

**ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN
GARDU INDUK DAN REKONFIGURASI
JARINGAN 20 KV PADA
PLN RAYON PANGKALPINANG**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh :

**INDAH PERMATA SARI
102 15 22 010**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2017**



TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN GARDU INDUK DAN
REKONFIGURASI JARINGAN 20 KV PADA
PLN RAYON PANGKALPINANG**

Disusun Oleh :

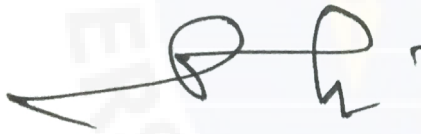
**INDAH PERMATA SARI
102 15 22 010**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 10 Juni 2017

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



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

NIP. 198508102012121001



Asmar, S.T., M.Eng.

NIP. 307608018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



IRWAN DINATA, S.T., M.T.

NIP.198503102014041001

PERNYATAAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : INDAH PERMATA SARI
NIM : 102 15 22 010
Judul : ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN GARDU
INDUK DAN REKONFIGURASI JARINGAN 20 KV PADA
PLN RAYON PANGKALPINANG

Menyatakan dengan ini, bahwa 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, Juni 2017



INDAH PERMATA SARI
NIM : 10 215 22 010

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : INDAH PERMATA SARI
NIM : 102 15 22 010
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : TEKNIK

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul :

Analisis Perencanaan Pembangunan Gardu Induk dan Rekonfigurasi Jaringan 20 kV pada PLN Rayon Pangkalpinang.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif 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 : Balunijuk

Pada tanggal : Juni 2017

Yang menyatakan,



INDAH PERMATA SARI

INTISARI

Susut dan drop tegangan merupakan permasalahan yang saat ini dihadapi oleh Rayon Pangkalpinang. Rayon Pangkalpinang memiliki susut teknik sebesar 9 % dan beberapa penyulang memiliki tegangan ujung yang rendah dan di bawah standar SPLN. Susut dan drop tegangan memiliki dampak yang besar bagi pelanggan maupun bagi PLN. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan pembangunan Gardu Induk dan rekonfigurasi jaringan. Dengan mempertimbangkan beberapa aspek lokasi yang paling tepat dan efisien untuk pembangunan Gardu Induk yaitu di daerah Pangkalan Baru. Setelah pembangunan Gardu Induk dan rekonfigurasi jaringan terdapat perbaikan tegangan ujung dan penurunan susut sebesar 36.547.280 kWh atau 6,67%. Perencanaan tersebut membutuhkan biaya sebesar Rp 100.859.368.242 dan mendapatkan keuntungan sebesar Rp 193.579.000.000. Dari perhitungan analisa ekonomi diperoleh BC Ratio > 1 ; NPV > 0 dan IRR $> MARR$, dengan demikian pembangunan Gardu dan rekonfigurasi jaringan ini layak secara ekonomis dan menguntungkan bagi PLN.

Kata kunci : Drop Tegangan, Investasi, Gardu Induk. Rekonfigurasi, Susut,.

ABSTRACT

Losses and voltage drop are the problems currently faced by Rayon Pangkalpinang. Rayon Pangkalpinang has a technical losses of 9% and some Feeders have voltage below SPLN standard. Losses and drop voltage has a big impact for customers as well as for PT. PLN. The losses can be minimize by build a substation to change the existing operating system. Considering several aspects, it is determined that the most appropriate location for the substation is in Pangkalan Baru. After the construction there is an improvement in the decrease of losses and drop voltage to 38.380 kWh or 6.89%. For the construction of Pangkalpinang II Substation and network reconfiguration, it costs Rp 100,859,368,242 and gets a profit in Rp 193,579,000,000. From the calculation results the calculated value BC Ratio > 1; NPV > 0 and IRR > MARR, thus it is economically feasible or in other words profitable so it can be concluded that this investment is provide positive benefits for PT. PLN.

Keyword : Drop Voltage, Investation, Losses, Reconfiguration , Substation.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat hidayah serta anugerah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan baik dan tepat waktu dengan judul

“ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN GARDU INDUK DAN REKONFIGURASI JARINGAN 20 KV PADA PLN RAYON PANGKALPINANG”.

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 terselesainya Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga di Kota Malang – Jawa Timur yang selalu memberikan doa dan dukungan dalam setiap proses penyelesaian Tugas Akhir.
2. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng dan Asmar, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Jumnahdi, S.T, M.T. dan Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T selaku Dosen Penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan evaluasi dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
5. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung (UBB) khususnya kelas Alih Jenjang PLN atas kerjasamanya dan dukungannya yang telah membantu tenaga, pikiran maupun memberikan semangatnya.
6. Rekan- rekan kerja di PT. PLN Area Bangka yang selalu memberi semangat dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

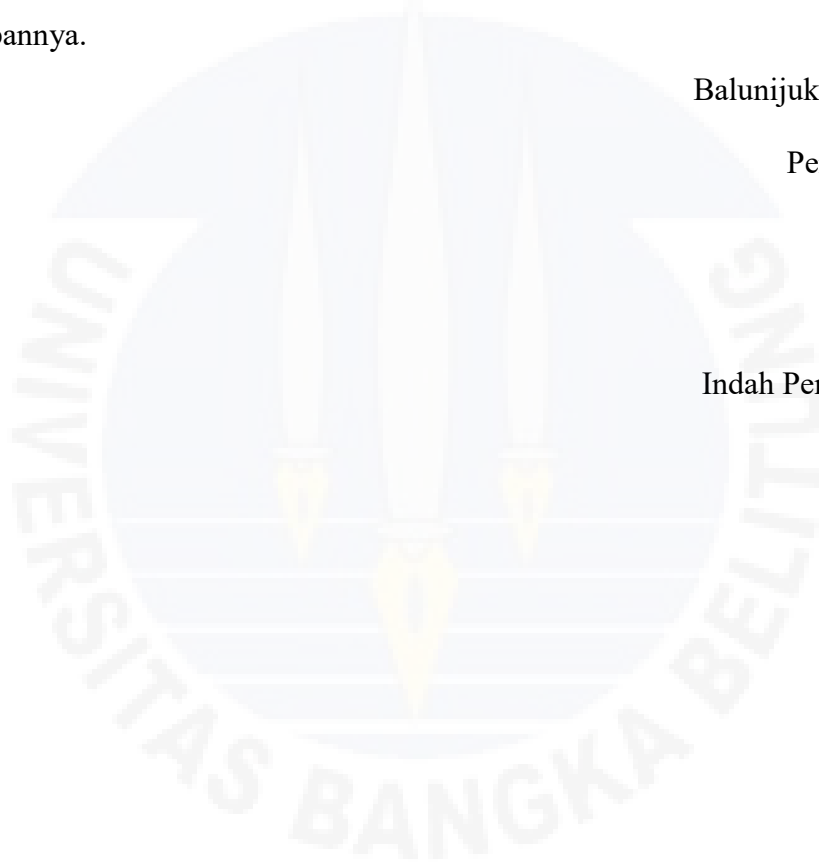
7. Keluarga baru di Pulau Bangka khususnya Citra dan Mala yang selalu memberikan dukungan dan menemani di rumah dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Serta beberapa pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan, baik secara langsung maupun yang tidak langsung dalam pelaksanaan 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.

Balunujuk, Juni 2017

Penyusun

Indah Permata Sari



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul **Analisis Perencanaan Pembangunan Gardu Induk Dan Rekonfigurasi Jaringan 20 kV Pada PLN Rayon Pangkalpinang**

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, dan syukur semoga Allah SWT membalas budi baik semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Balun Ijuk, Juni 2017

Penyusun

Indah Permata Sari

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------|
| HALAMAN SAMPUL DEPAN | i |
| LEMBAR PERSETUJUAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN | iv |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | v |
| INTISARI | vi |
| ABSTRACT | vii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | viii |
| KATA PENGANTAR..... | x |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR RUMUS | xix |
| DAFTAR ISTILAH | xx |
| DAFTAR SINGKATAN | xxi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxii |
| 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 | 3 |
| 1.6 Keaslian Penelitian | 3 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.2 Dasar Teori | 6 |
| 2.2.1 Sistem Tenaga Listrik | 6 |
| 2.2.2 Komponen pada Jaringan Distribusi | 7 |
| 2.2.2.1 Gardu Induk (GI)..... | 8 |
| 2.2.2.2 Jaringan Subtransmisi | 8 |
| 2.2.2.3 Jaringan Distribusi Primer | 8 |
| 2.2.2.4 Gardu Distribusi | 9 |
| 2.2.2.5 Saluran Distribusi Sekunder | 10 |
| 2.2.3 Klasifikasi GI Menurut Tegangan | 11 |
| 2.2.4 Klasifikasi GI Menurut Penempatan Peralatan | 11 |
| 2.2.5 Klasifikasi GI Menurut Isolasi yang Dipakai | 12 |
| 2.3 Perencanaan Pembangunan GI | 12 |
| 2.3.1 Prosedur Perencanaan Sistem Distribusi | 13 |
| 2.3.2 Analisa Penentuan Kapasitas GI Baru | 14 |
| 2.3.3 Pola <i>Busbar</i> GI | 14 |
| 2.3.3.1 Sistem <i>Single Busbar</i> | 15 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.3.3.2 | Sistem <i>Double Bus Single Breaker</i> | 15 |
| 2.3.3.3 | Sistem <i>Main and Transfer Bus</i> | 17 |
| 2.3.3.4 | <i>True Double Bus</i> | 18 |
| 2.3.3.5 | <i>Ring Bus</i> | 18 |
| 2.3.3.6 | <i>Double Bus Double Breaker</i> | 19 |
| 2.3.3.7 | <i>Breaker and A Half Bus</i> | 19 |
| 2.4 | Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah | 20 |
| 2.4.1 | Saluran Udara Tegangan Menengah | 20 |
| 2.4.2 | Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) | 20 |
| 2.4.3 | Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM) | 21 |
| 2.4.4 | Jenis Penghantar Jaringan Tegangan Menengah | 21 |
| 2.4.5 | Impedansi Saluran Jaringan Tegangan Menengah | 23 |
| 2.5 | Konfigurasi Jaringan Tegangan Menengah | 25 |
| 2.6 | Penyusutan Energi pada Jaringan Distribusi | 28 |
| 2.6.1 | Konsep Dasar <i>Losses</i> Jaringan Tegangan Menengah | 28 |
| 2.6.2 | Macam-macam Penyebab <i>Losses</i> | 28 |
| 2.6.2.1 | <i>Losses</i> Teknis | 28 |
| 2.6.2.2 | <i>Losses</i> Non Teknis | 29 |
| 2.6.3 | Penyusutan Tegangan pada Jaringan Tegangan Menengah | 29 |
| 2.6.4 | Penyusutan Daya pada Jaringan Tegangan Menengah | 30 |
| 2.6.5 | Penyusutan Energi pada Jaringan Tegangan Menengah | 32 |
| 2.7 | Perencanaan Sistem Distribusi | 33 |
| 2.8 | Analisa Ekonomi Teknik | 34 |
| 2.8.1 | Penyusutan Aktiva Tetap | 35 |
| 2.8.1.1 | Metode Penyusutan Aktiva Tetap Garis Lurus | 36 |
| 2.8.1.2 | Metode Penyusutan Aktiva Tetap Menurun Ganda | 37 |
| 2.8.1.3 | Metode Penyusutan Aktiva Tetap Jumlah Angka Tahun | 38 |
| 2.8.1.4 | Metode Penyusutan Aktiva Tetap Satuan Jam Kerja | 38 |
| 2.8.1.5 | Metode Penyusutan Aktiva Tetap Satuan Hasil Produksi | 38 |
| 2.8.2 | Metode Perhitungan Investasi | 39 |
| 2.8.2.1 | Metode <i>Net Present Value</i> | 39 |
| 2.8.2.2 | Metode Ekuivalensi Nilai Tahunan (<i>Annual Worth Analysis</i>)... | 39 |
| 2.8.2.3 | Metode Ekuivalensi Nilai Yang Akan Datang | 40 |
| 2.8.2.4 | Metode Periode Pengembalian Modal | 40 |
| 2.8.2.5 | Metode IRR | 40 |
| 2.8.2.6 | Metode <i>Discounted Payback Period</i> (PBP) | 41 |
| BAB III | METODE PENELITIAN | 42 |
| 3.1 | Alat dan Bahan Penelitian | 42 |
| 3.2 | Langkah Penelitian | 43 |
| 3.2.1 | Survei | 43 |
| 3.2.2 | Studi Literatur | 44 |
| 3.2.3 | Pengolahan Data | 44 |
| 3.2.4 | Metode Analisa Data | 44 |
| 3.2.4.1 | Data Sistem Kelistrikan Pulau Bangka | 45 |
| 3.2.4.2 | Data <i>Single Line Diagram</i> dan Parameter Saluran Transmisi | 45 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.2.4.3 | Data Pembebanan GI <i>Existing</i> pada Sistem Bangka | 45 |
| 3.2.4.4 | SLD Rayon Pangkalpinang | 45 |
| 3.2.4.5 | Panjang Jaringan | 45 |
| 3.2.4.6 | Data Gardu Tiang Trafo | 46 |
| 3.2.4.7 | Data Beban Penyulang | 46 |
| 3.2.5 | Analisa Ekonomi Teknik | 46 |
| 3.3 | Langkah Penelitian | 47 |
| 3.4 | Rancangan/Model Penelitian | 52 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 54 |
| 4.1 | Kondisi Sistem PLN Wilayah Bangka Belitung | 54 |
| 4.1.1 | Kondisi Pembangkitan | 54 |
| 4.1.2 | Kondisi Transmisi | 57 |
| 4.1.3 | Kondisi Distribusi | 59 |
| 4.2 | Analisa Simulasi Kondisi Sistem <i>Existing</i> | 64 |
| 4.2.1 | Simulasi ETAP Kondisi Sistem <i>Existing</i> | 65 |
| 4.2.2 | Analisis <i>Drop</i> Tegangan Kondisi <i>Existing</i> | 67 |
| 4.2.2.1 | Tegangan Ujung Penyulang Ceko Kondisi <i>Existing</i> | 67 |
| 4.2.2.2 | Tegangan Ujung Penyulang Brazil Kondisi <i>Existing</i> | 68 |
| 4.2.2.3 | Tegangan Ujung Penyulang Indonesia Kondisi <i>Existing</i> | 69 |
| 4.2.2.4 | Tegangan Ujung Penyulang Indonesia Kondisi <i>Existing</i> | 70 |
| 4.2.3 | Analisis Susut Jaringan Kondisi <i>Existing</i> | 71 |
| 4.3 | Perancangan Pembangunan GI Pangkalpinang II | 74 |
| 4.3.1 | Analisis Penentuan Lokasi GI Pangkalpinang II | 74 |
| 4.3.1.1 | Aspek Kebutuhan Beban | 75 |
| 4.3.1.2 | Aspek Pembebasan Lahan | 77 |
| 4.3.1.3 | Aspek Teknis | 78 |
| 4.3.1.4 | Penentuan Lokasi GI Pangkalpinang II | 79 |
| 4.3.2 | Analisis Penentuan Kapasitas GI Pangkalpinang II | 79 |
| 4.3.3 | Analisis Penentuan Lokasi GI Pangkalpinang II | 80 |
| 4.3.3.1 | Desain Kontruksi GI Pangkalpinang II | 81 |
| 4.3.3.2 | Desain Peralatan GI Pangkalpinang II | 82 |
| 4.3.3.3 | Desain Denah GI Pangkalpinang II | 83 |
| 4.3.4 | Perencanaan Jalur Transmisi GI Pangkalpinang II | 84 |
| 4.4 | Perencanaan Pembebanan Trafo Daya GI Pangkalpinang II | 87 |
| 4.5 | Perencanaan Pembangunan <i>Outgoing</i> GI Pangkalpinang II | 87 |
| 4.5.1 | Pembangunan <i>Outgoing</i> Penyulang GI Pangkalpinang II | 88 |
| 4.5.1.1 | Konfigurasi Penyulang OG 1 | 88 |
| 4.5.1.2 | Konfigurasi Penyulang OG 2 | 89 |
| 4.5.1.3 | Konfigurasi Penyulang OG 3 | 90 |
| 4.5.1.4 | Konfigurasi Penyulang OG 4 | 91 |
| 4.5.1.5 | Konfigurasi Penyulang OG 5 | 92 |
| 4.5.1.6 | Konfigurasi Penyulang OG 6 | 93 |
| 4.5.1.7 | Konfigurasi Penyulang OG 7 | 94 |
| 4.5.1.8 | Konfigurasi Penyulang OG 8 | 95 |
| 4.5.1.9 | Konfigurasi Penyulang OG 9 | 96 |
| 4.5.1.10 | Konfigurasi Penyulang OG 10 | 97 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.5.2 | Rencana Pembebanan Penyulang GI Pangkalpinang II | 98 |
| 4.5.3 | Analisis Perhitungan Penghantar Penyulang GI Pangkalpinang II | 98 |
| 4.6 | Analisa Simulasi Kondisi Sistem Setelah Pembangunan GI | 100 |
| 4.6.1 | Simulasi ETAP Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II ... | 100 |
| 4.6.2 | Analisis <i>Drop</i> Tegangan Kondisi Sistem Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 101 |
| 4.6.2.1 | Tegangan Ujung Penyulang Ceko Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 101 |
| 4.6.2.2 | Tegangan Ujung Penyulang Brazil Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 102 |
| 4.6.2.3 | Tegangan Ujung Penyulang Indonesia Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 103 |
| 4.6.2.4 | Tegangan Ujung Penyulang Argentina Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 104 |
| 4.6.3 | Analisis Susut Jaringan Kondisi Sistem Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 105 |
| 4.7 | Analisa Perbaikan <i>Drop</i> Tegangan dan Susut Jaringan | 109 |
| 4.7.1 | Analisis Perbandingan <i>Drop</i> Tegangan Sebelum dan Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 109 |
| 4.7.2 | Analisis Perbandingan Susut Jaringan Sebelum dan Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 109 |
| 4.8 | Analisis <i>Lifetime</i> GI Pangkalpinang II | 110 |
| 4.9 | Analisis Kelayakan Ekonomi | 112 |
| 4.9.1 | Biaya Pembangunan GI Pangkalpinang II | 112 |
| 4.9.2 | Perhitungan Kelayakan Ekonomi | 114 |
| 4.9.2.1 | Diagram Alir | 115 |
| 4.9.2.2 | Pengelompokkan Aliran Kas | 116 |
| 4.9.2.3 | Memasukkan Rumus Bunga | 116 |
| 4.9.2.4 | Menghitung <i>BC Ratio</i> | 117 |
| 4.9.2.5 | Menghitung NPV | 117 |
| 4.9.2.6 | Menghitung IRR | 117 |
| 4.9.2.7 | Menyimpulkan hasil analisis dengan <i>BC Ratio</i> , NPV dan IRR | 117 |
| BAB V | PENUTUP | 118 |
| 5.1 | Kesimpulan | 118 |
| 5.3 | Saran | 118 |

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--------------|--|
| Gambar 2. 1 | Komponen Utama Penyaluran Tenaga Listrik6 |
| Gambar 2. 2 | Faktor yang Mempengaruhi Total Biaya Pembangunan Proyek 13 |
| Gambar 2. 3 | Sistem Single Busbar15 |
| Gambar 2. 4 | Sistem <i>Double Busbar Single Breaker</i>16 |
| Gambar 2. 5 | Sistem <i>Double Busbar Single Breaker Double DS</i>16 |
| Gambar 2. 6 | Sistem <i>Main And Transfer Bus</i>17 |
| Gambar 2. 7 | Sistem <i>True Double Bus</i>18 |
| Gambar 2. 8 | Sistem <i>Ring Bus</i>18 |
| Gambar 2. 9 | Sistem <i>Double Bus Double Breaker</i>19 |
| Gambar 2. 10 | Sistem <i>Double Bus Double Breaker</i>19 |
| Gambar 2. 11 | Konfigurasi Penghantar Saluran Tegangan Menengah24 |
| Gambar 2. 12 | Jaringan <i>Radial</i>25 |
| Gambar 2.13 | Jaringan <i>Radial</i> Murni26 |
| Gambar 2.14 | Jaringan <i>Radial Terinterkoneksi</i>27 |
| Gambar 2.15 | Jaringan <i>Tie Line</i>27 |
| Gambar 2.16 | Saluran Distribusi Primer31 |
| Gambar 2.17 | Skema <i>Discounted Payback Period</i>41 |
| Gambar 3.1 | Langkah Penelitian47 |
| Gambar 4.1 | Grafik Daya Mampu dan Beban Puncak Sistem Bangka56 |
| Gambar 4.2 | <i>Single Line Diagram</i> Transmisi Sistem Bangka57 |
| Gambar 4.3 | <i>Single Line Diagram</i> Distribusi Sistem Bangka59 |
| Gambar 4.4 | <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Rayon Pangkalpinang64 |
| Gambar 4.5 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Kondisi Eksisting65 |
| Gambar 4.6 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang Ceko67 |
| Gambar 4.7 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang PP3 (Brazil) .68 |
| Gambar 4.8 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang Indonesia68 |
| Gambar 4.9 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang Argentina70 |
| Gambar 4.10 | Peta Transmisi Sistem Bangka74 |
| Gambar 4.11 | Peta Wilayah Daerah Ketapang76 |
| Gambar 4.12 | Peta Wilayah Daerah Pangkalan Baru77 |
| Gambar 4.13 | Rencana Busbar GI Pangkalpinang II80 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Gambar 4.14 | Perencanaan Kontruksi Gardu Induk Pangkalpinang II | 81 |
| Gambar 4.15 | Perencanaan Peralatan Gardu Induk Pangkalpinang II | 82 |
| Gambar 4.16 | Perencanaan Denah Gardu Induk Pangkalpinang II | 83 |
| Gambar 4.17 | Tower Transmisi Sistem Bangka | 84 |
| Gambar 4.18 | Rencana Saluran Transmisi GI Pangkalpinang II | 86 |
| Gambar 4.19 | Rencana Jarak Saluran Transmisi GI Pangkalpinang II | 86 |
| Gambar 4.20 | Konfigurasi Penyulang OG 1 GI Pangkalpinang II | 88 |
| Gambar 4.21 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 1 GI Pangkalpinang II | 88 |
| Gambar 4.22 | Konfigurasi Penyulang OG 2 GI Pangkalpinang II | 89 |
| Gambar 4.23 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 2 GI Pangkalpinang II | 89 |
| Gambar 4.24 | Konfigurasi Penyulang OG 3 GI Pangkalpinang II | 90 |
| Gambar 4.25 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 3 GI Pangkalpinang II | 90 |
| Gambar 4.26 | Konfigurasi Penyulang OG 4 GI Pangkalpinang II | 91 |
| Gambar 4.27 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 4 GI Pangkalpinang II | 91 |
| Gambar 4.28 | Konfigurasi Penyulang OG 5 GI Pangkalpinang II | 92 |
| Gambar 4.29 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 5 GI Pangkalpinang II | 92 |
| Gambar 4.30 | Konfigurasi Penyulang OG 6 GI Pangkalpinang II | 93 |
| Gambar 4.31 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 6 GI Pangkalpinang II | 93 |
| Gambar 4.32 | Konfigurasi Penyulang OG 7 GI Pangkalpinang II | 94 |
| Gambar 4.33 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 7 GI Pangkalpinang II | 94 |
| Gambar 4.34 | Konfigurasi Penyulang OG 8 GI Pangkalpinang II | 95 |
| Gambar 4.35 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 8 GI Pangkalpinang II | 95 |
| Gambar 4.36 | Konfigurasi Penyulang OG 9 GI Pangkalpinang II | 96 |
| Gambar 4.37 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 9 GI Pangkalpinang II | 96 |
| Gambar 4.38 | Konfigurasi Penyulang OG 10 GI Pangkalpinang II | 97 |
| Gambar 4.39 | Simulasi <i>ETAP</i> OG 10 GI Pangkalpinang II | 97 |
| Gambar 4.40 | Pengantar A3CS | 99 |
| Gambar 4.41 | Simulasi Sistem Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II ... | 100 |
| Gambar 4.42 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang Ceko | 101 |
| Gambar 4.43 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang PP3..... | 102 |
| Gambar 4.44 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang Indonesia ... | 103 |
| Gambar 4.45 | Hasil Simulasi <i>ETAP</i> Tegangan Ujung Penyulang Argentina .. | 104 |
| Gambar 4.46 | Diagram Alir Perhitungan Investasi | 115 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 2.1 Perbandingan Konduktor Jaringan Tegangan Menengah | 23 |
| Tabel 2.2 Nilai Konstanta Konduktor | 24 |
| Tabel 4.1 Kapasitas Terpasang Sistem Pembangkitan di Sistem Bangka | 55 |
| Tabel 4.2 Data Parameter Saluran Transmisi | 58 |
| Tabel 4.3 Pembebanan Gardu Induk Pangkalpinang | 58 |
| Tabel 4.4 Data Asset Distribusi Area Bangka | 60 |
| Tabel 4.5 Penambahan Pelanggan Rayon Pangkalpinang | 61 |
| Tabel 4.6 Panjang Jaringan Penyulang Rayon Pangkalpinang | 62 |
| Tabel 4.7 Pembebanan Penyulang Rayon Pangkalpinang | 63 |
| Tabel 4.8 Parameter Sistem Pangkalpinang Pada Simulasi <i>ETAP</i> | 66 |
| Tabel 4.9 Nilai <i>Losses</i> Kondisi Eksisting Hasil dari Simulasi <i>ETAP</i> | 71 |
| Tabel 4.10 Nilai Pembebanan Kondisi Eksisting Hasil dari Simulasi <i>ETAP</i> | 72 |
| Tabel 4.11 Perhitungan <i>Losses</i> Hasil dari Simulasi <i>ETAP</i> | 72 |
| Tabel 4.12 Aspek Penentuan Lokasi Gardu Induk | 79 |
| Tabel 4.13 Rincian Tower Transmisi Sistem Bangka | 84 |
| Tabel 4.14 Data Konstruksi Transmisi Sistem Bangka | 85 |
| Tabel 4.15 Rencana Konstruksi Sistem Transmisi GI Pangkalpinang II | 85 |
| Tabel 4.16 Rencana Pembebanan Trafo Gi Pangkalpinang II | 87 |
| Tabel 4.17 Rencana Pembebanan Outgoing Trafo GI Pangkalpinang II | 87 |
| Tabel 4.18 Rencana Pembangunan Penyulang <i>Outgoing</i> GI Pangkalpinang II ... | 98 |
| Tabel 4.19 KHA Penghantar | 98 |
| Tabel 4.20 Rencana Penghantar <i>Outgoing</i> GI Pangkalpinang II | 99 |
| Tabel 4.21 Nilai <i>Losses</i> Setelah Pembangunan GI Hasil dari Simulasi <i>ETAP</i> .. | 105 |
| Tabel 4.22 Nilai Pembebanan Setelah Pembangunan GI Hasil Simulasi <i>ETAP</i> | 106 |
| Tabel 4.23 Perhitungan <i>Losses</i> Hasil dari Simulasi <i>ETAP</i> | 106 |
| Tabel 4.24 Tegangan Ujung Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II | 109 |
| Tabel 4.25 Perbandingan <i>Losses</i> Setelah Pembangunan GI Pangkalpinang II .. | 109 |
| Tabel 4.26 Pertumbuhan Beban Rayon Pangkalpinang Selama 20 Tahun | 110 |
| Tabel 4.27 Pembebanan Gardu Induk Pangkalpinang Selama 20 Tahun | 110 |
| Tabel 4.28 Pembebanan Penyulang GI Pangkalpinang II Selama 20 Tahun | 111 |
| Tabel 4.29 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Jalur Transmisi | 112 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4.30 RAB Pembangunan Peralatan dan Sipil Gardu Induk | 112 |
| Tabel 4.31 RAB Pembangunan Kubikel 20 kV | 113 |
| Tabel 4.32 RAB Pembangunan Gardu Induk | 113 |



DAFTAR RUMUS

| | Halaman |
|--|----------------|
| Rumus 2.1 Impedansi Saluran Jaringan Tegangan Menengah | 23 |
| Rumus 2.2 Induktansi Saluran Jaringan Tegangan Menengah | 23 |
| Rumus 2.3 <i>GMD</i> Saluran Jaringan Tegangan Menengah | 24 |
| Rumus 2.4 <i>Losses</i> Saluran Jaringan Tegangan Menengah | 28 |
| Rumus 2.5 <i>Drop</i> Tegangan Saluran Jaringan Tegangan Menengah | 30 |
| Rumus 2.6 <i>Load Factor</i> | 30 |
| Rumus 2.7 Arus Pada Saluran Jaringan Tegangan Menengah | 31 |
| Rumus 2.8 Hukum Kirchoff | 31 |
| Rumus 2.9 Susut Energi | 32 |
| Rumus 2.10 Penyusutan Aktiva Tetap Metode Garis Lurus | 36 |
| Rumus 2.11 Tarif Penyusutan | 36 |
| Rumus 2.12 Beban Penyusutan | 36 |
| Rumus 2.13 Harga Buku Aktiva Tetap | 37 |
| Rumus 2.14 Penyusutan Aktiva Tetap Metode Menurun Ganda | 37 |
| Rumus 2.15 Penyusutan Aktiva Tetap Metode Jumlah Angka Tahun | 38 |
| Rumus 2.16 Beban Penyusutan Per Tahun Metode Jumlah Angka Tahun | 38 |
| Rumus 2.17 Tarif Penyusutan Per Jam Metode Jumlah Angka Tahun | 38 |
| Rumus 2.18 Beban Penyusutan Per Tahun Metode Satuan Hasil Produksi | 38 |
| Rumus 2.19 Tarif Penyusutan Per Jam | 38 |
| Rumus 2.20 <i>Net Present Value</i> | 39 |
| Rumus 2.21 <i>Internal Rate of Return</i> | 40 |
| Rumus 2.22 <i>Discounted Payback Period</i> | 41 |
| Rumus 2.23 Kelayakan Metode <i>Discounted Payback Period</i> | 41 |

DAFTAR ISTILAH

| | |
|-------------------------|--|
| <i>losses</i> | : susut energi |
| <i>feeder</i> | : jaringan distribusi 20 kV |
| <i>outgoing</i> | : penyulang keluaran gardu induk |
| <i>substation</i> | : gardu induk |
| <i>breaker</i> | : saklar pemutus |
| <i>cash flow</i> | : aliran dana / biaya |
| <i>residu</i> | : nilai sisa |
| <i>single line</i> | : diagram satu garis |
| <i>load factor</i> | : faktor pembebanan |
| <i>load lost factor</i> | : faktor kehilangan beban |
| <i>switchyard</i> | : bagian gardu induk yang dijadikan sebagai tempat peralatan komponen utama gardu induk |
| <i>capital cost</i> | : biaya pokok |
| <i>lifetime</i> | : umur peralatan |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-------------|--|
| <i>AAC</i> | : (<i>All Aluminium Conductor</i>) |
| <i>AAAC</i> | : <i>All Aluminium Alloy Conductor</i> |
| <i>ACSR</i> | : (<i>Alluminium Conductor Steel Reinforced</i>) |
| AP2T | : Aplikasi Pelayanan Pelanggan Terpadu |
| BPS | : Badan Pusat Statistika |
| CB | : <i>Circuit Breaker</i> |
| GH | : Gardu Hubung |
| GI | : Gardu Induk |
| <i>GMD</i> | : <i>Geometric Mean Distance</i> |
| GTT | : Gardu Trafo Tiang |
| <i>IRR</i> | : (<i>Internal Rate of Return</i>) |
| KHA | : Kuat Hantar Arus |
| <i>LF</i> | : <i>Load Factor</i> |
| LWBP | : Luar Waktu Beban Puncak |
| <i>MV</i> | : <i>Medium Voltage</i> |
| <i>NPV</i> | : <i>Net Present Value</i> |
| PLTD | : Pembangkit Listrik Tenaga Diesel |
| PLTU | : Pembangkit Listrik Tenaga Uap |
| RAB | : Rencana Anggaran Biaya |
| RKAP | : Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan |
| SKTM | : Saluran Kabel Tegangan Menengah |
| SUTM | : Saluran Udara Tegangan Menengah |
| TET | : Tegangan Eksta Tinggi |
| TM | : Tegangan Menengah |
| TT | : Tegangan Tinggi |
| WBP | : Waktu Beban Puncak |
| <i>ETAP</i> | : <i>Electrical Transient Analyzer Program</i> |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pembebanan Penyulang Rayon Pangkalpinang
- Lampiran 2 Panjang Penyulang Rayon Pangkalpinang
- Lampiran 3 *Single Line Diagram* Transmisi Sistem Bangka
- Lampiran 4 Rincian Panjang Penghantar Rayon Pangkalpinang
- Lampiran 5 *Single Line Diagram* Penyulang Rayon Pangkalpinang
- Lampiran 6 *Single Line Transmisi* Rayon Pangkalpinang
- Lampiran 7 *Single Line Diagram Hasil Simulasi ETAP*
- Lampiran 8 Hasil Simulasi *ETAP* Sebelum Pembangunan Gardu Induk
- Lampiran 9 Hasil Simulasi *ETAP* Setelah Pembangunan Gardu Induk
- Lampiran 10 Hasil Survei Lokasi Penempatan Gardu Induk
- Lampiran 11 Diagram Alir Perhitungan Investasi