
5. Bapak Muhammad Jumnahdi, S.T., M.T., Selaku Penguji I Tugas Akhir Saya Dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
6. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng., Selaku Penguji II Tugas Akhir Saya Dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
7. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung.
8. Bapak Redy Hermawan, Selaku Koordinator Gardu Induk 150 kV Air Anyir Serta Operator Lainnya yang Telah Bersedia Membimbing dalam Pembuatan Tugas Akhir Saya.
9. Keluarga Besar Yang Tak Pernah Putus Asa dalam Memberi Semangat, Doa dan Pengertiannya.
10. Rekan Seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2012 dan Kakak Tingkat/ Serta Adik Tingkat Tahun 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 dan 2018.
11. Teman-teman yang telah membantu dalam membuat Tugas Akhir saya ini yang tidak bisa saya sebut namanya satu persatu.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

“ANALISIS KINERJA SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK 150 kV AIR ANYIR”

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi Gangguan yang mempengaruhi kinerja sistem proteksi, keandalan kinerja sistem proteksi, serta membandingkan kinerja sistem proteksi relai OCR dengan luas penampang yang berbeda. Pada Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

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

Balunujuk, 20 Juli 2019

Penyusun



Odhy Afriandi
102 1211 038

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
11.1 Latar Belakang	1
11.2 Rumusan Masalah.....	2
11.3 Batasan Masalah	3
11.4 Tujuan Penelitian	3
11.5 Manfaat Penelitian	4
11.6 Keaslian Penelitian	4
11.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Gardu Induk.....	8

2.2.1	Fungsi Gardu Induk	8
2.2.2	Perlengkapan Gardu Induk	9
2.3	Gardu Induk Sisi 20 kV (Gardu Hubung)	17
2.4	Sistem Proteksi	18
2.4.1	Persyaratan Sistem Proteksi	18
2.4.2	Perangkat Sistem Proteksi	20
2.4.3	Zona Proteksi	22
2.4.4	Proteksi Utama	22
2.4.4.1	Ciri-Ciri Proteksi Utama	22
2.4.4.2	Relai Proteksi Utama	23
2.4.5	Proteksi Cadangan	26
2.4.5.1	Ciri-Ciri Proteksi Cadangan	26
2.4.5.2	Relai Proteksi Cadangan	26
2.5	Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik	28
2.5.1	Jenis Gangguan	29
2.6	Impedansi Kabel Penghantar AAC dan AAAC	30
2.7	Teknik Deskripsi Persentase	31
2.8	ETAP (<i>Electrical Transient Analyzer Program</i>)	31
BAB III	METODE PENELITIAN	33
3.1	Alat dan Bahan	33
3.1.1	Tempat/ Lokasi Penelitian	33
3.1.2	Waktu Penelitian	33
3.2	Alat dan Bahan	33
3.2.1	Bahan Penelitian	33
3.2.2	Alat Penelitian	33
3.3	Langkah – Langkah Penelitian	34
3.4	Penyebab Gangguan Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir	36
3.5	Kinerja Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir	37
3.6	Langkah – Langkah Simulasi Menggunakan Software ETAP 12.6	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik Diwilayah Bangka	41
4.2 Gangguan Pada Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir	42
4.2.1 Perhitungan Persentase Gangguan	42
4.3 Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir	43
4.3.1 Perhitungan Kinerja Sistem Proteksi	44
4.4 Analisa Kuantitas Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir Tahun 2016	45
4.5 Analisa Kinerja Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir Tahun 2016	47
4.6 Simulasi sistem proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir	49
4.6.1 Hasil Simulasi Kinerja Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir	50
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	
LAMPIRAN E	
LAMPIRAN F	
LAMPIRAN G	
LAMPIRAN H	
LAMPIRAN I	
LAMPIRAN J	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Kebutuhan Fungsi Rele Proteksi Terhadap Gangguan28
Tabel 2.2	Tabel Impedansi Penampang/ SPLN No. 64 Tahun 198530
Tabel 3.1	Tabel Penyebab Gangguan Sistem Proteksi 150 kV Air Anyir Tahun 201636
Tabel 3.2	Tabel Kinerja Sistem Proteksi 150 kV Air Anyir Tahun 2016.....37
Tabel 4.1	Persentase gangguan pada Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir Tahun 2016.....43
Tabel 4.2	Persentase keandalan pada Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir tahun 201644
Tabel 4.3	Hasil Simulasi Kinerja Relai OCR Pada <i>Feeder</i> Singapore Dengan Luas Penampang Yang Berbeda Berdasarkan SPLN No. 64 Tahun 1985 Menggunakan Software ETAP 12.650

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Gardu Induk Air Anyir.....8
Gambar 2.2	Gedung Kontrol.....9
Gambar 2.3	Serandang dan Pentanahan.....10
Gambar 2.4	Busbar10
Gambar 2.5	<i>Lightning Arrester (LA)</i>11
Gambar 2.6	Transformator Tegangan / <i>Potensial Transformator (PT)</i>11
Gambar 2.7	Transformator Arus / <i>Current Transformator (CT)</i>12
Gambar 2.8	Transformator Bantu (<i>Auxilliary Transformator</i>).....12
Gambar 2.9	Sakelar Pemisah (PMS) atau <i>Disconnecting Switch (DS)</i>13
Gambar 2.10	Sakelar Pemutus Tenaga (PMT) atau <i>Circuit Breaker (CB)</i>13
Gambar 2.11	Sakelar Pentanahan14
Gambar 2.12	<i>Line Trap</i>14
Gambar 2.13	Peralatan SCADA dan Telekomunikasi.....15
Gambar 2.14	Relai proteksi dan Papan Alarm (<i>Annunciator</i>).....16
Gambar 2.15	Trafo <i>Step Down</i>16
Gambar 2.16	<i>Neutral Grounding Resistor (NGR)</i>17
Gambar 2.17	Gardu Induk Sisi 20kV17
Gambar 2.18	<i>Contoh Gangguan</i>19
Gambar 2.19	Diagram Sistem Proteksi Terhadap Gangguan21
Gambar 2.20	Zona Proteksi22
Gambar 2.21	Skema Relai <i>Differential</i>23
Gambar 2.22	Skema Relai <i>Restricted Earth Fault / REF</i>23
Gambar 2.23	Relai <i>Jansen</i>24
Gambar 2.24	Relai <i>Bucholtz</i>24
Gambar 2.25	Relai Tekanan Lebih (<i>Sudden Pressure</i>)24
Gambar 2.26	Skema Relai Suhu25
Gambar 2.27	<i>On Load Tap Changer / OLTC</i>25
Gambar 2.28	Relai <i>Arus Lebih (Over Current Relay)</i>26

Gambar 2.29	Skema Relai <i>Ground Fault Relay</i> / GFR	27
Gambar 2.30	Skema Relai <i>Standby Earth Fault</i> / SBEF	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2	Proses Pembuatan <i>Single-Line Feeder</i> Singapore.....	38
Gambar 3.3	Proses Penomoran Bus atau Rel.....	38
Gambar 3.4	Proses memasukkan nilai maksimum arus dan waktu kerja relai	39
Gambar 3.5	Proses memasukkan nilai impedansi <i>feeder</i> Singapore	39
Gambar 3.6	Proses memberi gangguan pada <i>feeder</i> Singapore.....	40
Gambar 4.1	<i>Single Line</i> Gardu Induk 150 kV Air Anyir.....	41
Gambar 4.2	Grafik Kuantitas gangguan pada Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir Tahun 2016.....	45
Gambar 4.3	Grafik Kinerja Sistem Proteksi Gardu Induk 150 kV Air Anyir Tahun 2016	47

DAFTAR SINGKATAN

AAAC	: <i>All Aluminium Alloy Conductors</i>
AAC	: <i>All Aluminium Conductor</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
CB	: <i>Circuit Breaker</i>
CT	: <i>Current Transformer</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
DF	: <i>Differential</i>
DPG	: <i>Deskripsi Persentase Gangguan</i>
DS	: <i>Disconnecting Switch</i>
ENS	: <i>Energy Not Served</i>
ETAP	: <i>Electrical Transient Analyzer Program</i>
GH	: <i>Gardu Hubung</i>
GI	: <i>Gardu Induk</i>
GIS	: <i>Gas Insulated Switchgear</i>
Hz	: <i>Herzt</i>
IEC	: <i>International Electrotechnical Commission</i>
kV	: <i>Kilo Volt</i>
kWh	: <i>Kilo Watt/ Hour</i>
LA	: <i>Lightning Arrester</i>
LBS	: <i>Load Break Switch</i>
LOLP	: <i>Loss Of Load Probability</i>
MM	: <i>Mili Meter</i>
MVA	: <i>Mega Volt Ampere</i>
MW	: <i>Mega Watt</i>
NCT	: <i>Neutral Current Transformer</i>
NGR	: <i>Neutral Grounding Resistance</i>
OCR	: <i>Over Current Relay</i>
OLTC	: <i>On Load Tap Changer</i>
OG	: <i>Outgoing</i>

OVR/UVR	: <i>Over Voltage Relay/ Under Voltage Relay</i>
PLC	: <i>Power Line Carrier</i>
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PMS	: Pemisah
PMT	: Pemutus
PS	: Pemakaian Sendiri
PT	: <i>Potensial Transformtor</i>
REF/SBEF	: <i>Relay Earth Fault/ Relay Standby Earth Fault</i>
SCADA	: <i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
SCF	: <i>short circuit feeder</i>
SF6	: <i>Sulfur Hexafluoride</i>
SKTM	: Saluran Kabel Tegangan Menengah
SPLN	: Standart Perusahaan Listrik Negara
SUTM	: Saluran Utama Tegangan Menengah
TT	: Tegangan Tinggi
UFR	: <i>Under Frequency Relay</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Kondisi Abnormal</i>	: Kondisi Gangguan
<i>Feeder</i>	: Penyulang
<i>Software</i>	: Perangkat Lunak
<i>Transmisi</i>	: Penyaluran
<i>Control Building</i>	: Gedung Kontrol
<i>Single Line</i>	: Skema Satu Garis
<i>Ligthning Surge</i>	: Sambaran Petir
<i>Switching Surge</i>	: Surja Hubung
<i>Auxilliary Transformator</i>	: Transformator Bantu
<i>Disconnecting Switch</i>	: Pemisah Tegangan
<i>Circuit Breaker</i>	: Pemutus Beban
<i>Voltage Recovery</i>	: Pemulihan Tegangan
<i>Annunciator</i>	: Relai Proteksi dan Papan Alarm
<i>Step Down</i>	: Penurun Tegangan
<i>Incomming</i>	: Tegangan Masuk
<i>Outgoing</i>	: Tegangan Keluar
<i>Coupler</i>	: Penghubung
<i>Output</i>	: Keluaran
<i>Sensitifitas</i>	: Kepekaan Relai
<i>Reliabiitiy</i>	: Keandalan Relai
<i>Dependability</i>	: Relai Harus Dapat Diandalkan Setiap Saat
<i>Security</i>	: Keamanan
<i>Batere Charger</i>	: Alat pengisi Sebagai Sumber Tenaga
<i>Wiring</i>	: Pengawatan
<i>Overlap</i>	: Tumpang Tindih
<i>Input</i>	: Masukan
<i>Setting</i>	: Pengaturan
<i>Trip</i>	: Memutuskan Hubungan Arus Listrik
<i>Time Delay</i>	: Waktu Tunda Kerja Relai

<i>Continue</i>	: Terus-menerus
<i>Over Load</i>	: Beban Lebih
<i>Reserve Power</i>	: Daya Balik
<i>Interconnected System</i>	: Sistem Tenaga Listrik Yang Terintegrasi
<i>Information Sheet</i>	: Lembar Informasi Data



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A** : *Single-line* Gardu Induk 150 kV Air Anyir PT. PLN (Persero) Wilayah Bangka Belitung.
- LAMPIRAN B** : Parameter Saluran Distribusi Tegangan Menengah Feeder Singapore Gardu Induk 150 kV Air Anyir PT. PLN (Persero) Wilayah Bangka Belitung.
- LAMPIRAN C** : *Setting* Relai Gardu Induk 150 kV Air Anyir PT. PLN (Persero) Wilayah Bangka Belitung.
- LAMPIRAN D** : Gangguan dan Kinerja Sistem Proteksi Gardu Induk 150 Kv Air Anyir PT. PLN (Persero) Wilayah Bangka Belitung.
- LAMPIRAN E** : *Single-Line* Kinerja Sistem Proteksi Relai OCR Menggunakan Software ETAP 12.6. Dengan Luas Penampang 35 mm².
- LAMPIRAN F** : *Single-Line* Kinerja Sistem Proteksi Relai OCR Menggunakan Software ETAP 12.6. Dengan Luas Penampang 70 mm².
- LAMPIRAN G** : *Single-Line* Kinerja Sistem Proteksi Relai OCR Menggunakan Software ETAP 12.6. Dengan Luas Penampang 240 mm².
- LAMPIRAN H** : Hasil Simulasi Gangguan 3 Fasa Pada *Feeder* Singapore Menggunakan *Software* ETAP 12.6. Dengan Luas Penampang 35 mm²
- LAMPIRAN I** : Hasil Simulasi Gangguan 3 Fasa Pada *Feeder* Singapore Menggunakan *Software* ETAP 12.6. Dengan Luas Penampang 70 mm².
- LAMPIRAN J** : Hasil Simulasi Gangguan 3 Fasa Pada *Feeder* Singapore Menggunakan *Software* ETAP 12.6. Dengan Luas Penampang 240 mm².