



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EE 184801

ANALISIS KONTINGENSI SISTEM KELISTRIKAN BANGKA DAN BELITUNG SETELAH ADANYA INTERKONEKSI

Muhammad Baihaqi
NRP. 0711154000022

Dosen Pembimbing
Dr. Dimas Fajar Uman P., S.T., M.T.
Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

Halaman ini sengaja dikosongkan.



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EE 184801

**ANALISIS KONTINGENSI SISTEM KELISTRIKAN BANGKA
DAN BELITUNG SETELAH ADANYA INTERKONEKSI**

Muhammad Baihaqi
NRP. 0711154000022

Dosen Pembimbing
Dr. Dimas Fajar Uman P., S.T., M.T.
Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

Halaman ini sengaja dikosongkan.



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - EE 184801

**CONTINGENCY ANALYSIS OF BANGKA AND BELITUNG
ELECTRICAL SYSTEMS AFTER INTERCONNECTION**

Muhammad Baihaqi
NRP. 0711154000022

Dosen Pembimbing
Dr. Dimas Fajar Uman P., S.T., M.T.
Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

Halaman ini sengaja dikosongkan.

PERNYATAAN KEASLIAN

TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan “**Analisis Kontingensi Sistem Kelistrikan Bangka Dan Belitung Setelah Adanya Interkoneksi**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 23 Mei 2019

Muhammad Baihaqi
NRP 0711154000022

Halaman ini sengaja dikosongkan.

**ANALISIS KONTINGENSI SISTEM
KELISTRIKAN BANGKA DAN BELITUNG
SETELAH ADANYA INTERKONEKSI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada
Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Dimas Fajar Uman Putra, S.T., M.T.
NIP. 199811082012121001

Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, M.T.
NIP. 196509011991032002



Halaman ini sengaja dikosongkan.

Analisis Kontingensi Sistem Kelistrikan Bangka dan Belitung Setelah Adanya Interkoneksi

Nama : Muhammad Baihaqi
NRP : 0711154000022
Dosen Pembimbing I : Dr. Dimas Fajar Uman P., S.T., M.T.
NIP : 199811082012121001
Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, M.T.
NIP : 196509011991032002

ABSTRAK

Pada zaman ini, kebutuhan listrik akan terus meningkat sebanding dengan pertumbuhan penduduk. Salah satu lokasi yang terus berkembang adalah Pulau Belitung. Permintaan konsumsi listrik di Pulau tersebut terus meningkat, tetapi tidak sejalan dengan pertumbuhan pembangkit. Melihat kondisi geografis Pulau Belitung yang berdekatan dengan Pulau Bangka, maka masih memungkinkan untuk melakukan interkoneksi jaringan tegangan tinggi antara Pulau Bangka ke Pulau Belitung melalui jalur laut dengan tegangan 150 kV. Harapannya setelah dibangun sistem interkoneksi ini maka kebutuhan listrik di Pulau Belitung dapat tercukupi. Untuk menjaga keandalan sistem Bangka dan Belitung setelah terinterkoneksi, maka diperlukan analisis kontingensi. Analisis kontingensi adalah analisa terhadap dampak yang terjadi apabila terjadinya pelepasan beban, generator atau saluran transmisi. Di dalam tugas akhir ini, akan dilakukan analisis kontingensi berupa pelepasan saluran transmisi. Dengan pelepasan saluran transmisi, akan dianalisa dampak terhadap sistem kelistrikan Bangka Belitung dari pelepasan saluran transmisi dan diberikan rekomendasi terhadap permasalahan tersebut.

Kata Kunci : Analisa Kontingensi, Sistem Kelistrikan Bangka dan Belitung, Keandalan Sistem, Interkoneksi

Halaman ini sengaja dikosongkan.

Contingency Analysis of Bangka and Belitung Electrical Systems After Interconnection

Student's Name : Muhammad Baihaqi
ID Number : 07111540000022
Supervisor I : Dr. Dimas Fajar Uman P., S.T., M.T.
NIP : 199811082012121001
Supervisor II : Dr. Ir. Ni Ketut Aryani, MT.
NIP : 196509011991032002

ABSTRACT

Nowadays, electricity demand will increase in proportion to population growth. One of the locations that continue to grow is Belitung Island. Demand for electricity consumption on the island continues to increase but is not in line with the growth of the power plant. Seeing the geographical conditions of Belitung Island, which is adjacent to Bangka Island, it is still possible to interconnect high voltage networks between Bangka Island and Belitung Island by the sea with a voltage of 150 kV. The hope is that after this interconnection system is built, the electricity demand in Belitung Island can be fulfilled. To maintain the reliability of the Bangka and Belitung systems after interconnection, contingency analysis is needed. Contingency analysis is an analysis of the impacts that occur when a load, generator or transmission line is released. In this final project, a contingency analysis will be carried out in the form of the transmission line release. With the release of the transmission line, the impact of the Bangka Belitung electricity system will be analyzed from the release of the transmission line and recommendations will be made on the problem.

Keywords: Contingency Analysis, Bangka Belitung Electricity System, Reliability System, Interconnection

Halaman ini sengaja dikosongkan.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan makalah ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti. Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan pembuatan tugas akhir dengan judul **“Analisis Kontingensi Sistem Kelistrikan Bangka dan Belitung Setelah Adanya Interkoneksi”**.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak khususnya kepada kedua orang tua dan kepada dosen pembimbing saya yaitu Pak Umen dan Bu Aryani yang telah membimbing kami dalam menulis tugas akhir ini.

Penulis tentu menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca untuk makalah ini, supaya makalah ini nantinya dapat menjadi makalah yang lebih baik lagi. Demikian, dan apabila terdapat banyak kesalahan pada tugas akhir ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Demikian, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Surabaya, 23 Mei 2019

Muhammad Baihaqi

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR ISI

COVER	i
PERNYATAAN KEASLIAN	vii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Tugas Akhir	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
1.7. Relevansi atau Manfaat.....	5
BAB II ANALISIS KONTINGENSI SISTEM KELISTRIKAN BANGKA BELITUNG SETELAH ADANYA INTERKONEKSI... 7	
2.1. Sistem Tenaga Listrik	7
2.2. Sistem Pembangkitan	7
2.3. Transformator.....	8
2.4. Sistem Transmisi.....	8
2.4.1. Saluran Transmisi Pendek.....	9
2.4.2. Saluran Transmisi Menengah	11
2.4.2.1. Saluran Transmisi Menengah dengan Rangkaian Phi.....	11
2.4.2.2. Saluran Transmisi Menengah dengan Rangkaian T	13
2.4.3. Saluran Transmisi Panjang	15
2.5. Beban	16
2.6. Studi Aliran Daya.....	17

2.7. Gangguan.....	19
2.8. Analisis Kontingensi.....	20
2.9. Daya.....	22
2.10. Faktor Daya	23
2.11. Pemasangan Kapasitor dan Reaktor.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Kondisi Eksisting Sistem Kelistrikan	27
3.2. Proyeksi Kebutuhan Listrik	30
3.3. Beban pada Sistem Bangka Belitung	32
3.4. Pembangkit pada Sistem Bangka Belitung	36
3.5. Transformator pada Sistem Bangka Belitung	41
3.6. Saluran pada Sistem Bangka Belitung	46
3.7. Metodologi	55
BAB IV SIMULASI DAN ANALISIS.....	57
4.1. Simulasi saat Kondisi Normal	57
4.1.1 Simulasi Sebelum Interkoneksi	57
4.1.2 Simulasi Setelah Interkoneksi	67
4.2. Simulasi Kontingensi.....	80
4.2.1. Simulasi Kontingensi Sebelum Interkoneksi	80
4.2.2. Simulasi Kontingensi Setelah Interkoneksi	87
4.3. Simulasi Solusi	96
4.3.1. Penambahan Saluran	96
4.3.2. Perubahan Reaktor.....	100
BAB V PENUTUP	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN	105
BIOGRAFI.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rangkaian Ekuivalensi Saluran Transmisi Pendek	9
Gambar 2.2	Rangkaian Ekuivalensi Saluran Transmisi Pendek [4].	9
Gambar 2.3.	Saluran Transmisi Menengah Rangkaian Phi (π) [4]	11
Gambar 2.4	Saluran Transmisi Menengah Rangkaian T [4].	13
Gambar 2.5	Rangkaian Ekuivalen Saluran Transmisi Panjang [4].....	15
Gambar 2.6	Kontingensi pada Saluran Transmisi	20
Gambar 2.7	Segitiga Daya.....	23
Gambar 2.8	Kompensasi Daya Reaktif	25
Gambar 3.1	Rencana Sistem Interkoneksi Kelistrikan Bangka Belitung	27
Gambar 3.2	Flowchart Metodologi Analisis Kontingensi Sistem Interkoneksi Bangka Belitung	55
Gambar 4.1.	Grafik Pembebanan Saluran di Pulau Bangka Sebelum Interkoneksi	60
Gambar 4.2.	Grafik Pembebanan Saluran di Belitung Sebelum Interkoneksi	62
Gambar 4.3.	Grafik Nilai Tegangan di Bangka Sebelum Interkoneksi	64
Gambar 4.4.	Grafik Nilai Tegangan di Belitung Sebelum Interkoneksi	66
Gambar 4.5.	Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumtera Bangka.....	68
Gambar 4.6.	Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Bangka.....	70
Gambar 4.7.	Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung	71
Gambar 4.8.	Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Belitung	73
Gambar 4.9.	Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumtera Bangka.....	74
Gambar 4.10.	Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Bangka.....	76

Gambar 4.11.	Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung	77
Gambar 4.12.	Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Belitung	78
Gambar 4.13.	Grafik Nilai Pembebanan Maksimum Komponen saat Kontingensi di Pulau Bangka	81
Gambar 4.14.	Grafik Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi	82
Gambar 4.15.	Grafik Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka	84
Gambar 4.16.	Grafik Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Belitung.....	85
Gambar 4.17.	Grafik Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka	86
Gambar 4.18.	Grafik Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Belitung.....	87
Gambar 4.19.	Grafik Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi	88
Gambar 4.20.	Grafik Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi	92
Gambar 4.21.	Grafik Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi	95

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.a	Kapasitas Pembangkit Eksisting.....	28
Tabel 3.1.b	Kapasitas Pembangkit Eksisting (Lanjutan).....	28
Tabel 3.2.a	Realisasi Penjualan Tenaga Listrik.....	29
Tabel 3.2.b	Realisasi Penjualan Tenaga Listrik (Lanjutan).....	29
Tabel 3.3.a	Realiasi Jumlah Pelanggan (Ribu).....	29
Tabel 3.3.b	Realiasi Jumlah Pelanggan (Lanjutan).....	30
Tabel 3.4.a.	Proyeksi Jumlah Pelanggan (Ribu).....	30
Tabel 3.4.b	Proyeksi Jumlah Pelanggan (Ribu) (Lanjutan).....	30
Tabel 3.5.a	Proyeksi Kebutuhan Tenaga Listrik	31
Tabel 3.6.	Spesifikasi Beban Bangka	32
Tabel 3.7.	Spesifikasi Beban Belitung.....	34
Tabel 3.8.	Spesifikasi Generator Bangka	36
Tabel 3.9.	Spesifikasi Generator Belitung	40
Tabel 3.10.	Spesifikasi Transformator Belitung	42
Tabel 3.11.	Spesifikasi Transformator Bangka	43
Tabel 3.12.	Panjang Saluran Belitung	46
Tabel 3.13.	Spesifikasi Saluran Belitung.....	48
Tabel 3.14.	Panjang Saluran Bangka	50
Tabel 3.15.	Spesifikasi Saluran Bangka	51
Tabel 3.16.	Panjang Saluran Interkoneksi Bangka Belitung	53
Tabel 3.17.	Spesifikasi Saluran Interkoneksi Bangka Belitung	54
Tabel 3.18.	Panjang Saluran Interkoneksi Sumatra Bangka	54
Tabel 3.19.	Spesifikasi Saluran Interkoneksi Sumatra Bangka	54
Tabel 4.1.	Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumtera Bangka.....	67
Tabel 4.2.	Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Bangka ..	68
Tabel 4.3.	Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung	71
Tabel 4.4.	Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Belitung.	72
Tabel 4.5.	Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumtera Bangka.....	74
Tabel 4.6.	Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Bangka	74

Tabel 4.7.	Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung.....	77
Tabel 4.8.	Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Belitung...	77
Tabel 4.9.	Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi	87
Tabel 4.10.	Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi.....	89
Tabel 4.11.	Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi.	92
Tabel 4.12.	Kasus Kontigensi Pertama	97
Tabel 4.13.	Kasus Kontigensi Kedua	98
Tabel 4.14.	Kasus Kontigensi Ketiga.....	98
Tabel 4.15.	Kasus Kontigensi Keempat	99
Tabel 4.16.	Kasus Kontigensi Keempat	100

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2019, 100% wilayah Indonesia khususnya Provinsi Bangka Belitung, Kepulauan Bangka dan Kepulauan Belitung harus sudah teraliri arus listrik. Langkah ini didasari oleh target pemerintah Republik Indonesia yang tertuang dalam NAWACITA. Sampai saat ini, jaringan listrik masih terdapat di masing masing pulau. Akibat dari permintaan beban yang meningkat dan tidak adanya peningkatan pembangkitan di Pulau Belitung, maka dari itu dibangun lah sebuah sistem interkoneksi dari Pulau Bangka ke Pulau Belitung. Sistem Interkoneksi yang dibangun tidak hanya dilihat dari sisi pembangunannya saja. Melainkan dalam pembangunan sistem interkoneksi tersebut juga harus mempertimbangkan masalah keandalan dan kualitas sistem [1].

Sistem Interkoneksi ini dibangun untuk menyuplai daya ke Pulau Belitung akibat dari pertumbuhan beban di Pulau tersebut. Agar daya dapat terus tersuplai, maka hal yang harus diperhatikan yaitu keandalan dan kualitas penyuplaian daya tersebut. Keandalan sistem merupakan suatu kondisi dimana sistem bersifat aman dari gangguan yang ada. Untuk menciptakan sistem yang andal, maka dibutuhkan sebuah perencanaan terhadap gangguan yang mungkin terjadi. Adapun gangguan yang mungkin terjadi seperti kerusakan pada beban, terputusnya saluran transmisi, ataupun gangguan hubung singkat. Jika sistem interkoneksi tidak andal, maka daya yang disalurkan pun tidak akan maksimal bahkan daya tidak dapat tersalurkan. Salah satu cara untuk membuat perencanaan terhadap sistem agar menjadi andal yaitu dengan menganalisis sistem tersebut.

Analisis yang digunakan yaitu analisis kontingensi. Dimana analisis kontingensi ini merupakan suatu analisa terhadap kejadian dari gangguan yaitu terlepasnya pembebanan atau terlepasnya saluran transmisi. Dengan memodelkan kejadian tersebut, maka akan

mudah untuk membuat solusi dari setiap permasalahan tersebut. Solusi inilah yang akan menjadi perencanaan guna mengantisipasi setiap kemungkinan gangguan yang akan terjadi di masa depan.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang muncul berdasarkan pemaparan di latar belakang adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem kelistrikan Pulau Bangka ke Pulau Belitung ?
2. Bagaimana memodelkan sistem interkoneksi 150 kV di Pulau Bangka ke Pulau Belitung pada *software PowerFactory* 15.1 ?
3. Bagaimana analisis kontingensi pada sistem interkoneksi 150 Kv Pulau Bangka ke Pulau Belitung pada *software PowerFactory* 15.1 ?

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan penyusunan penelitian ini dimaksudkan untuk:

1. Mempelajari keandalan sistem dari sistem interkoneksi jaringan tegangan tinggi dari Pulau Bangka ke Pulau Belitung.
2. Memodelkan dan mensimulasikan sistem kelistrikan tersebut dengan *software PowerFactory* 15.1 .
3. Analisis kontingensi pada sistem interkoneksi di Pulau Bangka ke Pulau Belitung

1.4. Batasan Masalah

Dalam menyelesaikan permasalahan pada tugas akhir ini, terdapat batasan permasalahan yang diperlukan, diantaranya:

1. Memakai *plant* Sistem Bangka Belitung setelah adanya interkoneksi secara langsung dari Pulau Bangka ke Pulau Belitung pada tahun 2023 dengan data jaringan dan bebannya didapatkan dari PLN Wilayah Bangka Belitung.
2. Constraint utama adalah pengaruh tegangan pada bus 150 kV ketika adanya kontingensi.

3. Analisis terbatas hanya untuk sistem dalam keadaan seimbang ($R=S=T$) dengan menggunakan metode analisis aliran daya.
4. Tidak membahas jenis dan permodelan pembangkit.
5. Software Power Factory yang digunakan adalah Power Factory 15.1.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode untuk melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Hal pertama yang dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir ini adalah mencari referensi dengan cara studi literatur melalui buku, jurnal, dan *paper* terkait topik yang akan dikerjakan.

Langkah kedua yaitu mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk pengerjaan tugas akhir ini. Data didapatkan dari PT. PLN (PERSERO) Wilayah Bangka Belitung.

2. Pemodelan Sistem

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan untuk mengerjakan tugas akhir, lalu data tersebut dapat digunakan untuk memodelkan sistem kelistrikan Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Software yang dipakai untuk pemodelan sistem kelistrikan adalah software PowerFactory 15.1.

3. Analisa dan Simulasi Sistem

Dengan membuat permodelan sistem kelistrikan, maka akan lebih mudah di analisa. Yaitu dengan cara menjalankan program nya tersebut. PowerFactory 15.1 akan menyimulasikan sistem kelistrikan Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Setelah mengetahui hasil simulasi, maka dapat dianalisis hasil simulasi tersebut.

4. Penarikan Kesimpulan

Dari hasil simulasi dapat diperoleh kesimpulan berupa pengaruh adanya kontingensi terhadap tegangan di Sistem Bangka Belitung dan solusi penanggulangannya.

5. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan dilakukan setelah keseluruhan tahap penelitian tersebut selesai dilakukan. Pembuatan laporan ditulis berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang didapat beserta tahap-tahap penelitian yang telah dilakukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika yang ditetapkan pada penyusunan laporan tugas ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang alasan mendasar dalam memilih judul tugas akhir ini. Pendahuluan meliputi latar belakang permasalahan dari pengerjaan tugas akhir, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan dan relevansi pengerjaan tugas akhir.

BAB II : DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir secara sistematis dan juga tentang tinjauan pustaka yang terdiri dari uraian singkat penelitian-penelitian yang terkait dengan Tugas Akhir yang dikerjakan. Hal ini meliputi Studi Aliran Daya dan Analisis Kontingensi.

BAB III : PERANCANGAN DAN PEMODELAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pemodelan Sistem Interkoneksi Bangka Belitung pada *Single Line Diagram* serta data beban.

BAB IV : SIMULASI AND ANALISIS

Pada tahap ini akan dilakukan simulasi dan analisis mengenai hasil dari pengujian sistem termasuk dalam aliran daya dan analisis kontingensi.

BAB V : PENUTUP

Pada tahap akhir ini akan diberikan penjelasan mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian tugas akhir ini dan juga saran ke depan yang akan membantu dalam penelitian selanjutnya.

1.7. Relevansi atau Manfaat

Hasil Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat, sebagai berikut:

1. Diharapkan dapat diaplikasikan untuk meningkatkan keandalan sistem saat terjadi kontingensi pada Sistem Interkoneksi Bangka Belitung.
2. Meningkatkan dalam pengaplikasian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) secara nyata dalam bidang Teknik Sistem Tenaga Listrik terutama yang berhubungan dengan pengaplikasian Analisis Kontingensi.
3. Dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti lain apabila akan melakukan pengembangan pada topik ini sehingga diperoleh hasil penelitian yang lebih memuaskan.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB II

ANALISIS KONTINGENSI SISTEM KELISTRIKAN BANGKA BELITUNG SETELAH ADANYA INTERKONEKSI

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik mempunyai dua pengertian, yaitu sistem adalah komponen komponen yang saling bekerja sama mencapai suatu tujuan sementara tenaga listrik adalah sebuah energi yang bersumber dari listrik. Oleh karena itu, sistem tenaga listrik adalah sistem yang bertujuan untuk membangkitkan, menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari pembangkit sebagai produsen hingga sampai ke beban sebagai konsumen pengguna energi listrik. Sistem tenaga listrik terdiri dari sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem pembangkitan bertujuan untuk memproduksi energi listrik dengan cara mengubah sumber daya alam menjadi energi listrik. Sistem transmisi bertujuan untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit menuju ke distribusi. Sistem distribusi bertujuan untuk mendistribusikan energi listrik kepada beban sebagai [2]. Dalam melihat sistem tenaga listrik secara keseluruhan, dibutuhkan suatu permodelan sistem tenaga listrik. Permodelan ini dinamakan *single line diagram*. Permodelan ini terdiri oleh bus, generator, trafo, saluran, dan beban. Standar satuan yang dipakai yaitu nilai dalam p.u yang didapat dari nilai MVA *base*.

2.2. Sistem Pembangkitan

Sistem pembangkitan bertujuan untuk membangkitkan energi listrik dengan memanfaatkan sumber daya alam seperti air, angin, diesel, cahaya matahari, panas bumi, gelombang laut, biomass, dan nuklir. Alat yang digunakan untuk merubah sumber daya alam menjadi energi listrik yaitu generator. Tiap generator mempunyai kapasitas yang berbeda beda tergantung dari sumber daya yang digunakan. Setiap generator mempunyai fungsi biaya

yang berbeda pada setiap generatornya. Fungsi biaya ini akan menentukan biaya pembangkitan pada setiap jenis pembangkit. Generator mempunyai mode yang berbeda beda seperti *swing*, *voltage control*, *MVAR control* dan *PF control*. Generator yang dipakai yaitu generator AC 3 fasa.

2.3. Transformator

Transformator berfungsi sebagai pengubah nilai tegangan pada sistem tenaga listrik. Trafo terdiri dari dua belitan yaitu belitan primer dan belitan sekunder. Prinsip kerja trafo menggunakan induksi elektromagnetik. Pada trafo terdapat suatu fitur yang bernama *tapping* trafo. Fitur tersebut dapat digunakan untuk memperbaiki nilai tegangan pada busbar ketika terjadi *overvoltage* atau *undervoltage* [3]. Trafo dengan kapasitas besar pada umumnya terletak pada Gardu Induk. Untuk trafo yang dipasang pada area distribusi dinamakan trafo distribusi.

2.4. Sistem Transmisi

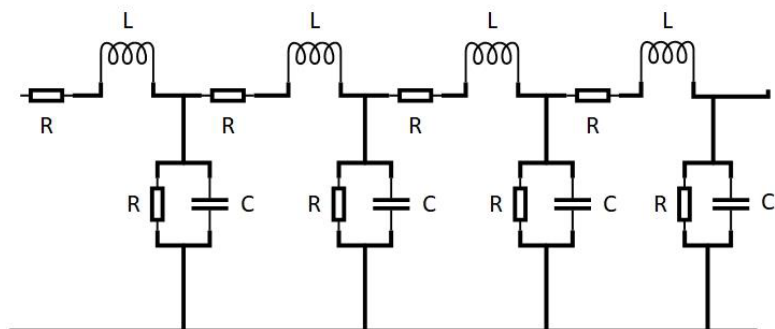
Sistem transmisi ini bertujuan untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit menuju ke beban. Energi listrik ini dapat digunakan oleh pengguna listrik. *American National Standards Institute* (ANSI) mengeluarkan standar tegangan transmisi yaitu pada tegangan saluran transmisi harus dioperasikan melebihi 60 kV dengan nilai standar tegangan transmisi sebesar 69 kV, 115 kV, 138 kV, 161 kV, 230kV, 345kV, 500 kV, dan 765 kV line-to-line. Tujuannya adalah untuk mengurangi rugi-rugi pada saluran transmisi.

Rugi-rugi daya ini timbul karena arus yang mengalir pada kabel penghantar pada saluran transmisi. Nilai rugi rugi daya akan semakin besar karena pengaruh dari panjang saluran transmisi. Bentuk rugi-rugi daya pada saluran transmisi yaitu berupa panas berlebih pada konduktor kabel yang dialiri oleh arus listrik. Apabila arus yang mengalir semakin kecil, maka rugi rugi daya pada saluran transmisi akan mengecil. Hal ini diperoleh ketika tegangan pada saluran transmisi dinaikkan. Pada sistem

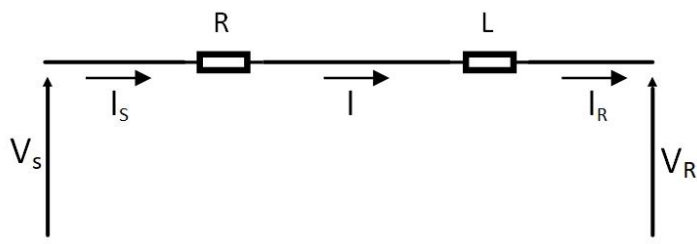
tenaga listrik saluran transmisi dibedakan menjadi tiga berdasarkan jaraknya.

2.4.1. Saluran Transmisi Pendek

Saluran transmisi pendek yaitu saluran yang panjangnya kira-kira kurang dari 80 km (50 miles) dan mempunyai rating tegangan kurang dari 69 Kv [4]. Umumnya saluran transmisi jarak pendek digunakan pada sisi konsumen akhir listrik (rumah tangga). Pada saluran transmisi pendek terdapat efek kapasitansi paralel. Namun nilai dari efek kapasitansi paralel sangat kecil sehingga dapat diabaikan.



Gambar 2.1 Rangkaian Ekuivalensi Saluran Transmisi Pendek



Gambar 2.2 Rangkaian Ekuivalensi Saluran Transmisi Pendek [4].

Keterangan gambar :

V_S = Tegangan sisi kirim (Volt)

I_S = Arus sisi kirim (Ampere)

V_R = Tegangan sisi terima (Volt)

I_R = Arus sisi terima (Ampere)

$Z = (R + jX_L)$ = Impedansi saluran (ohm)

Keterangan gambar :

P_S = Daya sisi kirim (Watt)

P_R = Daya sisi terima (Watt)

η = efisiensi (%)

Berdasarkan gambar 2.2, rangkaian tersebut dapat dihitung dengan perhitungan rangkaian AC seri sederhana dimana dimodelkan dengan nilai R dan L. Nilai arus sisi kirim (I_S) akan sama besar dengan arus sisi terima (I_R) dengan mengabaikan nilai kapasitansi pada saluran, [4].

$$I_S = CV_R + DI_R \quad (2.1)$$

Nilai tegangan pada sisi kirim dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_S = AV_R + BI_R \quad (2.2)$$

Dengan parameter saluran sebagai berikut :

$$A = 1$$

$$B = Z$$

$$C = 0$$

$$D = 1$$

Daya pada sisi kirim dan sisi terima dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_S = V_S \cdot I_S \cdot \cos\phi \quad (2.3)$$

$$P_R = V_R \cdot I_R \cdot \cos\phi \quad (2.4)$$

Efisiensi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_R}{P_S} \times 100\% \quad (2.5)$$

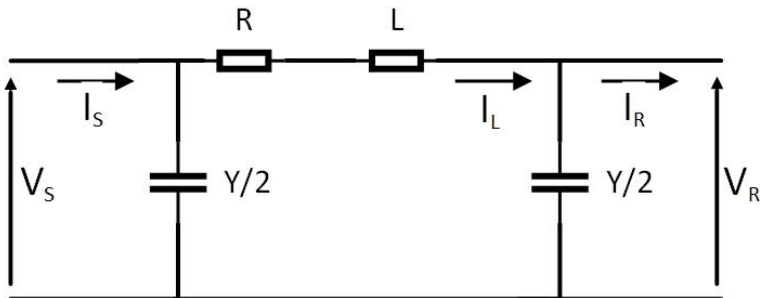
2.4.2. Saluran Transmisi Menengah

Saluran transmisi menengah yaitu saluran yang mempunyai panjang mulai dari 80 km (50 miles) hingga 240 km (150 miles). Pada saluran transmisi jarak menengah memiliki nilai efek kapasitansi yang cukup besar sehingga harus diperhitungkan.

Saluran transmisi menengah mempunyai dua jenis yaitu :

2.4.2.1. Saluran Transmisi Menengah dengan Rangkaian Phi

Saluran transmisi menengah dengan rangkaian Phi (π) mempunyai pusat kapasitansi berada di titik awal dan titik akhir serta impedansi seri terpusat pada satu titik pada cabang seri. Pemodelan saluran transmisi jarak menengah dengan rangkaian Phi mempunyai besar admitansi shunt dari saluran yang dibagi dua sama besar kemudian diletakkan pada ujung pengirim dan ujung penerima [4]. Rangkaian ekuivalen dari saluran transmisi menengah dengan rangkaian Phi (π) ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Saluran Transmisi Menengah Rangkaian Phi (π) [4]

Keterangan gambar 2.3. :

V_S = Tegangan sisi kirim (Volt)

I_S = Arus sisi kirim (Ampere)

V_R = Tegangan sisi terima (Volt)

I_R = Arus sisi terima (Ampere)

$Z = (R + jX_L)$ = Impedansi saluran (ohm)

P_S = Daya sisi kirim (Watt)

P_R = Daya sisi terima (Watt)

η = efisiensi (%)

Arus pada sisi kirim memiliki persamaan sebagai berikut :

$$I_S = CV_R + DI_R \quad (2.6)$$

Tegangan pada sisi kirim memiliki persamaan sebagai berikut :

$$V_S = AV_R + BI_R \quad (2.7)$$

Persamaan parameter saluran yaitu sebagai berikut :

$$A = D = 1 + \frac{1}{2} YZ \quad (2.8)$$

$$B = Z \quad (2.9)$$

$$C = Y \left(1 + \frac{1}{4} YZ\right) \quad (2.10)$$

$$Y = j\omega C \quad (2.11)$$

Daya pada sisi kirim dan sisi terima memiliki persamaan sebagai berikut :

$$P_S = V_S \cdot I_S \cdot \cos\phi \quad (2.12)$$

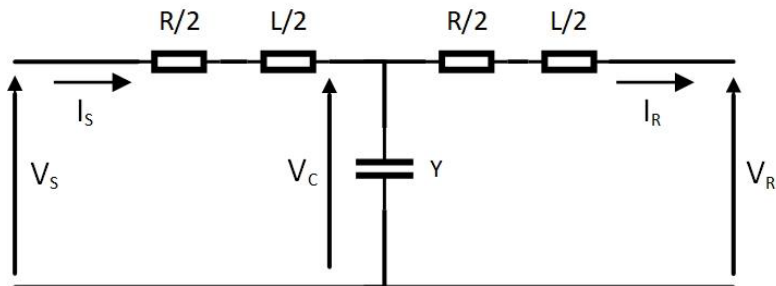
$$P_R = V_R \cdot I_R \cdot \cos\phi \quad (2.13)$$

Efisiensi memiliki persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_R}{P_S} \times 100\% \quad (2.14)$$

2.4.2.2. Saluran Transmisi Menengah dengan Rangkaian T

Saluran transmisi menengah dengan rangkaian T adalah jenis saluran transmisi yang pusat kapasitansinya berada pada satu titik dan impedansi seri terbagi dua pada kedua cabang. Saluran transmisi dengan rangkaian T ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Saluran Transmisi Menengah Rangkaian T [4].

Keterangan gambar 2.4. :

V_S = Tegangan sisi kirim (Volt)

I_S = Arus sisi kirim (Ampere)

V_R = Tegangan sisi terima (Volt)

I_R = Arus sisi terima (Ampere)

$Z = (R + jX_L)$ = Impedansi saluran (ohm)

P_S = Daya sisi kirim (Watt)

P_R = Daya sisi terima (Watt)

η = efisiensi (%)

Arus pada sisi kirim memiliki persamaan sebagai berikut :

$$I_s = CV_R + DI_R \quad (2.15)$$

Tegangan pada sisi kirim memiliki persamaan sebagai berikut :

$$V_s = AV_R + BI_R \quad (2.16)$$

Parameter saluran memiliki persamaan sebagai berikut :

$$A = D = 1 + \frac{1}{2} YZ \quad (2.17)$$

$$C = Y \quad (2.18)$$

$$B = Z \left(1 + \frac{1}{4} YZ\right) \quad (2.19)$$

$$Y = j\omega C \quad (2.20)$$

Daya sisi kirim dan sisi terima memiliki persamaan sebagai berikut :

$$P_S = V_s \cdot I_s \cdot \cos\phi \quad (2.21)$$

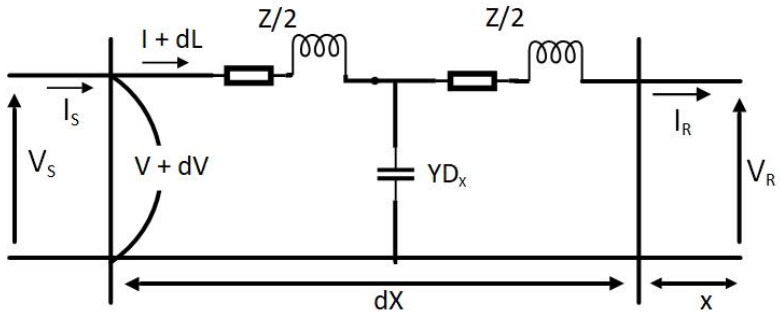
$$P_R = V_R \cdot I_R \cdot \cos\phi \quad (2.22)$$

Efisiensi memiliki persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_R}{P_S} \times 100\% \quad (2.23)$$

2.4.3. Saluran Transmisi Panjang

Saluran transmisi panjang memiliki panjang saluran yaitu lebih dari 240 km. Perhitungan transmisi panjang membutuhkan ketelitian karena parameter rangkaian tidak hanya terpusat pada satu titik melainkan tersebar pada beberapa titik [4].



Gambar 2.5 Rangkaian Ekuivalen Saluran Transmisi Panjang [4].

Keterangan gambar 2.5 :

V_S = Tegangan sisi kirim (Volt)

I_S = Arus sisi kirim (Ampere)

V_R = Tegangan sisi terima (Volt)

I_R = Arus sisi terima (Ampere)

$Z = (R + jX_L)$ = Impedansi saluran (ohm)

P_S = Daya sisi kirim (Watt)

P_R = Daya sisi terima (Watt)

η = efisiensi (%)

Arus pada sisi kirim memiliki persamaan sebagai berikut :

$$I_S = CV_R + DI_R \quad (2.24)$$

Tegangan pada sisi kirim memiliki persamaan sebagai berikut :

$$V_S = AV_R + BI_R \quad (2.25)$$

Parameter saluran yaitu sebagai berikut :

$$A = D = 1 + \frac{1}{2} YZ \quad (2.26)$$

$$C = Y \left(1 + \frac{1}{6} YZ\right) \quad (2.27)$$

$$B = Z \left(1 + \frac{1}{6} YZ\right) \quad (2.28)$$

$$Y = j\omega C \quad (2.29)$$

Daya pada sisi kirim dan sisi terima memiliki persamaan sebagai berikut :

$$P_S = V_S \cdot I_S \cdot \cos\phi \quad (2.30)$$

$$P_R = V_R \cdot I_R \cdot \cos\phi \quad (2.31)$$

Efisiensi memiliki persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_R}{P_S} \times 100\% \quad (2.32)$$

2.5. Beban

Beban pada sistem tenaga listrik dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan jenis konsumennya seperti beban komersil, beban perumahan, dan beban industri. Beban industri terdiri dari beban motor induksi dan komposit. Beban komersil dan perumahan yaitu berupa alat-alat pencahayaan, pemanasan, dan pendinginan. Beban komersil dan perumahan membutuhkan daya reaktif dengan jumlah yang relatif sedikit.

Setiap harinya besar beban selalu berubah ubah. Perubahan beban tergantung dari penggunaan alat alat listrik. Perubahan beban in dapat dilihat melalui sebuah kurva yang dinamakan kurva beban harian. Kurva beban harian merupakan kurva perubahan beban dalam satu hari. Nilai beban terbesar selama periode 24 jam dinamakan *peak demand* atau beban puncak. Pada sistem tenaga listrik beban dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan perhitungan pada sistem tenaga listrik yaitu :

1. Beban dianggap sebagai daya konstan. Di mana daya nyata (MW) dan daya reaktif (MVAR) nilainya diasumsikan konstan. Representasi ini dipakai untuk studi aliran beban.

2. Beban dianggap sebagai arus konstan. Besaran magnitudo dari arus dibuat agar tetap konstan.

3. Beban dianggap sebagai impedansi konstan. Keadaan ini dipakai untuk merepresentasikan beban dalam studi stabilitas. Apabila daya nyata (MW) dan reaktif (MVAR) diasumsikan dan menjaga agar nilai magnitudo tetap konstan.

2.6. Studi Aliran Daya

Studi aliran daya merupakan studi yang dilakukan untuk melihat aliran daya saat keadaan kerja normal. Aliran daya yaitu aliran arus yang dihasilkan oleh pembangkit kemudian disalurkan melalui transmisi menuju ke beban yang mana terdapat tegangan pada setiap bus nya. Pada tiap bus nya, arus yang lewat berubah ubah tergantung dari permintaan beban dan kontribusi dari pembangkit sedangkan tegangan cenderung tetap. Nilai impedansi saluran transmisi sistem tenaga listrik ini diubah dalam bentuk per unit (p.u.) melalui nilai base MVA yang sama.

Namun jika terjadi kontigensi pada peralatan, maka tegangan pada sistem akan cenderung berubah. Hukum KCL (*Khircoff Current Law*) adalah landasan hukum yang digunakan pada bus ini, sehingga didapatkan total arus yang menuju bus dalam bentuk persamaan (2.34) :

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^n Y_{ij} - \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j \quad j \neq i \quad (2.34)$$

Persamaan yang digunakan untuk mencari arus pada bus i dengan menggunakan daya aktif dan reaktif sebagai berikut :

$$I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i} \quad (2.35)$$

Dari persamaan (2.34) yang disubstitusikan dengan persamaan (2.35) maka akan menjadi persamaan baru (2.36). Dari persamaan (2.36) ini, rumus dari permasalahan aliran daya dinyatakan secara matematis berupa persamaan aljabar nonlinier yang dapat diselesaikan dengan metode iterasi.

$$\frac{P_i - jQ_i}{V_i} = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j \quad j \neq 1 \quad (2.36)$$

Tipe tipe bus dibagi menjadi tiga jenis menurut peralatan yang terhubung pada bus tersebut, yaitu :

1. Slack Bus atau Swing Bus

Slack Bus atau Swing Bus merupakan bus yang terhubung ke pembangkit yang beroperasi swing [5]. Pembangkit tersebut menyuplai daya sesuai dengan permintaan dan kebutuhan dari sistem.

2. Voltage Controlled Bus

Voltage Controlled Bus merupakan bus yang terhubung ke pembangkit yang beroperasi voltage controlled [6]. Pembangkit ini beroperasi untuk tetap menjaga agar tegangan yang dihasilkan selalu tetap.

3. Load Bus

Load Bus adalah bus yang terhubung dengan beban. Load bus menerima daya dari pembangkit dan menyalurkannya ke beban.

2.7. Gangguan

Dalam sistem tenaga listrik terdapat dua jenis gangguan yang menyebabkan masalah kestabilan, yaitu :

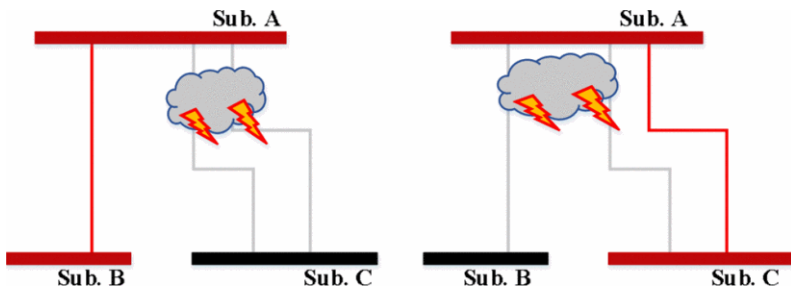
1. Gangguan kecil adalah gangguan dengan perubahan sisi beban maupun sisi pembangkit secara perlahan, acak dan nilainya meningkat maupun menurun. Gangguan kecil seperti pemutusan jaringan atau saluran dalam jaringan sistem tenaga listrik. Akan tetapi, pengaruhnya tidak terlalu berpengaruh secara signifikan seperti kondisi sebelum adanya gangguan pada aliran daya di jaringan sistem.
2. Gangguan Besar adalah gangguan yang menyebabkan perubahan secara mendadak pada tegangan bus yang harus segera diatasi. Pengaruhnya yaitu pada kestabilan sistem apabila gangguan tersebut masih belum diatasi. Kestabilan sistem tersebut juga dapat dipengaruhi oleh lama waktu gangguan.

Sedangkan gangguan berdasarkan sumber penyebabnya dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Gangguan *overload* (beban lebih) adalah gangguan yang dialami oleh sistem apabila suatu peralatan dibebani melebihi batas operasi pembebanannya. Hal ini biasanya terjadi karena penambahan beban ke dalam suatu sistem dengan tidak menambah kapasitas saluran dan juga trafo. Gangguan *overload* dapat menyebabkan peralatan menjadi panas dan rusak. Gangguan ini dapat di atasi dengan cara menambah kapasitas saluran atau trafo. Gangguan ini dapat menyebabkan saluran terlepas karena bekerjanya relay *overload*.
2. Gangguan hubung singkat (*short circuit*) adalah gangguan yang terjadi akibat impedansi peralatan menjadi sangat kecil hampir mendekati nol. Kejadian yang penyebab impedansi yaitu ranting pohon yang menghubungkan dua fasa, pohon tumbang mengenai saluran dan kesalahan grounding pada motor. Short circuit dapat menyebabkan arus yang mengalir pada sistem menjadi sangat tinggi pada lokasi terjadinya hubung singkat. Karena semua arus mengalir menuju lokasi hubung singkat. Hubung singkat dapat menyebabkan saluran terputus karena *relay overcurrent* bekerja untuk membuka *circuit breaker* pada saluran.

2.8. Analisis Kontingensi

Kontingensi adalah suatu kejadian dimana terjadinya pelepasan beban, generator atau saluran transmisi [7]. Analisis kontingensi yaitu proses analisa sistem untuk melihat dampak dari hasil simulasi beberapa peralatan yang kemungkinan akan mati selama sistem berjalan. Analisis kontingensi dapat menjadi sebuah pertimbangan dalam membuat perencanaan sebuah sistem. Selain itu, dalam analisa kontingensi juga dapat melihat batas operasi sistem, aliran daya, dan evaluasi pada sistem. Setelah adanya analisis kontingensi maka analisis ini akan mengeluarkan solusi. Seperti pada peralatan *circuit breaker* yang akan membuka ketika terjadi gangguan. Jumlah *circuit breaker* yang terbuka merupakan hasil dari analisis kontingensi [8]. Pada gambar di bawah merupakan kasus kontingensi N-2. Gambar bersumber dari *IEEE*.



Gambar 2.6 Kontingensi pada Saluran Transmisi

Analisa kontingensi itu sendiri terdapat perhitungannya. Dengan melambangkan dengan “N-k” yang mengartikan jumlah kontingensi sebanyak k [9]. Pada umumnya N-k disebut *multiple compound contingency* [10]. Jika gangguan terjadi pada saluran transmisi, maka akan mengakibatkan terjadinya pemadaman pada saluran transmisi tersebut. Gangguan yang terjadi dapat mengubah arah aliran daya pada sistem karena adanya peralatan yang padam. Perubahan aliran daya dapat merubah nilai arus pada saluran dan nilai tegangan pada bus. Sistem interkoneksi akan lebih aman dijalankan jika sudah mempunyai analisis kontingensi. Karena kerusakan pada sistem transmisi akibat efek

pelepasan saluran merupakan hal yang paling berbahaya dalam sebuah sistem [11].

Resiko yang didapatkan dari sebuah analisa kontingensi sangatlah besar. Karena terdapat banyak peluang dan kemungkinan yang akan terjadi. Namun analisis kontingensi memiliki manfaat yang besar juga. Yaitu meningkatkan keandalan sistem [12]. Pada analisis kontingensi, tegangan juga diperhatikan [13]. Sesuai standar PLN, tegangan yang diizinkan pada saluran transmisi yaitu 90% untuk batas maksimal undervoltage dan 105% untuk batas maksimal overvoltage. Pengaruhnya apabila suatu saluran dibebani pembebanan berlebih, maka saluran tersebut akan cepat panas. Sehingga isolasi nya akan rusak dan saluran menjadi terbakar [14][15].

Dilihat dari segi kemungkinan kejadian kontingensi maka dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. *Credible Contingency*

Credible Contingency adalah kejadian dimana pusat pengatur beban ataupun pusat pengatur daerah menganggap potensi gangguan terjadi pada suatu tempat dan sistem dapat melakukan pengamanan terhadap gangguan yang akan terjadi di tempat tersebut.

2. *Non Credible Contingency*

Non Credible Contingency adalah kejadian dimana pusat pengatur beban ataupun pusat pengatur daerah menganggap bahwa gangguan yang terjadi di tempat tersebut memiliki kemungkinan yang kecil untuk terjadi.

Sedangkan dari segi jumlah kontingensi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu sebagai berikut [16] :

1. Kontingensi Tunggal

Kontingensi tunggal terjadi apabila saluran transmisi ataupun transformator terlepas dari sistem ataupun dilepas dari sistem untuk dilakukan *preventive maintenance*.

2. Kontingensi Jamak

Kontingensi jamak terjadi apabila terdapat dua atau lebih saluran transmisi terlepas secara simultan karena suatu gangguan.

2.9. Daya

Daya adalah energi yang diperlukan untuk melakukan suatu usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan perkalian antara tegangan dan arus. Daya listrik yang sering kita temukan dinyatakan dalam satuan Watt.

$$P = VI \quad (2.37)$$

Terdapat tiga jenis daya yaitu :

1. Daya aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang digunakan untuk melakukan usaha. Daya aktif memiliki satuan yaitu watt. Di bawah ini merupakan persamaan daya aktif.

$$P_{1\phi} = V I \cos \phi \quad (2.38)$$

2. Daya reaktif (Q)

Daya Reaktif adalah daya yang dihasilkan oleh alat alat yang mempunyai komponen reaktif seperti motor. Daya reaktif memiliki satuan yaitu VAR (*volt ampere reactive*) .

$$Q_{1\phi} = V I \sin \phi \quad (2.39)$$

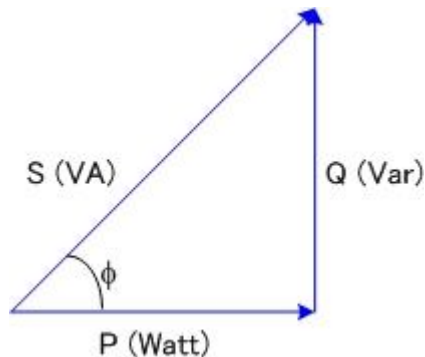
3. Daya semu (S)

Daya semu atau juga disebut daya tampak (*apparent power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan (V_{rms}) dengan arus (I_{rms}) dalam suatu jaringan. Daya semu juga didapat dari hasil penjumlahan trigonometri antara daya aktif dan daya reaktif. Daya semu ini juga merupakan kapasitas dari suatu alat, seperti transformator. Daya semu memiliki satuan yaitu VA (*Volt Ampere*).

$$S = V I^* \quad (2.40)$$

2.10. Faktor Daya

Faktor daya yang disebut juga $\cos \phi$ memiliki pengertian yaitu perbandingan daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA). Nilai faktor daya ini berkisar mulai dari 0 sampai 1. PLN memiliki standar faktor daya yaitu sebesar 0,85. Nilai faktor daya dapat di bawah standar PLN karena besarnya daya reaktif, sehingga membuat nilai $\cos \phi$ menjadi menurun. Berikut persamaan faktor daya.



Gambar 2.7 Segitiga Daya

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \quad (2.41)$$

Faktor daya memiliki tiga jenis faktor daya berdasarkan jenis beban pada sistem yaitu faktor daya *lagging*, faktor daya *unity* dan faktor daya *leading*.

1. Faktor Daya *Unity*

Faktor daya *unity* adalah keadaan di mana gelombang tegangan sephasa dengan gelombang arus. Hal ini menyebabkan nilai $\cos \phi$ sama dengan satu. Faktor daya *Unity* dapat terjadi apabila jenis beban pada sistem adalah beban resistif murni. Oleh karena itu, besar daya nyata (Watt) yang dikonsumsi beban sama dengan besar daya semu (VA).

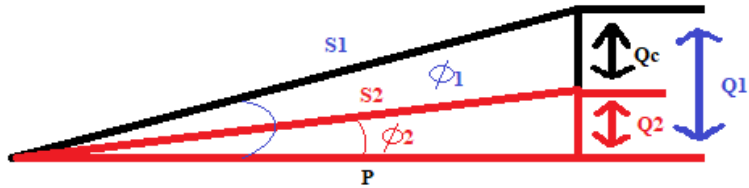
2. Faktor Daya *Lagging*

Faktor daya *lagging* adalah faktor daya di mana gelombang arus tertinggal dari gelombang tegangan dengan perbedaan sudut (ϕ). Hal ini terjadi akibat beban/ peralatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif.

3. Faktor Daya *Leading*

Faktor daya *leading* adalah keadaan di mana gelombang arus mendahului gelombang tegangan, sehingga nilai tegangan tertinggal dari nilai arus dengan perbedaan sudut ϕ . Faktor daya *leading* dapat terjadi apabila beban/ peralatan listrik menyuplai daya reaktif ke sistem atau beban bersifat kapasitif.

Dari pembahasan di atas kita dapat melihat bahwa nilai faktor daya dapat berubah tergantung dari jenis beban. Apabila terjadi nilai faktor daya yang tidak sesuai dengan standar, maka nilai faktor daya tersebut dapat diperbaiki. Salah satu cara untuk memperbaiki nilai faktor daya adalah dengan memasang kapasitor pada jaringan yang memiliki nilai faktor daya yang kurang dari standart sebagai kompensasi kapasitif. Kapasitor adalah alat yang dapat menghasilkan daya reaktif pada jaringan. Umumnya, kapasitor diletakkan pada jaringan yang mempunyai dominasi beban induktif. Daya reaktif yang dihasilkan oleh kapasitor akan menurunkan produksi daya reaktif dari sumber (*grid/ generator*). Sehingga daya reaktif yang harus disediakan oleh sumber akan berkurang sebesar $Q_{koreksi}$ (yang merupakan daya reaktif yang berasal dari kapasitor). Nilai daya aktif tetap sedangkan nilai daya reaktif berkurang, maka akan mempengaruhi besar sudut (ϕ). Sehingga besar sudut (ϕ) akan mengecil. Karena besar sudut mengecil, maka nilai faktor daya pada jaringan akan naik. Gambar mengenai perbaikan faktor daya dapat dilihat pada segitiga daya seperti ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 2.8 Kompensasi Daya Reaktif

Berikut ini merupakan rumus untuk menentukan besar Q kompensasi.

$$Q_c = P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \quad (2.42)$$

2.11. Pemasangan Kapasitor dan Reaktor

Kapasitor dipasang untuk menyuplai daya reaktif ke bus. Daya reaktif digunakan untuk mengubah nilai tegangan. Nilai tegangan yang sebelumnya dibawah standar yaitu di bawah 0.9 p.u. dapat berubah nilainya yaitu sekitar 0.9 p.u. sampai 1.05 p.u. Cara menghitung besar kapasitor yaitu dengan melihat $\cos \phi$ sistem pada saat sebelum dipasang dengan nilai $\cos \phi$ sesuai standar PLN yaitu 0,85. Di bawah ini adalah rumus untuk mencari besar kapasitas dari kapasitor.

$$C = \frac{Q_c}{V^2 \cdot 2\pi F} \quad (2.43)$$

Keterangan :

C = Kapasitas kapasitor (μF)

Q_c = Daya Reaktif Kompensasi (VAR)

V = Tegangan (volt)

F = Frekuensi sistem (Hz)

Daya aktif dan daya reaktif disuplai oleh generator menuju ke beban. Apabila beban membutuhkan daya reaktif yang tinggi maka akan menyebabkan faktor daya menjadi rendah. Sehingga tegangan pada beban

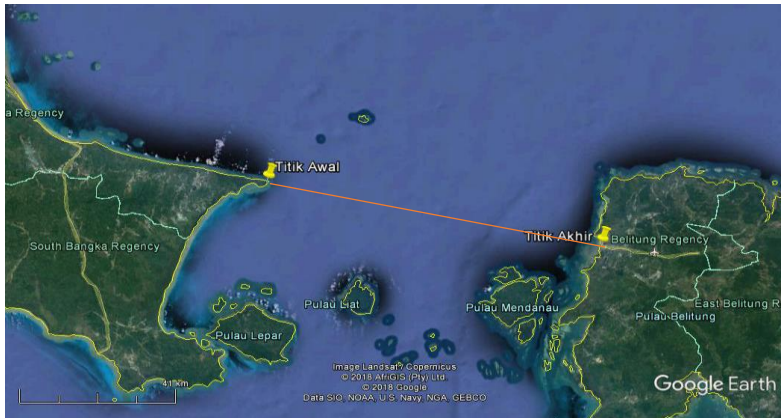
menjadi rendah. Oleh karena itu dibutuhkan daya reaktif dari kapasitor untuk membantu suplai daya reaktif ke beban. Sebaliknya, reaktor adalah alat yang digunakan untuk menyerap daya reaktif pada sistem. Reaktor umumnya dipakai pada bus di jaringan transmisi. Di mana keadaan bus jaringan transmisi mengalami efek *line charging*. Sehingga nilai tegangan pada bus tersebut menjadi lebih tinggi dari nilai tegangan normal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Kondisi Eksisting Sistem Kelistrikan

Pada tahun 2018, kondisi eksisting kelistrikan Pulau Bangka dan Pulau Belitung yaitu kedua pulau memiliki masing-masing sistem kelistrikan.



Gambar 3.1 Rencana Sistem Interkoneksi Kelistrikan Bangka Belitung

Pada gambar 3.1 merupakan peta sistem kelistrikan interkoneksi Bangka Belitung. Sistem Bangka dengan total pembangkitan puncak sebesar 241 MW[17]. Pembangkit yang berada di Pulau Bangka yaitu PLTU, PLTG, PLTD dan PLTBm. Sedangkan, Sistem Belitung dengan total pembangkitan puncak sebesar 64,5 MW [17]. Pembangkit yang berada di Pulau Belitung yaitu PLTU, PLTD, PLTG, dan PLTBm. Masing-masing sistem bekerja secara tersendiri dan tidak saling terinterkoneksi. Berikut ini akan disajikan data data yang bersumber dari RUPTL 2018-2027.

Data kapasitas pembangkit dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1.a Kapasitas Pembangkit Eksisting

No.	Sistem Tenaga Listrik	Jenis Pembangkit	Jenis Bahan Bakar	Total Kapasitas (MW)
1	Bangka	PLTU	COAL	60
2	Bangka	PLTG	HSD/LNG	50
3	Bangka	PLTD	HSD/LNG	77
4	Bangka	PLTD	HSD/LNG	45
5	Bangka	PLTBm	Bio	9
6	Belitung	PLTU	COAL	33
7	Belitung	PLTD	HSD/LNG	4,5
8	Belitung	PLTG	HSD/LNG	25
9	Belitung	PLTBm	Bio	2
TOTAL				306

Tabel 3.1.b Kapasitas Pembangkit Eksisting (Lanjutan)

No.	Sistem Tenaga Listrik	Jenis Pembangkit	Daya Mampu Netto	Pemilik
1	Bangka	PLTU	50	PLN
2	Bangka	PLTG	50	IPP
3	Bangka	PLTD	69	PLN
4	Bangka	PLTD	45	Sewa
5	Bangka	PLTBm	8,7	IPP
6	Belitung	PLTU	26	PLN
7	Belitung	PLTD	4	PLN
8	Belitung	PLTG	25	IPP
9	Belitung	PLTBm	1,8	IPP
TOTAL				280

Pertumbuhan penduduk di Pulau Bangka dan Pulau Belitung tiap tahunnya semakin meningkat. Hal ini dikarenakan aktivitas penduduk di masing-masing pulau terus berkembang. Perkembangan tersebut tidak lepas dari adanya pembangunan dan pengoperasian infrastruktur. Dalam pengoperasian dan pembangunan infrastruktur membutuhkan energi

listrik. Oleh karena itu, kebutuhan akan energi listrik tiap tahunnya terus meningkat. Data realisasi penjualan tenaga listrik dan terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.2.a Realisasi Penjualan Tenaga Listrik

No.	Kelompok Pelanggan	2011 (GWh)	2012 (GWh)	2013 (GWh)
1	Rumah Tangga	384	473	509
2	Bisnis	84	110	122
3	Publik	38	43	48
4	Industri	29	39	43
	Total	536	665	721
	Pertumbuhan (%)		24,10%	8,50%

Tabel 3.2.b Realisasi Penjualan Tenaga Listrik (Lanjutan)

No.	Kelompok Pelanggan	2015 (GWh)	2016 (GWh)	2017 (GWh)
1	Rumah Tangga	603	620	634
2	Bisnis	148	164	189
3	Publik	60	67	73
4	Industri	51	70	87
	Total	862	920	983
	Pertumbuhan (%)	7,00%	6,80%	6,90%

Pada tabel 3.3 di bawah ini merupakan tabel realisasi jumlah pelanggan.

Tabel 3.3.a Realiasi Jumlah Pelanggan (Ribuan)

Kelompok Pelanggan	2011 (Ribuan)	2012 (Ribuan)	2013 (Ribuan)
Rumah Tangga	202,3	240	277,2
Bisnis	10	12,3	14,5
Publik	5,4	6,2	7,1
Industri	0,1	0,2	0,2
Total	217,8	258,6	299
Pertumbuhan (%)		18,72%	15,60%

Tabel 3.3.b Realiasi Jumlah Pelanggan (Lanjutan)

Kelompok Pelanggan	2014 (Ribu)	2015 (Ribu)	2016 (Ribu)	2017 (Ribu)
Rumah Tangga	314,4	342,9	359,3	388,5
Bisnis	16,6	19	22,2	26,2
Publik	7,9	8,8	9,7	11,4
Industri	0,2	0,2	0,3	0,4
Total	229,1	339,1	391,4	426,5
Pertumbuhan (%)	13,41%	13,41%	5,53%	8,97%

3.2. Proyeksi Kebutuhan Listrik

Seiring dengan perkembangan penduduk di Pulau Bangka dan Pulau Belitung, beban listrik tiap tahunnya semakin meningkat. Pada tahun 2018, total beban di Pulau Bangka dan Pulau Belitung sebesar 197 MW[2]. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.4.a. Proyeksi Jumlah Pelanggan (Ribu)

No.	Kelompok Pelanggan	2018 (Ribu)	2019 (Ribu)	2020 (Ribu)	2021 (Ribu)	2022 (Ribu)
1	Rumah Tangga	395,8	403,2	410,4	417,6	424,8
2	Bisnis	29,2	30,9	35,5	42,3	51,3
3	Publik	13,3	15,4	17,6	20,3	23,4
4	Industri	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
	Total	438,7	449,9	464	480,7	499,9
	Pertumbuhan (%)		2,54%	3,12%	3,62%	3,98%

Tabel 3.4.b Proyeksi Jumlah Pelanggan (Ribu) (Lanjutan)

No.	Kelompok Pelanggan	2023	2024	2025	2026	2027
1	Rumah Tangga	431,8	438,8	445,6	452,4	459,1
2	Bisnis	63,1	78,9	100,7	133,8	182,4
3	Publik	26,6	30,1	34	38,9	44,2
4	Industri	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
	Total	522	548,3	580,9	625,6	686,2
	Pertumbuhan (%)	4,43%	5,05%	5,93%	7,70%	9,68%

Tabel 3.5.a Proyeksi Kebutuhan Tenaga Listrik

Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (%)	Penjualan (GWh)	Produksi (GWh)
2018	5,22	1,06	1,24
2019	5,2	1,194	1,394
2020	5,39	1,327	1,546
2021	5,58	1,474	1,733
2022	5,51	1,628	1,911
2023	5,43	1,815	2,128
2024	5,34	2,003	2,347
2025	5,26	2,194	2,567
2026	5,15	2,442	2,856
2027	5,04	2,694	3,147
Pertumbuhan (%)	5,31%	10,92%	10,91%

Tabel 3.5.b Proyeksi Kebutuhan Tenaga Listrik (Lanjutan)

Tahun	Beban Puncak (MW)	Pelanggan
2018	197	438,737
2019	221	449,902
2020	245	463,956
2021	275	480,745
2022	303	499,88
2023	338	522,002
2024	372	548,338
2025	407	580,881
2026	453	625,589
2027	499	686,162
Pertumbuhan (%)	10,89%	5,12%

Dari tabel 3.5 di atas, dapat dilihat bahwa pembebanan di Pulau Bangka dan Pulau Belitung semakin meningkat. Hal ini dapat diatasi dengan peningkatan pembangkitan dan saluran. Namun biaya pokok produksi (BPP) listrik sebesar Rp. 2.636 / KWh ungkap General Manager PLN Wilayah Babel, Susiana Mutia dalam pertemuan kunjungan kerja Wakil Menteri Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) Arcandra Tahar ke pembangkit listrik biogas PTAustindo Aufwind New Energy (AANE), di

perkebunan kelapa sawit PT Sahabat Mewah dan Makmur (SMM), Desa Jangkang, Kecamatan Dendang, Kabupaten Belitung Timur (Beltim), Jumat (15/12). Hal tersebut membuat harga jual rata-rata listrik di Bangka Belitung menjadi harga tertinggi se-Sumatra, dengan rata rata Rp. 1.200/KWh.

Karena tingginya harga BPP Bangka Belitung, untuk itu perlu ditemukan solusi lain selain memakai pembangkitan dari Bangka dan Belitung. Solusi tersebut adalah menggunakan suplai dari Pulau Sumatra. Untuk dapat menghubungkan sistem kelistrikan Pulau Sumatra dengan Pulau Bangka dan Pulau Belitung, dibutuhkan interkoneksi. Interkoneksi ini yaitu saluran kabel bawah laut. Saluran interkoneksi ini akan mulai beroperasi pada tahun 2023. Dengan suplai daya maksimum dari Pulau Sumatra sebesar 400 MW.

3.3. Beban pada Sistem Bangka Belitung

Pada beban Sistem Bangka Belitung terdapat 131 bus beban. Bus-bus beban ini memiliki tegangan 20 kV. Sumber data dari PLN Wilayah Bangka Belitung.

Tabel 3.6. Spesifikasi Beban Bangka

No.	Nama Beban	P (MW)	PF (%)
1	BackFeed PLTU	0	0
2	Batu Rusa	0	0
3	F Air Belo	0	0
4	F Air Itam	4,083824	90,75
5	F Air Limau	0	0
6	F Air Ruay	8,508718	90,75
7	F Bakik	4,879655	90,75
8	F Beriga	2,17455	90,75
9	F Berok	0	0
10	F Bikang	0,851774	90,75
11	F Bintet	2,098757	90,75
12	F Bkt Intan	10,77891	90,75
13	F BTC	2,212447	90,75
14	F Ckng Abang	4,368952	90,75
15	F Coupling GI KOBA	4,935598	90,75
16	F Gandaria	6,184386	90,75

Tabel 3.6. Spesifikasi Beban Bangka (Lanjutan)

No.	Nama Beban	P (MW)	PF (%)
17	F Green Land	0,907717	90,75
18	F IC EKP	0	0
19	F IC PLTD KOBA	4,083824	90,75
20	F Jalan Baru	3,971938	90,75
21	F Jelitik	5,049288	90,75
22	F KB-1	2,326137	90,75
23	F Kcang Pedang	6,920665	90,75
24	F Kmp Jeruk	4,027881	90,75
25	F Kodim	9,984886	90,75
26	F Kota	5,805418	90,75
27	F Kota Waringin	2,118608	90,75
28	F Kulur	2,553518	90,75
29	F Kundi	2,439828	90,75
30	F Lampung	8,111705	90,75
31	F Mndo Barat	2,098757	90,75
32	F Nibung	3,706661	90,75
33	F Paku	4,708218	90,75
34	F Palas	2,950531	90,75
35	F Pangkln Baru	6,240328	90,75
36	F Parai	6,296271	90,75
37	F Parit Padang	2,7033	90,75
38	F Parit-3	4,480837	90,75
39	F Pd Mulya	1,474363	90,75
40	F Pelangas	0	0
41	F Penyusuk	2,629311	90,75
42	F Pngkal Niur	1,021407	90,75
43	F PS	0	0
44	F Ps Pagi	3,686811	90,75
45	F Puput	4,235411	90,75
46	F Rebo	4,311204	90,75
47	F Riding Panjang	3,57312	90,75
48	F Rindik	1,94717	90,75
49	F Sadai	0	0
50	F Selindung	5,615935	90,75
51	F Sempan	3,517178	90,75
52	F Siloam	8,736099	90,75
53	F Sk Damai	2,836841	90,75

Tabel 3.6 Spesifikasi Beban Bangka (Lanjutan)

No.	Nama Beban	P (MW)	PF (%)
54	F Smpng Yul	3,233854	90,75
55	F Sungai Terlung	3,006474	90,75
56	F Teluk Rubia	1,795583	90,75
57	F Terentang	2,515621	90,75
58	F Tiram	4,293158	90,75
59	F Tj Labu	1,41842	90,75
60	F Tj Pesona	5,388554	90,75
61	F Tj Ular	5,388554	90,75
62	F Tuing	2,250344	90,75
63	F Tukak	1,532111	90,75
64	Gabek	0	0
65	Jemb Emas	0	0
66	Ld A Yani	5,464348	90,75
67	Ld Dalil	3,006474	90,75
68	Ld Gn Muda	1,701744	90,75
69	Ld Lb Kelik	4,462791	90,75
70	Ld Mayang	3,971938	90,75
71	Ld Penyampak	4,879655	90,75
72	Pangkal Balam	10,43784	90,75
73	Propinsi	9,474183	90,75
74	PS GI	0	0
75	PS Sektor	0	0
76	Soeta	0	0
	Total	260,3704	

Dari tabel di atas, total beban di Pulau Bangka pada tahun 2023 sebesar 260,37 MW dan dengan *power factor* sebesar 90,75%.

Tabel 3.7. Spesifikasi Beban Belitung

No	Nama Beban	P (MW)	PF (%)
1	ACEH	5.046842	90.75
2	AMBON	0	0
3	ANDALAS	3.476714	90.75
4	BABEL	0	0
5	BALI	0	0
6	BANDUNG	0	0
7	BANGKA	5.181425	90.75

Tabel 3.7. Spesifikasi Beban Belitung (Lanjutan)

No	Nama Beban	P (MW)	PF (%)
8	BANJARMASIN	0	0
9	BANTEN	0	0
10	BATAM	1,655772	90,75
11	BENKULU	4,078256	90,75
12	BUS COULING 1	0	0
13	BUS COUPLING 1(1)	0	0
14	BUS COUPLING 2(1)	0	0
15	BUS COUPLING 2(2)	0,000000	0
16	DENDANG	4,791951	90,75
17	EX MGPWR	0,000000	0
18	GANTUNG	2,179828	90,75
19	JAKARTA	4,585999	90,75
20	JAMBI	4,033396	90,75
21	JAWA	0,000000	0
22	JOGJA	4,286247	90,75
23	KALIMANTAN	0,000000	0
24	KAMPIT	2,512206	90,75
25	KURNIA	2,442876	90,75
26	LAHAT	3,089279	90,75
27	LALANG	2,212454	90,75
28	LAMPUNG	3,313583	90,75
29	MADURA	0,000000	0
30	MAKASSAR	2,304215	90,75
31	MALUKU	0,000000	0
32	MANADO	0,619895	90,75
33	MANGGAR	2,018737	90,75
34	MEDAN	2,039128	90,75
35	METRO	2,259354	90,75
36	PALEMBANG	3,915126	90,75
37	PANCUR	0,000000	0
38	PAPUA	0,000000	0
39	PARYAMAN	0,000000	0
40	PESAK	0,000000	0
41	PONTIANAK	0,000000	0
42	PS	0,000000	0
43	PS GI	0,000000	0
44	PS PILANG	0,000000	0

Tabel 3.7. Spesifikasi Beban Belitung (Lanjutan)

No	Nama Beban	P (MW)	PF (%)
45	PS PILANG(1)	0,000000	0
46	PS PILANG(2)	0,000000	0
47	RIAU	5,831907	90,75
48	SAMARINDA	3,342131	90,75
49	SEMARANG	0,000000	0
50	SULAWESI	0,000000	0
51	SUMATRA	0,000000	0
52	SURABAYA	0,000000	0
53	TANJUNG	1,951446	90,75
54	TERNATE	0,000000	0
55	TIMAH	0,460843	90,75
	Total	77,629610	

Dari tabel di atas, total beban di Pulau Belitung pada tahun 2023 sebesar 76,54 MW dan dengan *power factor* sebesar 90,75%. Sehingga total beban di Bangka Belitung sebesar 336,91 MW

3.4. Pembangkit pada Sistem Bangka Belitung

Pada sistem kelistrikan Bangka Belitung terdapat beberapa pembangkit. Namun untuk sistem setelah interkoneksi, pembangkitan Bangka Belitung difokuskan menerima suplai daya dari grid di Pulau Sumatra. Suplai yang dikirim dari Sumatra Selatan sebesar 400 MW. Selain itu pembangkit yang diizinkan beroperasi yaitu pembangkit PLN utama (PLTU) dan pembangkit IPP. Sisanya pembangkit tidak dioperasikan. Berikut merupakan daftar pembangkit di Bangka Belitung.

Tabel 3.8. Spesifikasi Generator Bangka

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas (MW)	Daya (MW)	Tegangan (kV)
1	B. BANGKA S (S.TERLUNG)			
	PLTBG-BBS	2.125	1,7	0,4
2	BIOGAS GPL			
	PLTBG-GPL	2.125	1,7	0,4
3	KBT 1 - AIR ANYIR			
	SEWKBT1-1	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-2	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-3	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-4	1,36	1.088	0,4

Tabel 3.8. Spesifikasi Generator Bangka (Lanjutan)

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas Max (MW)	Daya Operasi (MW)	Tegangan (kV)
	SEWKBT1-5	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-6	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-7	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-10	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-8	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT1-9	1,36	1.088	0,4
4	KBT 2 - AIR ANYIR			
	SEWKBT2-1	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT2-2	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT2-3	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT2-4	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT2-5	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT2-6	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT2-7	1,36	1.088	0,4
	SEWKBT2-8	1,36	1.088	0,4
5	PLTBg MSE			
	PLTBg MSE	2,13	1.704	0,4
6	PLTBm LISTRINDO			
	PLTMB_L-1	1,36	1.088	0,4
	PLTMB_L-2	1,36	1.088	0,4
7	PLTBm TEMPILANG (EKP)			
	PLTMB_EKP-1	1,36	1.088	0,4
	PLTMB_EKP-2	1,36	1.088	0,4
	PLTMB_EKP-3	1,36	1.088	0,4
	PLTMB_EKP-4	1,36	1.088	0,4
	PLTMB_EKP-5	1,36	1.088	0,4
8	PLTD Belinyu			
	CUMMINS-1	1,19	0,952	0,4
	CUMMINS-2	1,19	0,952	0,4
	CUMMINS-3	1,19	0,952	0,4
	CUMMINS-4	1,19	0,952	0,4
	CUMMINS-5	1,19	0,952	0,4
	CUMMINS-6	1,19	0,952	0,4

Tabel 3.8. Spesifikasi Generator Bangka (Lanjutan)

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas Max (MW)	Daya Operasi (MW)	Tegangan (kV)
9	PLTD KOBA			
	CUMMINS-KOBA	0,85	0,68	0,4
	KBT_KOBA-1	1,36	1.088	0,4
	KBT_KOBA-2	1,36	1.088	0,4
	KBT_KOBA-3	1,36	1.088	0,4
	KBT_KOBA-4	1,36	1.088	0,4
	KBT_KOBA-5	1,36	1.088	0,4
	Komatsu-KOBA	0,612	0,4896	0,4
	MAN-KOBA	0.44965	0.35972	0,4
10	PLTD Merawang			
	ALLEN-1	5,2029	4,16228	6,3
	ALLEN-2	5,2029	4,16228	6,3
	ALLEN-3	5,2029	4,16228	6,3
	CAT-1	4,9938	3,995	6,3
	CUMM_MRW-1	1,19	0,952	0,4
	CUMM_MRW-2	1,19	0,952	0,4
	MAK-2	2.703	2,1624	6,3
	MIRR-1	5,5437	4,43496	6,3
	MIRR-2	5,5437	4,43496	6,3
	MIRR-3	5,5437	4,43496	6,3
	CAT-2	4,9938	3,99500	6,3
	MIRR-4	5,5437	4,43496	6,3
	MIRR-5	5,5437	4,43496	6,3
MIRR-6	5,5437	4,43496	6,3	
11	PLTD Muntok			
	Cock-1	1,16875	0,935	6,3
	Cock-2	1,16875	0,935	6,3
	MG_PWR-1	1,36	1.088	0,4
	MG_PWR-2	1,36	1.088	0,4
	MG_PWR-3	1,36	1.088	0,4
	MG_PWR-4	1,36	1.088	0,4
MG_PWR-5	1,36	1.088	0,4	

Tabel 3.8. Spesifikasi Generator Bangka (Lanjutan)

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas Max (MW)	Daya Operasi (MW)	Tegangan (kV)
	SWD-4	1.292	1,0336	6,3
	SWD-5	1.292	1,0336	6,3
	Cock-3	1,16875	0,935	6,3
	MG_PWR-6	1,36	1,088	0,4
	MTU-7	0,4488	0.35904	0,4
	SWD-6	1.292	1,0336	6,3
12	PLTD Toboali			
	MGPWR1-1	1,36	1.088	0,4
	MGPWR1-2	1,36	1.088	0,4
	MGPWR1-3	1,36	1.088	0,4
	MGPWR2-1	1,36	1.088	0,4
	MGPWR2-2	1,36	1.088	0,4
	MGPWR2-3	1,36	1.088	0,4
	CUMMINS-8	1	0,85	0,4
	Komatsu-12	0,85	0,68	0,4
	Komatsu-9	0,85	0,68	0,4
	MGPWR1-4	1,36	1.088	0,4
	MGPWR2-4	1,36	1.088	0,4
	MTU-6	0,561	0,4488	0,4
13	PLTD Toboali 2 (Pangarem)			
	CAT_PGR-1	1,0625	0,85	0,4
	CAT_PGR-2	1,0625	0,85	0,4
	CAT_PGR-3	1,0625	0,85	0,4
	CAT_PGR-4	1,0625	0,85	0,4
	CAT_PGR-5	1,0625	0,85	0,4
	CAT_PGR-6	1,0625	0,85	0,4
	CAT_PGR-7	1,0625	0,85	0,4
14	PLTG MPP 1			
	MPP ANYIR-1	25	20	11,5
15	PLTG MPP 2			
	MPP ANYIR-2	25,00020	20,00016	11,5
16	PLTU 1 AIR ANYIR			
	PLTU Anyir-1	30	24	6,3

Tabel 3.8. Spesifikasi Generator Bangka (Lanjutan)

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas Max (MW)	Daya Operasi (MW)	Tegangan (kV)
17	PLTU 2 AIR ANYIR			
	PLTU Anyir-2	30	24	6,3
18	SEWATAMA			
	SEW1-1	1,36	1,088	0,4
	SEW1-2	1,36	1,088	0,4
	SEW1-3	1,36	1,088	0,4
	SEW1-4	1,36	1,088	0,4
	SEW1-5	1,36	1,088	0,4
	SEW1-6	1,36	1,088	0,4
	SEW1-7	1,36	1,088	0,4
	SEW2-3	1,36	1,088	0,4
	SEW1-10	1,36	1,088	0,4
	SEW1-8	1,36	1,088	0,4
	SEW1-9	1,36	1,088	0,4
	SEW2-1	1,36	1,088	0,4
	SEW2-10	1,36	1,088	0,4
	SEW2-2	1,36	1,088	0,4
	SEW2-4	1,36	1,088	0,4
	SEW2-5	1,36	1,088	0,4
	SEW2-6	1,36	1,088	0,4
	SEW2-7	1,36	1,088	0,4
	SEW2-8	1,36	1,088	0,4
	SEW2-9	1,36	1,088	0,4

Pada tabel 3.9 di bawah ini merupakan spesifikasi generator yang ada di Pulau Belitung.

Tabel 3.9. Spesifikasi Generator Belitung

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas Max (MW)	Daya Operasi (MW)	Tegangan (kV)
1	AUSTINDO			
	AUSTINDO#1	0,648	0,518	0,4
	AUSTINDO#2	0,648	0,518	0,4
2	PLTBN CPO			
	PLTBN CPO#1	5,95	4,760	6,3
	PLTBN CPO#2	5,95	4,760	6,3

Tabel 3.9. Spesifikasi Generator Belitung (Lanjutan)

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas Max (MW)	Daya Operasi (MW)	Tegangan (kV)
3	PLTD Padang			
	COKRILL#1	1,1	0,880	6,3
	CUMINS#5-6-7	7,2	5,760	0,38
	KOMATSU#3	0,8	0,64	0,38
	KOMATSU#4	0,8	0,64	0,38
	NIGATA#2	3	2,4	6,3
4	PLTD Pilang			
	CATERPILLAR #10	4,7	3,760	6,3
	COCKERIL #5	1,1	0,88	6,3
	DAIHATSU #10	3	2,4	6,3
	DAIHATSU #9	3	2,4	6,3
	KOMATSU #1	0,800	0,640	0,38
	KOMATSU #2	0,800	0,640	0,38
	NIIGATA #6	3	2,4	6,3
	NIIGATA #7	3	2,4	6,3
5	PLTG MPP			
	MPP TM#1	27,8001	22,24008	11,5
6	PLTU BE, Mempaya			
	PLTU BELITUNG ENERGY	5,95	4,760	6,3
7	PLTU SUGE			
	PLTU #1	16,4985	13,1988	10,5
	PLTU #2	16,4985	13,1988	10,5

3.5. Transformator pada Sistem Bangka Belitung

Pada sistem Bangka Belitung dibutuhkan peralatan untuk mengubah tegangan pada tiap bus. Di bawah ini merupakan tabel transformator di Bangka Belitung.

Tabel 3.10. Spesifikasi Transformator Belitung

Nama Trafo	Lokasi	Daya (MVA)	Tegangan (Kv)	X positif (pu)
TRF AUSTINDO #2	AUSTINDO	1	20/0.4	0.5
TRF AUSTINDO #1	AUSTINDO	1	20/0.4	0.5
TRD BLTNG UTRA	Belitung Utara	30	70/20	0.5
TR MGGR	GI MANGGAR	30	70/20	0.5
TR SUGE-MPP	GI SUGE	30	70/11.5	0.5
TR SUGE(3)	GI SUGE	30	70/20	0.5
TR SUGE(2)	GI SUGE	30	70/20	0.5
TRF DKNG #2	GI DUKONG	60	70/20	0.5
TRF DKNG	GI DUKONG	60	70/20	0.5
PT BUS	MPP 20KV	0.05	20/0.4	0.5
TRF MPP TM #1	MPP 20KV	35	20/11.5	0.5
PT METERING(1)	PILANG 1	0.05	20/0.4	0.5
TRF DHTS#10	PILANG 1	3.75	20/6.3	0.5
TRF DHTS#9	PILANG 1	3.75	20/6.3	0.5
TRF CATPR	PILANG 1	6.3	20/6.3	0.5
TRF KMTS#1	PILANG 2	1	20/0.4	0.5
TRF KMTS#2	PILANG 3	1	20/0.4	0.5
PT METERING	PILANG 5	0.05	20/0.4	0.5
TRF COKRL	PILANG 5	3.75	20/6.3	0.5
TRF NGTA#7	PILANG 5	3.75	20/6.3	0.5
TRF NGTA#6	PILANG 5	3.75	20/6.3	0.5
TRF PLTBN CPO #2	PLTBN CPO	7	20/6.3	0.5
TRF PLTBN CPO #1	PLTBN CPO	7	20/6.3	0.5
TRF PLTU BE	PLTU BE	7	20/6.3	0.5
TRF NGTA#2	PADANG 2	3.75	20/6.3	0.5
TRF COKRL#1	PADANG 4	3.75	20/6.3	0.5
TRF PLTU #2	SUGE 1 20KV	20	20/10.5	0.5
TRF PLTU #1	SUGE 2 20KV	20	20/10.5	0.5
PT BUS #1	SUGE 1 20KV	0.05	20/0.4	0.5
PT BUS #2	SUGE 2 20KV	0.05	20/0.4	0.5
TRF CUMMIN	PADANG 1	7	20/0.4	0.5
TRF KMTS#4	PADANG 1	1	20/0.4	0.5
TRF KMTS#3	PADANG 1	1	20/0.4	0.5
TR	GI DUKONG	150	150/70	0.5

Pada tabel 11. di bawah ini akan ditampilkan data trafo dengan tegangan 150/11,5 Kv, 150/20 Kv, 20/0,4 Kv, dan 20/6,3 kv.

Tabel 3.11. Spesifikasi Transformator Bangka

Nama Trafo	Lokasi	Daya (MVA)	Tegangan (Kv)	X positif (pu)
TR_MPP-1	- B5-2	30	150/11.5	0.5
TR_MPP-2	- B5-2	30	150/11.5	0.5
TR U_SEW1-8	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEW1-9	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEW1-10	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEWKBT1-8	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEWKBT1-9	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEWKBT1-10	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEWKBT2-6	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEWKBT2-7	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR U_SEWKBT2-8	- B20SW	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT-2	- B20MRW	6.3	20/6.3	0.5
TR CAT-1	- B20MRW	6.3	20/6.3	0.5
TR ALLEN-3	- B20MRW	6.3	20/6.3	0.5
TR ALLEN-2	- B20MRW	6.5	20/6.3	0.5
TR ALLEN-1	- B20MRW	6.5	20/6.3	0.5
TR Cumm_Mrw-2	- B20MRW	1.6	20/0.4	0.5
TR Cumm_Mrw-1	- B20MRW	1.6	20/0.4	0.5
TR MGPWR1-4	- B20MGP1	1.6	20/0.4	0.5
TR MGPWR-6	B20KBT	1.6	20/0.4	0.5
TR Cummins-5	B20BELINYU	1.6	20/0.4	0.5
TR Cummins-4	B20BELINYU	1.6	20/0.4	0.5
TR Cummins-3	B20BELINYU	1.6	20/0.4	0.5
TR Cummins-2	B20BELINYU	1.6	20/0.4	0.5
TR Cummins-1	B20BELINYU	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT_PGR-6	B20 PENGAREM	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT_PGR-7	B20 PENGAREM	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT_PGR-4	B20 PENGAREM	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT_PGR-3	B20 PENGAREM	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT_PGR-2	B20 PENGAREM	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT_PGR-1	B20 PENGAREM	1.6	20/0.4	0.5
TR CAT_PGR-5	B20 PENGAREM	1.6	20/0.4	0.5
TR20	Terminal(9)	2.8	20/0.4	0.5
TRD 30MVA TBL	BB2	60	150/20	0.5

Tabel 3.11. Spesifikasi Transformator Bangka (Lanjutan)

Nama Trafo	Lokasi	Daya (MVA)	Tegangan (Kv)	X positif (pu)
UT U-ANYIR1	B5-2	60	150/6.3	0,5
UT U-ANYIR2	B5-2	60	150/6.3	0,5
TRD PKPG2 -1	B5-2	40	150/20	0,5
TRD PKPG2 -2	B5-2	40	150/20	0,5
TRD 60MVA AYR	B5-1	100	150/20	0,5
TRD 30MVA PKP1	B5-1	60	150/20	0,5
TRD 30MVA PKP2	B5-1	60	150/20	0,5
TRD 30MVA KBA	B5-1	60	150/20	0,5
TRD 30MVA KPA	B5-1	60	150/20	0,5
TRD 30MVA MTK	B5-1	120	150/20	0,5
TRD 30MVAKBA1	B5-1	60	150/20	0,5
TRD 30MVA LIAT	B5-1	60	150/20	0,5
TR150	B5-1	60	150/20	0,5
TR PLTBG-BBS	B20_PLTBG	2,8	20/0.4	0,5
TR U_SEW1-1	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW1-2	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW1-3	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW1-4	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW1-5	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW1-6	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW1-7	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-1	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-2	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-3	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-4	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-5	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-6	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-7	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-8	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-9	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEW2-10	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT1-1	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT1-2	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT1-3	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT1-4	B20SW	1,6	20/0.4	0,5

Tabel 3.11. Spesifikasi Transformator Bangka (Lanjutan)

Nama Trafo	Lokasi	Daya (MVA)	Tegangan (Kv)	X positif (pu)
TR U_SEWKBT1-5	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT1-6	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT1-7	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT2-1	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT2-2	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT2-3	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT2-4	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_SEWKBT2-5	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR PLTMB_EKP-1	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR PLTMB_EKP-2	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR PLTMB_EKP-3	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR PLTMB_EKP-4	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR PLTMB_EKP-5	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR PLTMB_L-1	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR PLTMB_L-2	B20SW	1,6	20/0.4	0,5
TR U_PLTBG-GPL	B20PLTBG	2,8	20/0.4	0,5
TRF MAK2	B20MRW	6,5	20/6.3	0,5
TR MIRR-6	B20MRW	6,5	20/6.3	0,5
TR MIRR-5	B20MRW	6,5	20/6.3	0,5
TR MIRR-4	B20MRW	6,5	20/6.3	0,5
TR MIRR-3	B20MRW	6,5	20/6.3	0,5
TR MIRR-2	B20MRW	6,5	20/6.3	0,5
TR MIRR-1	B20MRW	6,5	20/6.3	0,5
TR MGPWR2-1	B20MGP2	3,25	20/0.4	0,5
TR MGPWR2-2	B20MGP2	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR2-3	B20MGP2	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR2-4	B20MGP2	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR1-1	B20MGP1	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR1-2	B20MGP1	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR1-3	B20MGP1	1,6	20/0.4	0,5
TR KBT_KOBA-1	B20KBT-KOBA	1,6	20/0.4	0,5
TR KBT_KOBA-2	B20KBT-KOBA	1,6	20/0.4	0,5
TR KBT_KOBA-3	B20KBT-KOBA	1,6	20/0.4	0,5
TR KBT_KOBA-4	B20KBT-KOBA	1,6	20/0.4	0,5
TR KBT_KOBA-5	B20KBT-KOBA	1,6	20/0.4	0,5

Tabel 3.11. Spesifikasi Transformator Bangka (Lanjutan)

Nama Trafo	Lokasi	Daya (MVA)	Tegangan (Kv)	X positif (pu)
TR MGPWR-1	B20KBT	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR-2	B20KBT	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR-3	B20KBT	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR-4	B20KBT	1,6	20/0.4	0,5
TR MGPWR-5	B20KBT	1,6	20/0.4	0,5
TR Cummins-6	B20BELINYU	1,6	20/0.4	0,5
TR Komatsu-12	B20 TOBOALI	1	20/0.4	0,5
TR Komatsu-9	B20 TOBOALI	1	20/0.4	0,5
TR Cummins-8	B20 TOBOALI	1	20/0.4	0,5
TR MTU-6	B20 TOBOALI	0,63	20/0.4	0,5
TR Komatsu-KOBA	B20 PLTD KBA	1	20/0.4	0,5
TR CMINS-KOBA	B20 PLTD KBA	1	20/0.4	0,5
TR MAN-KOBA	B20 PLTD KBA	0,63	20/0.4	0,5
TR SWD-6	B20 MUNTOK	1,375	20/6.3	0,5
TR SWD-5	B20 MUNTOK	1,375	20/6.3	0,5
TR SWD-4	B20 MUNTOK	1,375	20/6.3	0,5
TR Cock-3	B20 MUNTOK	0,63	20/6.3	0,5
TR Cock-2	B20 MUNTOK	1,6	20/6.3	0,5
TR Cock-1	B20 MUNTOK	1,6	20/6.3	0,5
TR MTU-7	B20 MUNTOK	1,6	20/0.4	0,5

3.6. Saluran pada Sistem Bangka Belitung

Dalam sistem kelistrikan interkoneksi Bangka Belitung, dibutuhkan komponen untuk menyalurkan daya dari pembangkit ke beban. Komponen tersebut adalah saluran penghantar. Saluran mempunyai satuan panjang km. Di bawah ini merupakan data saluran di Pulau Belitung dengan saluran tepanjang dari MPP 20 Kv ke Dukong 4 sepanjang 73,205 km.

Tabel 3.12. Panjang Saluran Belitung

No	Line	Terminal i Busbar	Terminal j Busbar	km
1	COUP PDG 1-4	PADANG 4	PADANG 1	0.5
2	COUP PDG 1-4(1)	PADANG 2	PADANG 3	0.5
3	COUP PDG 1-4(2)	PADANG 1	PADANG 2	0.3
4	COUP PDG 1-4(4)	PADANG 1	PADANG 2	0.3

Tabel 3.12. Panjang Saluran Belitung (Lanjutan)

No	Line	Terminal i Busbar	Terminal j Busbar	km
5	COUP PDG 1-4(5)	PADANG 2	PADANG 1	0.3
6	COUP PDG 1-4(6)	PADANG 2	PADANG 3	0.5
7	COUP PILANG 1-2	PILANG 2	PILANG 1	0.1
8	COUP PILANG 1-3	PILANG 1	PILANG 3	0.25
9	COUP PILANG 2-4	PILANG 2	PILANG 4	0.25
10	COUP PILANG 4-5	PILANG 4	PILANG 5	0.25
11	CP PILANG4-5(1)	PILANG 4	PILANG 5	0.25
12	COUP REL1-2	DUKONG2	DUKONG1	0.5
13	COUP REL2-3	DUKONG3	DUKONG2	0.5
14	COUP REL2-3(1)	DUKONG3	DUKONG2	0.5
15	COUP REL2-3(3)	DUKONG3	DUKONG2	0.5
16	COUP TRF-REL3	TR DKNG #2	DUKONG3	0.5
17	CP TRF-REL3(1)	TR DKNG #2	DUKONG3	0.5
18	CP TRF-REL3(2)	TR DKNG #2	DUKONG3	0.5
19	CP TRF-REL3(3)	TRF DKNG #2	DUKONG3	0.5
20	COUP TRF-REL4	DUKONG 4	TRFDKNG#2	0.5
21	CP TRF-REL4(1)	DKG 4 20 KV	TRFDKNG#2	0.5
22	COUP SUGE1-2	SUGE 1	SUGE 2	0.5
23	COUP SUGE1-2(1)	SUGE 1	SUGE 2	0.5
24	GI SUGE - MPP	TR SGE-MPP	MPP PLTG	0.5
25	JKRT - BANDUNG	DKG 2 20 KV	PLTU BE	67
26	JAWA - MADURA	DKG 1 20 KV	PILANG 1	2.4
27	KLIMNTN - BALI	DKG 1 20 KV	PILANG 4	2.4
28	KLMNTN - BALI1	DKG 1 20 KV	PILANG 4	2.4
29	KLMNTN - BALI2	DKG 1 20 KV	PILANG 4	2.4
30	DKNG - MNGGR1	GI DKG	GI MNGGR	70
31	DKG-BLTGUTRA1	GI BLTG UTR	GI DKG	35
32	DKG-BTNGUTR -2	GI BLTG UTR	GI DKG	35
33	DKG - MNGGR -2	GI DKG	GI MNGGR	70
34	Suge DKG	GI SUGE	GI DKG	1
35	Suge DKG(1)	GI SUGE	GI DKG	1
36	MKSSR- MNADO	AUSTINDO	DKG 1	25
37	MLKU-TERNATE	PLTBN CPO	PILANG 4	38
38	MLK-TERNATE(3)	MPP 20KV	PLTBN CPO	18.05
39	MEDAN-PNTINK	SUGE 2 20KV	PILANG 2	0.5

Tabel 3.12. Panjang Saluran Belitung (Lanjutan)

No	Line	Terminal i Busbar	Terminal j Busbar	km
40	MKSR-MNDO(2)	DKG 1 20 KV	AUSTINDO	19.09
41	MKSR-MNDO(3)	DKG 1 20 KV	AUSTINDO	35
42	MKSR-MNDO(4)	DKG 1 20 KV	AUSTINDO	35
43	MPP-PLTBN CPO	PLTBN CPO	MLK-TRTE3	35
44	PANCUR - ACEH	KG 2 20 KV	PADANG 3	03.05
45	PAPUA-AMBON	MPP 20KV	DUKONG 4	73.205
46	PLTU 2-MPP	SUGE 1 20KV	MPP 20KV	0,80625
47	PLTU1-MPP	MPP 20KV	SUGE 1	00.08
48	SMG – SBY	PLTU BE	PADANG 4	00.08
49	SLWSI - PRIMAN	DKG 3 20 KV	MPP 20KV	13.01
50	SMTERA - BABEL	DKG 1 20 KV	PILANG 5	18.08

Sedangkan pada tabel 13. Di bawah ini merupakan spesifikasi saluran di Pulau Belitung. Saluran tersebut memiliki tegangan sebesar 11,5 kV, 20 kV, dan 70 kV. Terdapat juga data resistansi (ohm), reaktansi (ohm) dan suseptansi (uS).

Tabel 3.13. Spesifikasi Saluran Belitung

No	Line	kV	R(ohm)	X(ohm)	Y/2(uS)
1	COUP PADANG 1-4	20	0.01047	0.00534	4.08407
2	COUP PADANG 1-4(1)	20	0.01047	0.00534	4.08407
3	COUP PADANG 1-4(2)	20	0.00628	0.00320	2.45044
4	COUP PADANG 1-4(4)	20	0.00628	0.00320	2.45044
5	COUP PADANG 1-4(5)	20	0.00628	0.00320	2.45044
6	COUP PADANG 1-4(6)	20	0.01047	0.00534	4.08407
7	COUP PILANG 1-2	20	0.00102	0.00113	0.87964
8	COUP PILANG 1-3	20	0.00257	0.00282	2.19911
9	COUP PILANG 2-4	20	0.00257	0.00282	2.19911
10	COUP PILANG 4-5	20	0.00257	0.00282	2.19911
11	COUP PILANG 4-5(1)	20	0.00257	0.00282	2.19911
12	COUP REL1-2	20	0.00514	0.00565	4.39823
13	COUP REL2-3	20	0.00514	0.00565	4.39823
14	COUP REL2-3(1)	20	0.00514	0.00565	4.39823
15	COUP REL2-3(3)	20	0.00514	0.00565	4.39823
16	COUP TRF-REL3	20	0.00397	0.00549	4.86946
17	COUP TRF-REL3(1)	20	0.00397	0.00549	4.86946

Tabel 3.13. Spesifikasi Saluran Belitung (Lanjutan)

No	Line	kV	R(ohm)	X(ohm)	Y/2(μ S)
18	COUP TRF-REL3(2)	20	0.00397	0.00549	4.86946
19	COUP TRF-REL3(3)	20	0.00397	0.00549	4.86946
20	COUP TRF-REL4	20	0.00514	0.00565	4.39823
21	COUP TRF-REL4(1)	20	0.00514	0.00565	4.39823
22	COUPLING SUGE1-2	20	0.00644	0.00502	4.86946
23	COUPLING SUGE1-2(1)	20	0.00644	0.00502	4.86946
24	GI SUGE - MPP PLTG	11.5	0.00644	0.00502	4.86946
25	JAKARTA - BANDUNG	20	20.1	31.49	438.85
26	JAWA - MADURA	20	1.488	1.224	14.448
27	KALIMANTAN - BALI	20	0.30936	0.24127	233.734
28	KLIMANTAN - BALI(1)	20	0.30936	0.24127	233.734
29	KLIMANTAN - BALI(2)	20	0.30936	0.24127	233.734
30	LN DKNG - MNGGR -1	70	9.03	28.343	198.31
31	DKG - BLTNGUTRA -1	70	4.515	14.1715	99.155
32	DKG - BLTNGUTRA -2	70	4.515	14.1715	99.155
33	Ln DKNG - MNGGR -2	70	9.03	28.343	198.31
34	Ln Suge Dukong	70	0.129	0.4049	2.833
35	Ln Suge Dukong(1)	70	0.129	0.4049	2.833
36	MAKASSAR - MNADO	70	3.225	10.1225	70.825
37	MALUKU-TERNATE	20	3.9786	2.02947	6207.78
38	MALUKU-TERNATE(3)	20	5.55	8.695	121.175
39	MEDAN-PONTIANAK	20	0.15	0.235	3.275
40	MKSR-MNDO(2)	20	5.97	9.353	130.345
41	MKSR-MNDO(3)	20	7.329	3.73849	2858.84
42	MKSR-MNDO(4)	20	7.329	3.73849	2858.84
43	MPP-PLTBN CPO	20	7.329	3.73849	2858.84
44	PANCUR - ACEH	20	1.05	1.645	22.925
45	PAPUA-AMBON	20	15.3291	7.81933	5979.48
46	PLTU 2-MPP	20	11.6622	9.5931	113.236
47	PLTU1-MPP	20	0.0636	0.08796	77.9115
48	SMRANG - SRABAYA	20	0.0636	0.08796	77.9115
49	SLAWESI - PARIAMAN	20	3.93	6.157	85.8050
50	SUMATERA - BABEL	20	5.64	8.83599	123.14

Pada tabel 3.14. Di bawah ini disajikan panjang saluran di Pulau Bangka. Saluran ini memiliki satuan panjang km. Saluran terpanjang di Pulau Bangka yaitu dari GI Pangkal Pinang ke GI Koba sepanjang 73,1 km.

Tabel 3.14. Panjang Saluran Bangka

No	Line	Terminal i Busbar	Terminal j Busbar	Km
1	Ekp-PLTMB_EKP	PLTMB-EKP	B20SW	1
2	F Aribelo(1)	B2-1	B20 Mayang	46
3	F Aribelo(3)	B20 Mayang	B20 Air Belo	10
4	F Aribelo(4)	B20 Mayang	B20 Air Belo	10
5	F Aribelo(5)	B20 Air Belo	B20 MUNTOK	7
6	F Dalil	B20 Dalil	B2-2	25
7	F Gn Muda	B2-1	B20 Gn Muda	39
8	F Gn Muda(1)	B2-1	B20 Gn Muda	39
9	F Jln Baru	B20 Gn Muda	B20 Jalan Baru	14
10	F Jln Baru_a	B20BELINYU	B20 Jalan Baru	5,5
11	F Penyampak(1)	B20 Dalil	B20 PLTBM-L	19
12	Kpl B20ANR	B2-1	SB20ANR	0,5
13	Kpl GI-PLTD(4)	PLTD KOBA	B2-2	0,5
14	Kpl GI-PLTD(5)	PLTD KOBA	B2-2	0,5
15	Kpl Mrw-GHMrw1	B20MRW	B2-1	0,1
16	Kpl Mrw-GHMrw2	B20MRW	B2-2	0,1
17	Mrw-GHMrw2(3)	B20MRW	B2-2	0,1
18	Kpl PGRM-TBL	B20 TOBOALI	B20 Tiram	14,5
19	PGRM-TBL_a(1)	B20 PGAREM	B20 Tiram	10,5
20	Kpl SEW-KBT2	- SB20ANR	- B20SW	1
21	L20 A Yani	B20 A. Yani	B20MRW	2
22	L20 Lb Kelik	B20 Lb Kelik	B20MRW	2
23	L20 Lb Kelik(1)	B20 Lb Kelik	B20MRW	2
24	L20 Lb Kelik(2)	B20 Lb Kelik	B20MRW	2
25	L20 Liat_Mrw-1	B2-1	B20 Lb Kelik	6,8
26	L20 Liat_Mrw-1(1)	B2-1	B20 Lb Kelik	6,8
27	L20 Liat_Mrw-1(2)	B2-1	B20 Lb Kelik	6,8
28	L20 Liat_Mrw-2	B2-1	B20 A. Yani	10
29	Line(1)	B2-1	PLTBg MSE	15
30	Listr-PLTMB-L	B20 PLTBM-L	B20SW	13
31	Ln ANYIR_PKP-1	B5-1	B5-2	9
32	Ln ANYIR_PKP-2	B5-1	B5-2	9
33	Ln Anyir_Liat-1	B5-1	B5-2	24,75
34	Ln Anyir_Liat-2	B5-1	B5-2	24,75
35	Cngkong Abang(1)	B2-1	Ckng Abang	8
36	Ln KLP_MNTK-1	B5-1	B5-2	62
37	KLP_MNTK-1(1)	B5-1	B5-2	62

Tabel 3.14. Panjang Saluran Bangka (Lanjutan)

No	Line	Terminal i Busbar	Terminal j Busbar	km
38	KOBA-TOBOALI	BB1	B5-2	60
39	KOBA-TBL(1)	BB1	B5-2	60
40	Ln Nibung(8)	B20 TOBOALI	B20 Bikang	14
41	Ln Nibung_a	B20 Bikang	B20 Nibung	47
42	Ln Nibung_b	B20 Nibung	PLTD KOBA	5
43	Ln PKP_KLP-1	B5-1	B5-2	57,3
44	Ln PKP_KLP-2	B5-1	B5-2	57,3
45	Ln PKP_LOBA-1	B5-1	B5-2	73,1
46	Ln PKP_LOBA-1(1)	B5-1	B5-2	73,1
47	Ln PKP_LOBA-1(2)	B5-1	B5-2	73,1
48	Ln PKP_LOBA-2	B5-1	B5-2	73,1
49	Ln Parai(1)	B20 Parai	B2-2	10
50	Ln Sei Terleng(2)	B20 Ckng Abng	Sungai Trlng	6
51	Ln Sei Terleng_a(1)	B20 Sungai Trlg	B20_PLTBG	0,1
52	Ln Tuing	B20PLTBG	B20 Tuing	1
53	Ln Tuing_a(1)	B20 Tuing	B20 Parai	30
54	Ln Tuing_a(2)	B20 Tuing	B20 Parai	30
55	MgPwr-MTK	B20 MUNTOK	B20KBT	1
56	PLT_Ekp-List(1)	B20 PLTBM-L	PLTMB-EKP	13

Di bawah ini merupakan tabel 15 yang berisi tentang spesifikasi saluran Bangka. Spesifikasi ini berisikan nilai tegangan, resistansi (ohm), reaktansi (ohm) dan suseptansi (uS).

Tabel 3.15. Spesifikasi Saluran Bangka

No	Line	kv	R(ohm)	X(ohm)	Y/2(uS)
1	Ekp-PLTMB_EKP	20	0,128	0,101	97,389
2	F Aribelo(1)	20	5,290	13,959	178,102
3	F Aribelo(3)	20	1,150	3,035	38,718
4	F Aribelo(4)	20	1,150	3,035	38,718
5	F Aribelo(5)	20	0,805	2,124	27,103
6	F Dalil	20	2,875	7,586	96,795
7	F Gn Muda	20	4,485	11,835	151,000
8	F Gn Muda(1)	20	4,485	11,835	151,000
9	F Jln Baru	20	1,610	4,248	54,205

Tabel 3.15. Spesifikasi Saluran Bangka (Lanjutan)

No	Line	kv	R(ohm)	X(ohm)	Y/2(uS)
10	F Jln Baru_a	20	0,633	1,669	21,295
11	F Penyampak(1)	20	2,185	5,766	73,564
12	Kpl B20ANR	20	0,064	0,050	48,695
13	Kpl GI-PLTD(4)	20	0,058	0,152	1,936
14	Kpl GI-PLTD(5)	20	0,058	0,152	1,936
15	Kpl Mrw-GHMrw1	20	0,013	0,010	9,739
16	Kpl Mrw-GHMrw2	20	0,013	0,010	9,739
17	Kpl Mrw-GHMrw2(3)	20	0,013	0,010	9,739
18	Kpl PGRM-TBL	20	1,668	4,400	56,141
19	Kpl PGRM-TBL_a(1)	20	1,208	3,186	40,654
20	Kpl SEW-KBT2	20	0,128	0,101	97,389
21	L20 A Yani	20	0,230	0,607	7,744
22	L20 Lb Kelik	20	0,230	0,607	7,744
23	L20 Lb Kelik(1)	20	0,230	0,607	7,744
24	L20 Lb Kelik(2)	20	0,230	0,607	7,744
25	L20 Liat_Mrw-1	20	0,782	2,063	26,328
26	L20 Liat_Mrw-1(1)	20	0,782	2,063	26,328
27	L20 Liat_Mrw-1(2)	20	0,782	2,063	26,328
28	L20 Liat_Mrw-2	20	1,150	3,035	38,718
29	Line(1)	20	1,725	4,552	58,077
30	Listr-PLTMB-L	20	1,665	1,307	1266,062
31	Ln ANYIR_PKP-1	150	1,147	3,867	20,945
32	Ln ANYIR_PKP-2	150	1,147	3,867	20,945
33	Ln Anyir_Liat-1	150	3,154	10,635	57,598
34	Ln Anyir_Liat-2	150	3,154	10,635	57,598
35	Ln Cngkong Abang(1)	20	0,920	2,428	30,974
36	Ln KLP_MNTK-1	150	7,902	26,641	144,286
37	Ln KLP_MNTK-1(1)	150	7,902	26,641	144,286
38	Ln KOBA-TOBOALI	150	7,647	25,782	139,632
39	KOBA-TOBOALI(1)	150	7,647	25,782	139,632
40	Ln Nibung(8)	20	1,610	4,248	54,205
41	Ln Nibung_a	20	5,405	14,262	181,974
42	Ln Nibung_b	20	0,575	1,517	19,359
43	Ln PKP_KLP-1	150	7,303	24,622	133,349
44	Ln PKP_KLP-2	150	7,303	24,622	133,349
45	Ln PKP_LOBA-1	150	9,317	31,411	170,118
46	Ln PKP_LOBA-1(1)	150	9,317	31,411	170,118

Tabel 3.15. Spesifikasi Saluran Bangka (Lanjutan)

No	Line	kv	R(ohm)	X(ohm)	Y/2(uS)
47	Ln PKP_LOBA-1(2)	150	9,317	31,411	170,118
48	Ln PKP_LOBA-2	150	9,317	31,411	170,118
49	Ln Parai(1)	20	1,150	3,035	38,718
50	Ln Sei Terlun(2)	20	0,690	1,821	23,231
51	Ln Sei Terlun_a(1)	20	0,012	0,030	0,387
52	Ln Tuing	20	0,115	0,303	3,872
53	Ln Tuing_a(1)	20	3,450	9,103	116,154
54	Ln Tuing_a(2)	20	3,450	9,103	116,154
55	MgPwr-MTK	20	0,115	0,303	3,872
56	PLT_Ekp-List(1)	20	1,495	3,945	50,333

Saluran interkoneksi Bangka Belitung merupakan saluran yang menjadi rencana PT. PLN (Persero) untuk dibangun. Karena biaya BPP Bangka Belitung yang tinggi. Berikut panjang saluran interkoneksi Bangka Belitung pada tabel 16 di bawah ini.

Tabel 3.16. Panjang Saluran Interkoneksi Bangka Belitung

No	Line	Terminal i Busbar	Terminal j Busbar	Km
1	GI KOBA-U. Bangka	GI KOBA	Ujung Bangka	55
2	GI Koba- U. Bangka	GI KOBA	Ujung Bangka	55
3	U. Belitung-GI SUGE	Tanjung Pandan	GI Dukong	25
4	U.Belitung-GI Suge	Tanjung Pandan	GI Dukong	25
5	P. Bangka-P. Belitung	Ujung Bangka	Tanjung Pandan	100
6	P.Bangka-P.BLTG(2)	Ujung Bangka	Tanjung Pandan	100
7	P.Bangka-P.BLTG(3)	Ujung Bangka	Tanjung Pandan	100

Sedangkan pada tabel 3.17. mengenai spesifikasi saluran interkoneksi Bangka Belitung yaitu tegangan (kV), resistansi (ohm), reaktansi (ohm), dan suseptansi (uS).

Tabel 3.17. Spesifikasi Saluran Interkoneksi Bangka Belitung

No	Line	Kv	R(ohm)	X(ohm)	Y/2(uS)
1	Ln GI KOBA-Ujung Bangka	150	7,00975	23,6335	127,996
2	Ln GI Koba-Ujung Bangka	150	7,00975	23,6335	127,996
3	Ln Ujung Belitung-GI SUGE	150	3,18625	10,7425	58,18
4	Ln Ujung Belitung-GI Suge	150	3,18625	10,7425	58,18
5	P. Bangka-P. Belitung	150	5,65	11,25	8000
6	P.Bangka-P.Belitung(2)	150	5,65	11,25	8000
7	P.Bangka-P.Belitung(3)	150	5,65	11,25	8000

Sumber utama pada sistem Bangka Belitung disuplai dari daerah Sumtera Selatan. Untuk suplai daya tersebut dibutuhkan saluran yang menyambungkan Sumatra Selatan dengan Pulau Bangka. Pada tabel 3.18. di bawah ini dijabarkan mengenai panjang saluran interkoneksi Sumatra Bangka.

Tabel 3.18. Panjang Saluran Interkoneksi Sumatra Bangka

No	Line	Terminal i Busbar	Terminal j Busbar	km
1	Ln Bangka - Muntok -1	BANGKA	B5-2	8
2	Ln Bangka - Muntok -2	BANGKA	B5-2	8
3	Ln Sumatra - Bangka	SUMATRA(6)	BANGKA	39
4	Ln Sumatra - Bangka(1)	SUMATRA(6)	BANGKA	39
5	Ln Sumatra - Bangka(3)	SUMATRA(6)	BANGKA	39

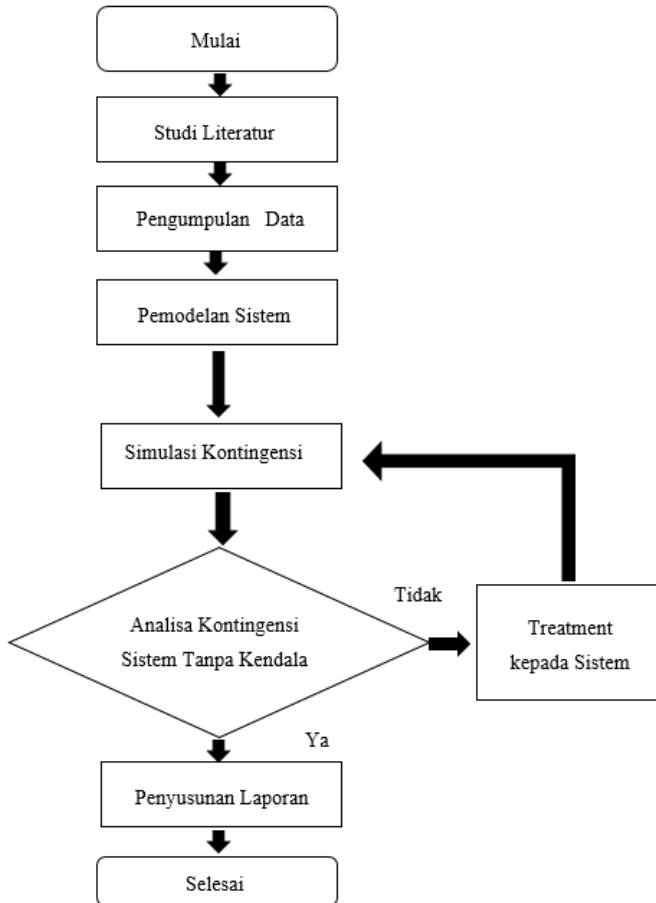
Sementara pada tabel 3.19. dijabarkan mengenai spesifikasi saluran interkoneksi Sumatra Bangka yaitu tegangan (kV) resistansi (ohm), reaktansi (ohm), dan suseptansi (uS).

Tabel 3.19. Spesifikasi Saluran Interkoneksi Sumatra Bangka

No	Line	kv	R(ohm)	X(ohm)	Y/2(uS)
1	Ln Bangka - Muntok -1	150	1,0196	3,4376	18,6176
2	Ln Bangka - Muntok -2	150	1,0196	3,4376	18,6176
3	Ln Sumatra - Bangka	150	2,3439	8,159973	1825,579
4	Ln Sumatra - Bangka(1)	150	2,3439	8,159973	1825,579
5	Ln Sumatra - Bangka(3)	150	2,3439	8,159973	1825,579

3.7. Metodologi

Berikut ini merupakan metodologi dari tugas akhir mengenai analisis kontingensi setelah interkoneksi sistem Bangka Belitung.



Gambar 3.2 *Flowchart* Metodologi Analisis Kontingensi Sistem Interkoneksi Bangka Belitung

Proses pengerjaan tugas akhir ini menggunakan metode sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Hal pertama yang dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir ini adalah mencari referensi dengan cara studi literatur melalui buku, jurnal, dan *paper* terkait topik yang akan dikerjakan.

2. Pengumpulan Data

Langkah kedua yaitu mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk pengerjaan tugas akhir ini. Data didapatkan dari PT. PLN (PERSERO) Wilayah Bangka Belitung.

3. Pemodelan Sistem

Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan untuk mengerjakan tugas akhir, lalu data tersebut dapat digunakan untuk memodelkan sistem kelistrikan Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Software yang dipakai untuk pemodelan sistem kelistrikan adalah software *PowerFactory* 15.1.

4. Analisa dan Simulasi Sistem

Dengan membuat permodelan sistem kelistrikan, maka akan lebih mudah di analisa. Yaitu dengan cara menjalankan program nya tersebut. *PowerFactory* 15.1 akan menyimulasikan sistem kelistrikan Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Setelah mengetahui hasil simulasi, maka dapat dianalisis hasil simulasi tersebut.

5. Penyusunan Laporan

Setelah melakukan analisa dan simulasi, maka hasil analisa dan simulasi dapat disusun ke dalam sebuah laporan. Laporan ini berisikan tentang data eksisting sistem interkoneksi dari Pulau Bangka ke Pulau Belitung, analisa kontingensi, dan hasil simulasi. Kemudian laporan ini di bukukan menjadi buku tugas akhir.

BAB IV SIMULASI DAN ANALISIS

Pada bab ini membahas terkait sistem kelistrikan Bangka dan Belitung setelah diinterkoneksi dengan grid yang berasal dari Pulau Sumatra. Simulasi aliran daya dan analisis kontingensi akan ditampilkan pada bab ini. Serta solusi untuk mengatasi ketika kontingensi terjadi. Software yang digunakan pada simulasi adalah *Power Factory 15*.

4.1. Simulasi saat Kondisi Normal

Setelah mendapatkan data-data untuk membuat simulasi *load flow*, maka sistem kelistrikan Interkoneksi Bangka Belitung dapat dibuat. Simulasi dalam keadaan normal bertujuan untuk melihat kondisi tegangan yang ada pada sistem. Selain itu juga melihat kondisi operasi dari saluran yang mengalami pembebanan. Karena apabila terjadi kontingensi, mengakibatkan naiknya pembebanan pada saluran dan perubahan pada nilai tegangan.

4.1.1 Simulasi Sebelum Interkoneksi

Berikut ini adalah hasil simulasi *load flow* dengan melihat besarnya pembebanan pada saluran dalam kondisi normal. Berdasarkan hasil simulasi dapat dilihat bahwa pembebanan saluran pada kondisi normal sebelum interkoneksi Bangka Belitung masih dibawah 80% dari pembebanan maksimum saluran. Untuk lebih jelas mengenai pembebanan saluran di Pulau Bangka dapat dilihat pada tabel 4.1. di bawah ini.

Tabel 4.1. Pembebanan Saluran di Pulau Bangka Sebelum Interkoneksi

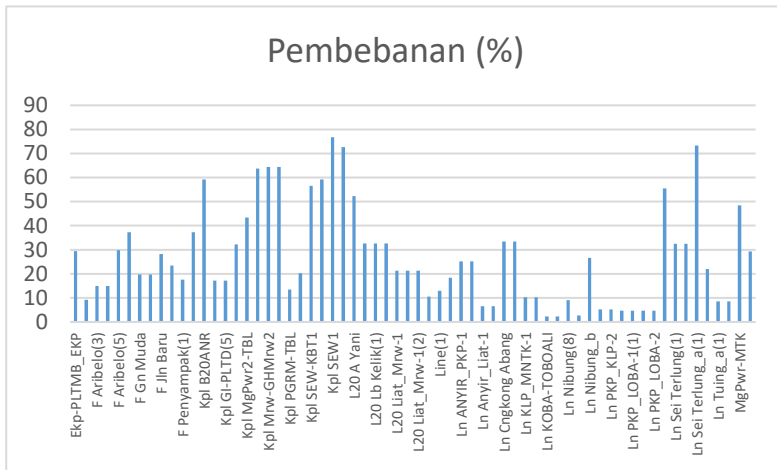
Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
Ekp-PLTMB_EKP	0,405	0,1191335	29,41568
F Aribelo(1)	0,408	0,03766517	9,231661
F Aribelo(3)	0,408	0,06079726	14,90129
F Aribelo(4)	0,408	0,06079726	14,90129
F Aribelo(5)	0,408	0,1214971	29,7787

Tabel 4.1. Pembebanan Saluran di Pulau Bangka Sebelum Interkoneksi (Lanjutan)

Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
F Dalil	0,408	0,1523216	37,33374
F Gn Muda	0,408	0,0801732	19,65029
F Gn Muda(1)	0,408	0,0801732	19,65029
F Jln Baru	0,408	0,1150929	28,20905
F Jln Baru_a	0,408	0,09540252	23,38297
F Penyampak(1)	0,408	0,0719534	17,63564
KBT-KOB	0,408	0,1521515	37,29204
Kpl B20ANR	0,405	0,2400141	59,26274
Kpl GI-PLTD(4)	0,408	0,07005116	17,1694
Kpl GI-PLTD(5)	0,408	0,07005116	17,1694
Kpl MgPwr1-TBL	0,408	0,1312346	32,16535
Kpl MgPwr2-TBL	0,408	0,1772164	43,43539
Kpl Mrw-GHMrw1	0,39	0,2486874	63,766
Kpl Mrw-GHMrw2	0,39	0,2513536	64,44964
Kpl Mrw-GHMrw2(3)	0,39	0,2513536	64,44964
Kpl PGRM-TBL	0,408	0,05480767	13,43325
Kpl PGRM-TBL_a(1)	0,408	0,08277031	20,28684
Kpl SEW-KBT1	0,405	0,2290158	56,5471
Kpl SEW-KBT2	0,405	0,2398271	59,21656
Kpl SEW1	0,405	0,3110464	76,80158
Kpl SEW2	0,405	0,29406	72,6074
L20 A Yani	0,408	0,213596	52,35196
L20 Lb Kelik	0,408	0,1328367	32,55802
L20 Lb Kelik(1)	0,408	0,1328367	32,55802
L20 Lb Kelik(2)	0,408	0,1328367	32,55802
L20 Liat_Mrw-1	0,408	0,08680357	21,27538
L20 Liat_Mrw-1(1)	0,408	0,08680357	21,27538
L20 Liat_Mrw-1(2)	0,408	0,08680357	21,27538
L20 Liat_Mrw-2	0,408	0,04322973	10,59552
Line(1)	0,408	0,05273907	12,92624
Listr-PLTMB-L	0,405	0,07471829	18,44896
Ln ANYIR_PKP-1	0,7	0,1764693	25,2099
Ln ANYIR_PKP-2	0,7	0,1764693	25,2099
Ln Anyir_Liat-1	0,7	0,0457519	6,535986
Ln Anyir_Liat-2	0,7	0,04574842	6,535489

Tabel 4.1. Pembebanan Saluran di Pulau Bangka Sebelum Interkoneksi (Lanjutan)

Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
Ln Cngkong Abang	0,408	0,1364703	33,44861
Ln Cngkong Abang(1)	0,408	0,1364703	33,44861
Ln KLP_MNTK-1	0,7	0,07160506	10,22929
Ln KLP_MNTK-1(1)	0,7	0,07160506	10,22929
Ln KOBA-TOBOALI	0,7	0,0161187	2,302672
Ln KOBA-TOBOALI(1)	0,7	0,0161187	2,302672
Ln Nibung(8)	0,408	0,03684235	9,029987
Ln Nibung_a	0,408	0,01074425	2,633395
Ln Nibung_b	0,408	0,1085913	26,61551
Ln PKP_KLP-1	0,7	0,03654121	5,220173
Ln PKP_KLP-2	0,7	0,03654121	5,220173
Ln PKP_LOBA-1	0,7	0,03272458	4,67494
Ln PKP_LOBA-1(1)	0,7	0,03272458	4,67494
Ln PKP_LOBA-1(2)	0,7	0,03272458	4,67494
Ln PKP_LOBA-2	0,7	0,03272458	4,67494
Ln Parai(1)	0,408	0,2263978	55,48965
Ln Sei Terlung(1)	0,408	0,132706	32,52599
Ln Sei Terlung(2)	0,408	0,132706	32,52599
Ln Sei Terlung_a(1)	0,408	0,2990272	73,29098
Ln Tuing	0,408	0,08944455	21,92268
Ln Tuing_a(1)	0,408	0,03511467	8,606537
Ln Tuing_a(2)	0,408	0,03511467	8,606537
MgPwr-MTK	0,408	0,1975773	48,4258
PLT_Ekp-List(1)	0,408	0,1195309	29,29679



Gambar 4.1. Grafik Pembebanan Saluran di Pulau Bangka Sebelum Interkoneksi

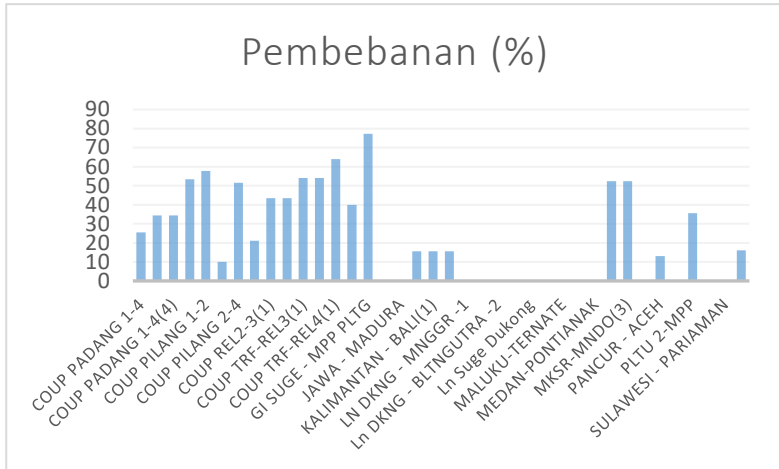
Dari tabel 4.1. dan grafik di atas dapat dilihat bahwa pembebanan saluran terdapat pada saluran Kpl SEW1 sebesar 76,81 %. Karena kondisi saluran Kpl SWE1 masih terpasang satu saluran. Pada tabel 4.2. merupakan tabel mengenai pembebanan saluran Belitung sebelum interkoneksi Bangka Belitung. Dari hasil simulasi didapatkan nilai pembebanan terbesar saluran GI SUGE – MPP PLTG sebesar 77,28 %.

Tabel 4.2. Pembebanan Saluran di Belitung Sebelum Interkoneksi

Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
COUP PADANG 1-4	0,3	0,07628461	25,4282
COUP PADANG 1-4(2)	0,3	0,103157	34,38568
COUP PADANG 1-4(4)	0,3	0,103157	34,38568
COUP PADANG 1-4(6)	0,3	0,1604108	53,47026
COUP PILANG 1-2	0,46	0,2653377	57,68211

Tabel 4.2. Pembebanan Saluran di Belitung Sebelum Interkoneksi
(Lanjutan)

Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
COUP PILANG 1-3	0,46	0,0462925	10,06359
COUP PILANG 2-4	0,46	0,2368741	51,49436
COUP PILANG 4-5(1)	0,46	0,09710527	21,10984
COUP REL2-3(1)	0,46	0,1998324	43,44183
COUP REL2-3(3)	0,46	0,1998324	43,44183
COUP TRF-REL3(1)	0,525	0,2841367	54,12128
COUP TRF-REL3(3)	0,525	0,2841367	54,12128
COUP TRF-REL4(1)	0,46	0,2945302	64,0283
COUPLING SUGE1-2(1)	0,39	0,1558056	39,95015
GI SUGE - MPP PLTG	2	1,545774	77,2887
JAKARTA - BANDUNG	296	0,02404186	0,00812225
JAWA - MADURA	191	0,01261771	0,00660613
KALIMANTAN - BALI	0,39	0,06067311	15,55721
KALIMANTAN - BALI(1)	0,39	0,06067311	15,55721
KALIMANTAN - BALI(2)	0,39	0,06067311	15,55721
LN DKNG - MNGGR -1	535	0,0080428	0,00150333
DKNG-BLTNGUTRA -1	535	0,00394005	0,00073646
DKNG-BLTNGUTRA -2	535	0,00394005	0,00073646
Ln DKNG - MNGGR -2	535	0,0080428	0,00150333
Ln Suge Dukong	535	0,1961218	0,03665829
Ln Suge Dukong(1)	535	0,1961218	0,03665829
MALUKU-TERNATE	296	0,05286029	0,01785821
MALUKU-TERNATE(3)	296	0,112311	0,0379429
MEDAN-PONTIANAK	296	0,0507065	0,01713057
MKSR-MNDO(2)	0,3	0,156932	52,31065
MKSR-MNDO(3)	0,3	0,156932	52,31065
MPP-PLTBN CPO	296	0,1329791	0,04492537
PANCUR - ACEH	0,3	0,03906645	13,02215
PAPUA-AMBON	191	0,03792214	0,01985452
PLTU 2-MPP	0,525	0,1869493	35,60939
SMRNG - SURABAYA	296	0,09935356	0,03356539
SULAWESI - PARIAMAN	296	0,05431506	0,01834968
SUMATERA - BABEL	0,39	0,06235062	15,98734



Gambar 4.2. Grafik Pembebanan Saluran di Belitung Sebelum Interkoneksi

Pada tabel 4.3. di bawah ini merupakan nilai tegangan pada bus di Pulau Bangka dalam kondisi normal sebelum interkoneksi. Satuan yang digunakan yaitu satuan p.u. dan kV. Tegangan di Pulau Bangka yaitu 150 kV dan 20 kV.

Tabel 4.3. Nilai Tegangan di Bangka Sebelum Interkoneksi

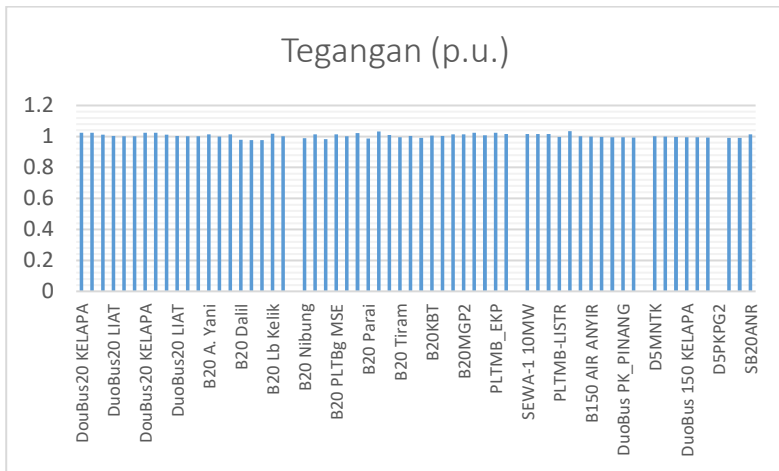
No	Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
1	DouBus20 KELAPA	20,49279	1,02464
2	GH MRW-1	20,46104	1,023052
3	DB20 ANYIR	20,23504	1,011752
4	DuoBus20 LIAT	20,0849	1,004245
5	DuoBus20 KOBA	20,01412	1,000706
6	DuoBus20 PKPNG	20,01361	1,00068
7	DouBus20 KELAPA	20,49279	1,02464
8	GH MRW-2	20,46096	1,023048
9	DB20 ANYIR	20,23504	1,011752
10	DuoBus20 LIAT	20,0849	1,004245
11	DuoBus20 KOBA	20,01412	1,000706

Tabel 4.3. Nilai Tegangan di Bangka Sebelum Interkoneksi (Lanjutan)

No	Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
12	DuoBus20 PKPNG	20,01361	1,00068
13	B20 A. Yani	20,28903	1,014451
14	B20 Bikang	20,00116	1,000058
15	B20 Ckng Abang	20,28335	1,014168
16	B20 Dalil	19,5549	0,9777451
17	B20 Gn Muda	19,54237	0,9771187
18	B20 Jalan Baru	19,52191	0,9760956
19	B20 Lb Kelik	20,35177	1,017588
20	B20 MUNTOK	20,04074	1,002037
21	B20 Nibung	19,79139	0,9895697
22	B20 PENGAREM	20,29337	1,014669
23	B20 PLTBM-L	19,66549	0,9832747
24	B20 PLTBg MSE	20,26139	1,013069
25	B20 PLTD Koba	20,00658	1,000329
26	B20 PLTMB-EKP	20,45848	1,022924
27	B20 Parai	19,75464	0,987732
28	B20 Sungai Terlun	20,65684	1,032842
29	B20 TOBOALI	20,20727	1,010364
30	B20 Tiram	19,921	0,9960502
31	B20 Tuing	20,08218	1,004109
32	B20BELINYU	19,80691	0,9903455
33	B20KBT	20,12627	1,006313
34	B20KBT-KOBA	20,07943	1,003971
35	B20MGP1	20,26438	1,013219
36	B20MGP2	20,28365	1,014182
37	B20MRW	20,46789	1,023395
38	B20PLTBG	20,13232	1,006616
39	PLTMB_EKP	20,49173	1,024587
40	SEWA-KBT2 8MW	20,33091	1,016546
41	SEWA-1 10MW	20,32016	1,016008
42	SEWA-2 10MW	20,3023	1,015115
43	SEWA-KBT1 10MW	20,29889	1,014944
44	PLTMB-LISTR	19,92313	0,9961565
45	B20_PLTBG	20,67304	1,033652
46	D5MNTK	150,1645	1,001097
47	B150 AIR ANYIR	149,82	0,9987997
48	DuoBus 150 LIAT	149,5206	0,9968042
49	DuoBus 150 KELAPA	149,2888	0,9952585

Tabel 4.3. Nilai Tegangan di Bangka Sebelum Interkoneksi (Lanjutan)

No	Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
50	DuoBus PK_PINANG	149,1997	0,9946649
51	DuoBus 150 KOBAB	148,8414	0,9922762
52	D5PKPG2	0	0
53	D5MNTK	150,1645	1,001097
54	B150 AIR ANYIR	149,82	0,9987997
55	DuoBus 150 LIAT	149,5206	0,9968042
56	DuoBus 150 KELAPAB	149,2888	0,9952585
57	DuoBus PK_PINANG	149,1997	0,9946649
58	DuoBus 150 KOBAB	148,8414	0,9922762
59	D5PKPG2	0	0
60	GI TOBOALI	148,76	0,9917332
61	GI TOBOALI	148,76	0,9917332
62	SB20ANR	20,26704	1,013352

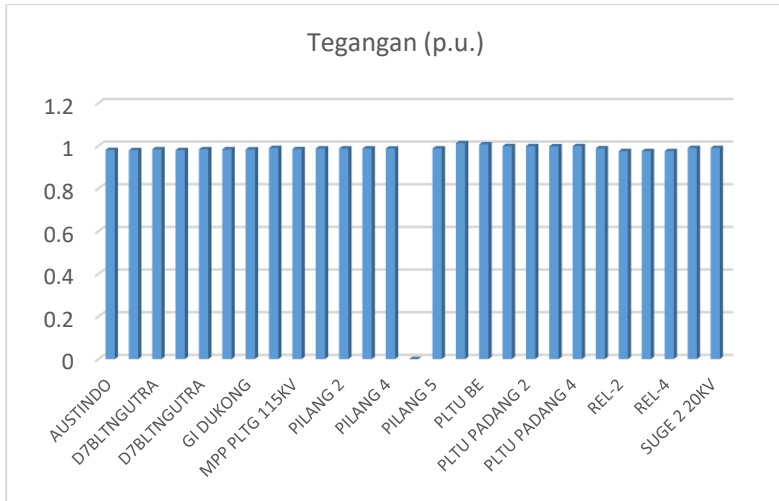


Gambar 4.3. Grafik Nilai Tegangan di Bangka Sebelum Interkoneksi

Sedangkan pada tabel 4.4 di bawah ini menjelaskan mengenai nilai tegangan di Pulau Belitung sebelum interkoneksi Bangka Belitung. Tegangan di Pulau Belitung yaitu 70 kV, 11,5 kV, dan 20 kV.

Tabel 4.4. Nilai Tegangan di Belitung Sebelum Interkoneksi

No	Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
1	AUSTINDO	19,60581	0,9802906
2	D7MNGR	68,58337	0,9797624
3	D7BLTNGUTRA	68,84945	0,9835636
4	D7MNGR	68,58337	0,9797624
5	D7BLTNGUTRA	68,84945	0,9835636
6	GI SUGE	68,85609	0,9836584
7	GI DUKONG	68,80108	0,9828726
8	MPP 20KV	19,79219	0,9896093
9	MPP PLTG 115KV	11,32005	0,9843519
10	PILANG 1	19,7448	0,98724
11	PILANG 2	19,74447	0,9872235
12	PILANG 3	19,74452	0,987226
13	PILANG 4	19,74344	0,9871721
14	PILANG 5	19,7439	0,9871949
15	PLTBN CPO	20,24711	1,012355
16	PLTU BE	20,12915	1,006458
17	PLTU PADANG 1	19,95991	0,9979953
18	PLTU PADANG 2	19,95874	0,9979371
19	PLTU PADANG 3	19,95558	0,9977788
20	PLTU PADANG 4	19,96006	0,9980029
21	REL-1	19,75911	0,9879557
22	REL-2	19,50327	0,9751634
23	REL-3	19,50569	0,9752844
24	REL-4	19,50493	0,9752466
25	SUGE 1 20KV	19,79951	0,9899755
26	SUGE 2 20KV	19,80009	0,9900044



Gambar 4.4. Grafik Nilai Tegangan di Belitung Sebelum Interkoneksi

Dari tabel 4.3 dan 4.4, kondisi tegangan di Pulau Bangka dan Belitung masih dalam standar PLN dari 0,9 p.u. sampai 1.05 p.u. Setelah mengetahui tegangan dan nilai pembebanan, maka penulis juga melihat dari pemakaian komponen kapasitor atau reaktor yang tersebar baik di Pulau Bangka maupun di Pulau Belitung. Komponen ini berguna untuk menyerap dalam menyuplai daya reaktif pada sistem. Sehingga dihasilkan tegangan sesuai standar PLN. Pada tabel 4.5. di bawah ini merupakan tabel kapasitor yang terpasang di Pulau Bangka.

Tabel 4.5. Pemasangan Kapasitor di Bangka Sebelum Interkoneksi

Nama Komponen	Tegangan (kV)	Lokasi	Daya Reaktif (MVAR)
Kapasitor_1	20,67304	B20_PLTBG	-10,68437
Kapasitor_2	20,13232	B20PLTBG	-2,026551
Kapasitor_3	19,80691	B20BELINYU	-1,961568
Kapasitor_4	19,75464	B20 Parai	-1,951229
Kapasitor_5	20,46789	B20MRW	-20,94674

Pada tabel 4.6. di bawah ini merupakan tabel mengenai kapasitor yang terpasang di Pulau Belitung sebelum interkoneksi.

Tabel 4.6. Pemasangan Kapasitor di Belitung Sebelum Interkoneksi

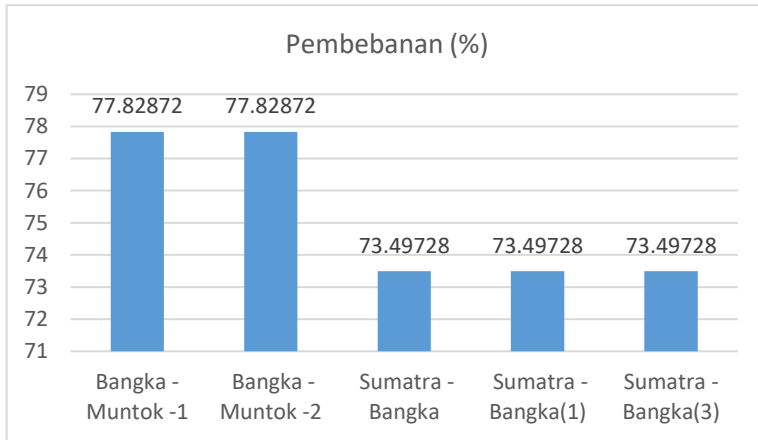
Nama Komponen	Tegangan (kV)	Lokasi	Daya Reaktif (MVAR)
Kapasitor_1	19,7448	PILANG 1	-9,746429
Kapasitor_2	19,60581	AUSTINDO	-9,609696

4.1.2 Simulasi Setelah Interkoneksi

Setelah melihat keadaan sebelum interkoneksi Bangka Belitung, penulis juga melihat kondisi setelah adanya interkoneksi Bangka Belitung. Berikut ini adalah hasil simulasi *load flow* dengan melihat besarnya pembebanan pada saluran dalam kondisi normal. Berdasarkan hasil simulasi dapat dilihat bahwa pembebanan saluran pada kondisi normal pada sistem kelistrikan interkoneksi Bangka Belitung masih dibawah 80% dari pembebanan maksimum saluran.

Tabel 4.7. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumtera Bangka

No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
1	Bangka - Muntok -1	0,7	0,5448011	77,82872
2	Bangka - Muntok -2	0,7	0,5448011	77,82872
3	Sumatra - Bangka	0,572	0,4204045	73,49728
4	Sumatra - Bangka(1)	0,572	0,4204045	73,49728
5	Sumatra - Bangka(3)	0,572	0,4204045	73,49728



Gambar 4.5. Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumatera Bangka

Pada tabel 4.8 merupakan hasil simulasi saluran Bangka dalam kondisi normal. Pembebanan pada saluran Bangka mendapatkan nilai paling tinggi pada saluran yang menghubungkan GI Kelapa dan GI Muntok sebesar 73,71 %.

Tabel 4.8. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Bangka

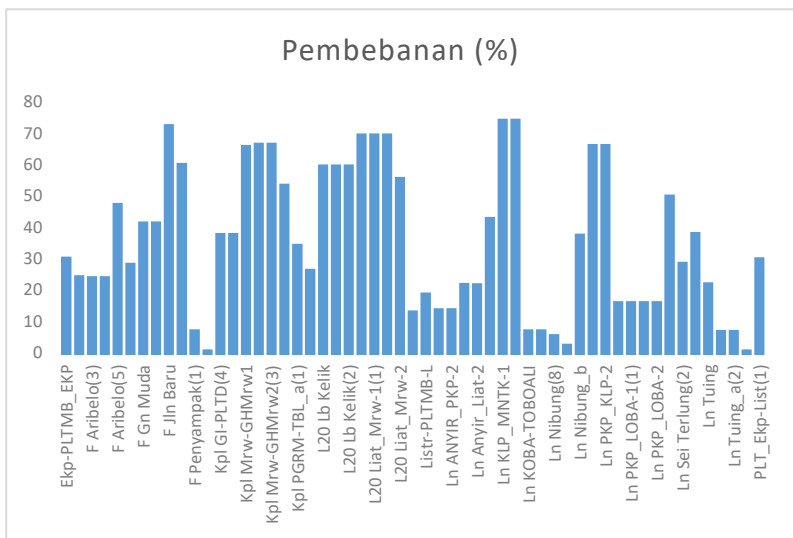
No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
1	Ekp-PLTMB_EKP	0,405	0,1204052	29,72968
2	F Aribelo(1)	0,408	0,09717539	23,8175
3	F Aribelo(3)	0,408	0,09568287	23,45168
4	F Aribelo(4)	0,408	0,09568287	23,45168
5	F Aribelo(5)	0,408	0,191377	46,90612
6	F Dalil	0,408	0,1131967	27,74428
7	F Gn Muda	0,408	0,1669133	40,91012
8	F Gn Muda(1)	0,408	0,1669133	40,91012
9	F Jln Baru	0,408	0,2939405	72,04424
10	F Jln Baru_a	0,408	0,2434847	59,67762
11	F Penyampak(1)	0,408	0,02651202	6,498045
12	Kpl B20ANR	0,405	0,00056785	0,1402091
13	Kpl GI-PLTD(4)	0,408	0,1522192	37,30863

Tabel 4.8. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Bangka
(Lanjutan)

No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
14	Kpl GI-PLTD(5)	0,408	0,1522192	37,30863
15	Kpl Mrw-GHMrw1	0,39	0,2549935	65,38296
16	Kpl Mrw-GHMrw2	0,39	0,2577274	66,08395
17	Kpl Mrw-GHMrw2(3)	0,39	0,2577274	66,08395
18	Kpl PGRM-TBL	0,408	0,2162008	52,99039
19	Kpl PGRM-TBL_a(1)	0,408	0,1378617	33,78964
20	L20 A Yani	0,408	0,1055119	25,86075
21	L20 Lb Kelik	0,408	0,2413431	59,15272
22	L20 Lb Kelik(1)	0,408	0,2413431	59,15272
23	L20 Lb Kelik(2)	0,408	0,2413431	59,15272
24	L20 Liat_Mrw-1	0,408	0,2815036	68,99599
25	L20 Liat_Mrw-1(1)	0,408	0,2815036	68,99599
26	L20 Liat_Mrw-1(2)	0,408	0,2815036	68,99599
27	L20 Liat_Mrw-2	0,408	0,2250753	55,16551
28	Line(1)	0,408	0,05118213	12,54464
29	Listr-PLTMB-L	0,405	0,07395649	18,26086
30	Ln ANYIR_PKP-1	0,7	0,09309383	13,29912
31	Ln ANYIR_PKP-2	0,7	0,09309383	13,29912
32	Ln Anyir_Liat-1	0,7	0,1491052	21,30075
33	Ln Anyir_Liat-2	0,7	0,149094	21,29915
34	Ln Cngkong Abang(1)	0,408	0,1730705	42,41923
35	Ln KLP_MNTK-1	0,7	0,5160356	73,71937
36	Ln KLP_MNTK-1(1)	0,7	0,5160356	73,71937
37	Ln KOBA-TOBOALI	0,7	0,04599264	6,570377
38	KOBA-TOBOALI(1)	0,7	0,04599264	6,570377
39	Ln Nibung(8)	0,408	0,02044893	5,011993
40	Ln Nibung_a	0,408	0,00804182	1,971034
41	Ln Nibung_b	0,408	0,1512243	37,06478
42	Ln PKP_KLP-1	0,7	0,4595639	65,65198
43	Ln PKP_KLP-2	0,7	0,4595639	65,65198
44	Ln PKP_LOBA-1	0,7	0,1085384	15,50548
45	Ln PKP_LOBA-1(1)	0,7	0,1085384	15,50548
46	Ln PKP_LOBA-1(2)	0,7	0,1085384	15,50548
47	Ln PKP_LOBA-2	0,7	0,1085384	15,50548
48	Ln Parai(1)	0,408	0,2021474	49,54593
49	Ln Sei Terlung(2)	0,408	0,1146795	28,10773

Tabel 4.8. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Bangka (Lanjutan)

No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
50	Ln Sei Terlung_a(1)	0,408	0,1532257	37,55531
51	Ln Tuing	0,408	0,08777501	21,51348
52	Ln Tuing_a(1)	0,408	0,0259146	6,351617
53	Ln Tuing_a(2)	0,408	0,0259146	6,351617
54	MgPwr-MTK	0,408	0,00004494	0,01101374
55	PLT_Ekp-List(1)	0,408	0,1204888	29,53157



Gambar 4.6. Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Bangka

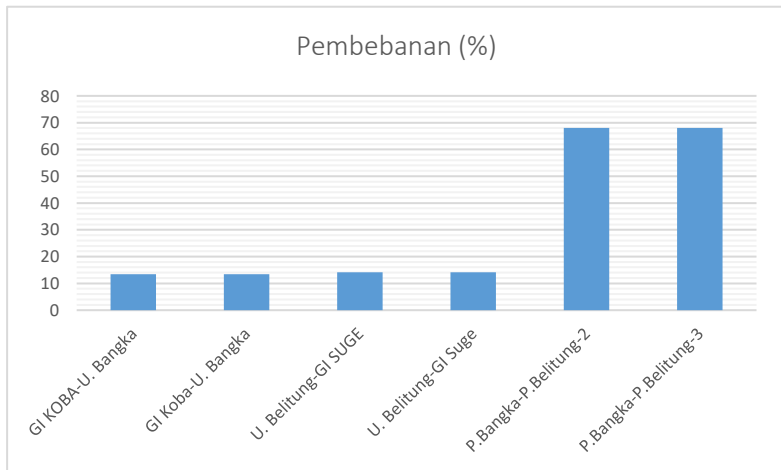
Pada tabel 4.9 merupakan tabel mengenai pembebanan saluran Interkoneksi Bangka Belitung. Dari hasil simulasi didapatkan nilai pembebanan terbesar saluran Bangka ke Belitung sebesar 68,09 %.

Tabel 4.9. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung

No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
1	GI KOBA-U. Bangka	0,7	0,09389639	13,41377
2	GI Koba-U. Bangka	0,7	0,09389639	13,41377
3	U. Belitung-GI SUGE	0,7	0,09871928	14,10275
4	U. Belitung-GI Suge	0,7	0,09871928	14,10275

Tabel 4.9. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung (Lanjutan)

No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
5	P.Bangka-P.Belitung-2	0,6	0,4085433	68,09055
6	P.Bangka-P.Belitung-3	0,6	0,4085433	68,09055



Gambar 4.7. Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung

Pada tabel 4.10. merupakan tabel mengenai pembebanan saluran Belitung. Dari hasil simulasi didapatkan nilai pembebanan terbesar saluran coupling Pilang 1 ke Pilang 2 sebesar 68,54 %.

Tabel 4.10. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Belitung

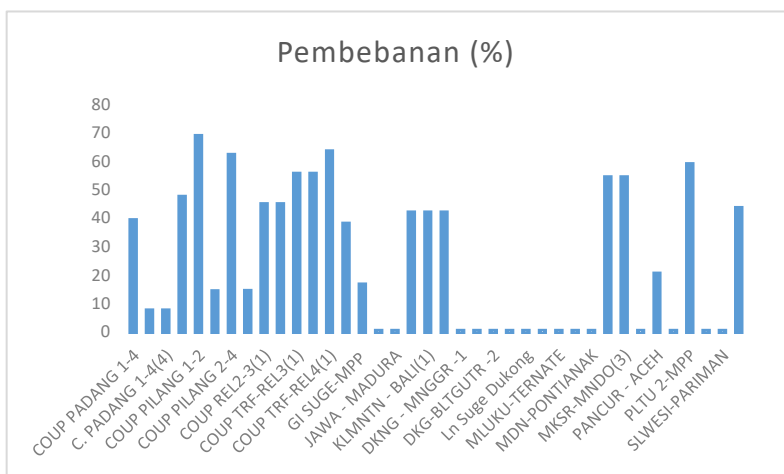
No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
1	COUP PADANG 1-4	0,3	0,1170804	39,0268
2	C. PADANG 1-4(2)	0,3	0,02193971	7,313236
3	C. PADANG 1-4(4)	0,3	0,02193971	7,313236
4	C. PADANG 1-4(6)	0,3	0,1415215	47,17384
5	COUP PILANG 1-2	0,46	0,3153066	68,54491
6	COUP PILANG 1-3	0,46	0,064685	14,06196
7	COUP PILANG 2-4	0,46	0,2848194	61,91726
8	C. PILANG 4-5(1)	0,46	0,06521336	14,17682
9	COUP REL2-3(1)	0,46	0,2051959	44,60781
10	COUP REL2-3(3)	0,46	0,2051959	44,60781
11	COUP TRF-REL3(1)	0,525	0,2899875	55,23572
12	COUP TRF-REL3(3)	0,525	0,2899875	55,23572
13	COUP TRF-REL4(1)	0,46	0,290332	63,11565
14	C. SUGE1-2(1)	0,39	0,147308	37,77127
15	GI SUGE-MPP	2	0,3276338	16,38169
16	JKRTA - BNDUNG	296	0,01402763	0,00473906
17	JAWA - MADURA	191	0,03375567	0,01767312
18	KLIMNTAN - BALI	0,39	0,1623498	41,62815
19	KLMNTN - BALI(1)	0,39	0,1623498	41,62815
20	KLIMNTN- BALI-2	0,39	0,1623498	41,62815
21	DKNG - MNGGR -1	535	0,03590733	0,00671165
22	DKG-BLTGUTRA-1	535	0,00408831	0,00076417
23	DKG-BLTGUTR -2	535	0,00408831	0,00076417
24	DKNG - MNGGR -2	535	0,03590733	0,00671165
25	Ln Suge Dukong	535	0,08670345	0,01620625

Tabel 4.10. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Belitung
(Lanjutan)

No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
26	Ln Suge Dukong(1)	535	0,08670345	0,01620625
27	MLUKU-TERNATE	296	0,04952433	0,01673119
28	MLK-TERNATE(3)	296	0,04964776	0,01677289
29	MDN-PONTIANAK	296	0,0504005	0,0170272
30	MKSR-MNDO(2)	0,3	0,1620821	54,02736
31	MKSR-MNDO(3)	0,3	0,1620821	54,02736

Tabel 4.10. Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Belitung (Lanjutan)

No	Nama Saluran	I nominal (kA)	I operating (kA)	Pembebanan (%)
32	MPP-PLTBN CPO	296	0,00026944	0,00009103
33	PANCUR - ACEH	0,3	0,06079357	20,26452
34	PAPUA-AMBON	191	0,03217818	0,01684721
35	PLTU 2-MPP	0,525	0,3077758	58,62396
36	SMRNG - SRBAYA	296	0,1268013	0,04283829
37	SLWESI-PARIMAN	296	0,04603699	0,01555304
38	SMTERA - BABEL	0,39	0,1686839	43,25228

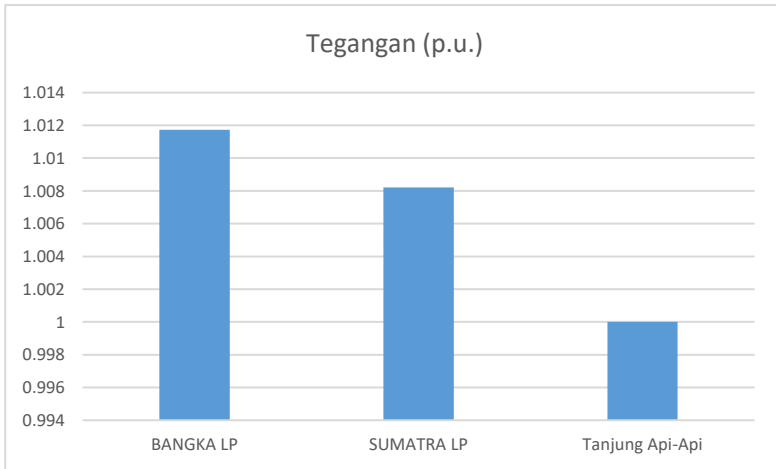


Gambar 4.8. Grafik Pembebanan Saluran pada Kondisi Normal di Belitung

Berdasarkan hasil simulasi load flow pada tabel 4.7., 4.8., 4.9., dan 4.10. dapat dilihat bahwa arus yang bekerja pada saluran transmisi sistem kelistrikan interkoneksi Bangka Belitung masih di bawah kapasitas maksimum saluran. Pembebanan saluran masih di bawah 80 %. Setelah mengamati pembebanan saluran, maka penulis juga mengamati nilai tegangan pada bus di sistem interkoneksi Bangka Belitung dalam keadaan normal dan beban penuh.

Tabel 4.11. Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumatera Bangka

Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
BANGKA LP	151,7591	1,011727
SUMATRA LP	151,233	1,00822
Tanjung Api-Api	150	1



Gambar 4.9. Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Sumatera Bangka

Pada tabel 4.12 ditampilkan mengenai tegangan pada bus yang berada di Pulau Bangka. Kondisi ini saat kondisi normal. Tegangan paling tinggi berada pada bus di GI Kelapa dengan nilai tegangan sebesar 1,029 p.u.

Tabel 4.12. Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Bangka

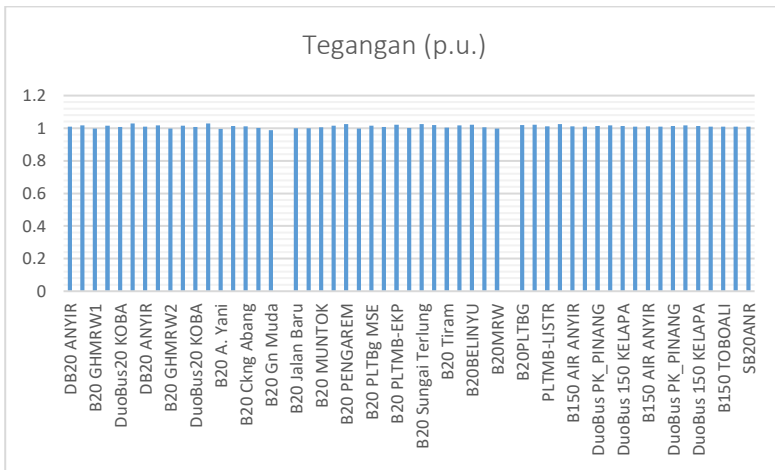
Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
DB20 ANYIR	20,19807	1,009904
DuoBus20 LIAT	20,3385	1,016925
B20 GHMRW1	19,95468	0,997734
DuoBus20 PKPNG	20,29285	1,014642
DuoBus20 KOBA	20,15393	1,007697
DouBus20 KELAPA	20,59598	1,029799

Tabel 4.12. Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Bangka
(Lanjutan)

Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
DB20 ANYIR	20,19807	1,009904
DuoBus20 LIAT	20,3385	1,016925
B20 GHMRW2	19,9546	0,9977302
DuoBus20 PKPNG	20,29285	1,014642
DuoBus20 KOBA	20,15393	1,007697
DuoBus20 KELAPA	20,59598	1,029799
B20 A. Yani	19,90172	0,9950858
B20 Bikang	20,25399	1,0127
B20 Ckng Abang	20,22208	1,011104
B20 Dalil	20,04865	1,002433
B20 Gn Muda	19,74096	0,9870479
B20 Jalan Baru	19,97604	0,998802
B20 Lb Kelik	20,01081	1,000541
B20 MUNTOK	20,09316	1,004658
B20 Nibung	20,28704	1,014352
B20 PENGAREM	20,50667	1,025334
B20 PLTBM-L	19,96144	0,998072
B20 PLTBg MSE	20,28882	1,014441
B20 PLTD KOBA	20,14013	1,007007
B20 PLTMB-EKP	20,41025	1,020513
B20 Parai	20,02452	1,001226
B20 Sungai Terlung	20,51192	1,025596
B20 TOBOALI	20,38501	1,019251
B20 Tiram	20,08634	1,004317
B20 Tuing	20,33722	1,016861
B20BELINYU	20,408	1,0204
B20KBT	20,09317	1,004658
B20MRW	19,96171	0,9980855
B20PLTBG	20,38575	1,019288
PLTMB_EKP	20,44034	1,022017
PLTMB-LISTR	20,216	1,0108
B20_PLTBG	20,52052	1,026026
B150 AIR ANYIR	151,6665	1,01111
DuoBus 150 LIAT	151,5297	1,010198
DuoBus PK_PINANG	151,9353	1,012902
DuoBus 150 KOBA	152,4721	1,016481
DuoBus 150 KELAPA	151,8757	1,012505

Tabel 4.12. Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Bangka (Lanjutan)

Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
D5MNTK	151,4466	1,009644
B150 AIR ANYIR	151,6665	1,01111
DuoBus 150 LIAT	151,5297	1,010198
DuoBus PK_PINANG	151,9353	1,012902
DuoBus 150 KOPA	152,4721	1,016481
DuoBus 150 KELAPA	151,8757	1,012505
D5MNTK	151,4466	1,009644
B150 TOBOALI	151,5265	1,010177
B150 TOBOALI	151,5265	1,010177
SB20ANR	20,1981	1,009905

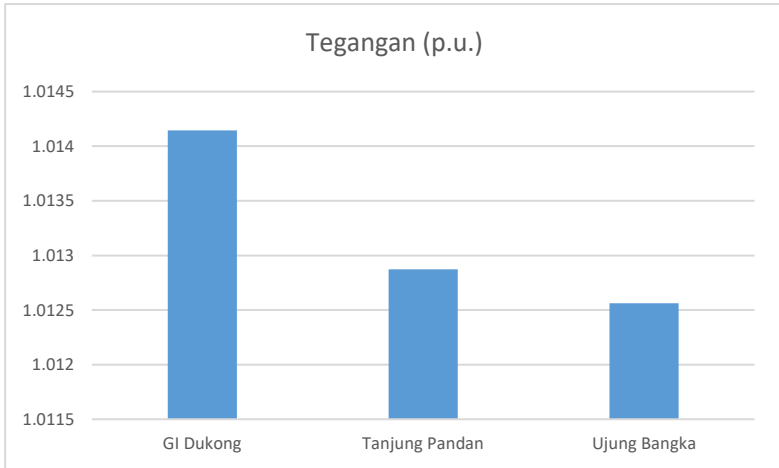


Gambar 4.10. Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Bangka

Pada tabel 4.13 terdapat nilai tegangan bus di Interkoneksi Bangka Belitung pada kondisi normal. Tegangan paling tinggi di GI Dukong yaitu 1,014 p.u.

Tabel 4.13. Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung

Nama Bus	Tegangan (kV)	Tegangan (p.u.)
GI Dukong	152,1215	1,014144
Tanjung Pandan	151,9309	1,012873
Ujung Bangka	151,8845	1,012563



Gambar 4.11. Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Interkoneksi Bangka Belitung

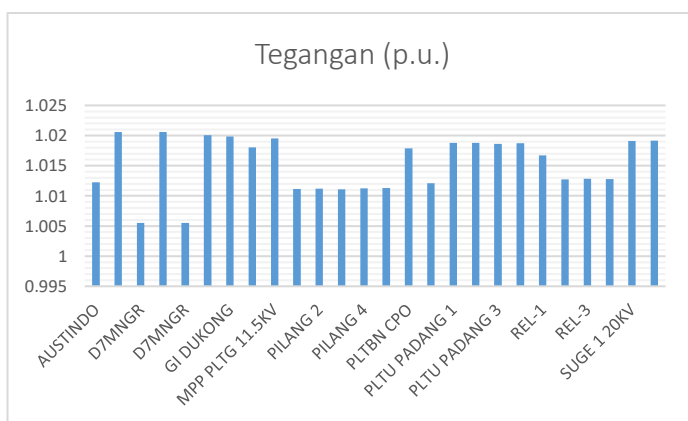
Pada tabel 4.14 di bawah ini dapat dilihat bahwa tegangan bus di Belitung pada simulasi kondisi normal masih dalam standar PLN. Tegangan pada bus di Belitung yaitu 0,4 kV, 20 kV, 11,5 kV, dan 70 kV.

Tabel 4.14. Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Belitung

Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
AUSTINDO	20,24458	1,012229
D7BLTNGUTRA	71,44013	1,020573
D7MNGR	70,38587	1,005512
D7BLTNGUTRA	71,44013	1,020573
D7MNGR	70,38587	1,005512
GI SUGE	71,40569	1,020081

Tabel 4.14. Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Belitung (Lanjutan)

Nama Bus	Tegangan (Kv)	Tegangan (p.u.)
GI DUKONG	71,38994	1,019856
MPP 20KV	20,36067	1,018033
MPP PLTG 11.5KV	11,7245	1,019522
PILANG 1	20,22261	1,011131
PILANG 2	20,22338	1,011169
PILANG 3	20,22221	1,011111
PILANG 4	20,2252	1,01126
PILANG 5	20,22563	1,011282
PLTBN CPO	20,35738	1,017869
PLTU BE	20,24195	1,012098
PLTU PADANG 1	20,37564	1,018782
PLTU PADANG 2	20,3754	1,01877
PLTU PADANG 3	20,37252	1,018626
PLTU PADANG 4	20,3751	1,018755
REL-1	20,33438	1,016719
REL-2	20,25412	1,012706
REL-3	20,25651	1,012825
REL-4	20,25577	1,012789
SUGE 1 20KV	20,38242	1,019121
SUGE 2 20KV	20,38359	1,019179



Gambar 4.12. Grafik Nilai Tegangan Bus pada Kondisi Normal di Belitung

Berdasarkan standar tegangan SPLN sistem transmisi 150 kV dan 70 kV yaitu +5% untuk batas nilai tegangan maksimum dan -10% untuk batas nilai tegangan minimum dalam kondisi normal. Standar maksimum untuk tegangan 150 kV adalah 157.5 kV sedangkan untuk standar minimumnya adalah 135 kV. Untuk tegangan 70 kv, maka standar maksimum untuk tegangan adalah 73.5 kV sedangkan untuk standar minimumnya adalah 66.5 kV. Dapat dilihat pada Tabel 4.11., 4.12., 4.13., dan 4.14. di atas bahwa pada kondisi normal semua bus dalam sistem Interkoneksi Bangka Belitung telah memenuhi persyaratan standard tegangan PLN. Selain dari tegangan, penulis juga memperhatikan dari persebaran kapasitor dan reaktor pada sistem interkoneksi Bangka Belitung. Di bawah ini merupakan tabel 4.15. yang berisikan mengenai kapasitor dan reaktor di sistem kelistrikan Bangka Belitung.

Tabel 4.15. Pemasangan Kapasitor dan Reaktor di Sistem Interkoneksi Bangka Belitung

No	Nama Komponen	Tegangan (Kv)	Area	Lokasi	Daya Reaktif (MVAR)
1	Reaktor_1	152,4503	BaBel	U. Bangka	309,8812
2	Reaktor_2	152,7491	BaBel	T. Pandan	259,2478
3	Reaktor_3	152,7693	BaBel	GI Dukong	15,55896
4	Reaktor_4	20,59655	Bangka	B20_PLTBG	5,302726
5	Kapasitor_1	20,01373	Bangka	B2PLTBML	-1,001
6	Kapasitor_2	20,09765	Bangka	B20 Dalil	-1,514
7	Kapasitor_3	20,46139	Bangka	B20PLTBG	-1,570
8	Kapasitor_4	20,09853	Bangka	B20 Parai	-2,019
9	Kapasitor_5	20,36101	Bangka	B20 Nibung	-5,182
10	Kapasitor_6	20,44983	Belitung	PLTU PDG 1	-5,227
11	Kapasitor_7	20,59982	Bangka	PENGAREM	-5,304
12	Kapasitor_8	20,55334	Bangka	B20BELINYU	-9,504
13	Kapasitor_9	20,34315	Belitung	AUSTINDO	-10,34
14	Kapasitor_10	20,59655	Bangka	B20_PLTBG	-10,60
15	Kapasitor_11	20,03726	Bangka	B20MRW	-20,07
16	Kapasitor_12	152,0301	Bangka	DB 150 LIAT	-25,68
17	Kapasitor_13	152,9953	BaBel	DB 150KOBAB	-36,41
18	Kapasitor_14	152,1698	Bangka	DB 150KLP	-51,45
19	Kapasitor_15	71,69625	Belitung	GI DUKONG	-52,45
20	Kapasitor_16	152,4087	Bangka	DB PK_PG	-77,42

Dari data pada tabel 4.15. di atas dapat dilihat bahwa pada saat adanya saluran interkoneksi, kapasitor dan reaktor lebih banyak terpasang. Hal ini dikarenakan sumber pembangkitan PLN di Pulau Bangka dan Pulau Belitung dimatikan. Sumber pembangkitan berasal dari Sumatra, pembangkit IPP dan pembangkit PLN utama.

4.2. Simulasi Kontingensi

Simulasi kontingensi adalah simulasi pelepasan saluran di sistem Interkoneksi Bangka Belitung. Dengan menggunakan software Power Factory DigSilent 15.1 didapatkan hasil dari simulasi kontingensi N-1.

4.2.1. Simulasi Kontingensi Sebelum Interkoneksi

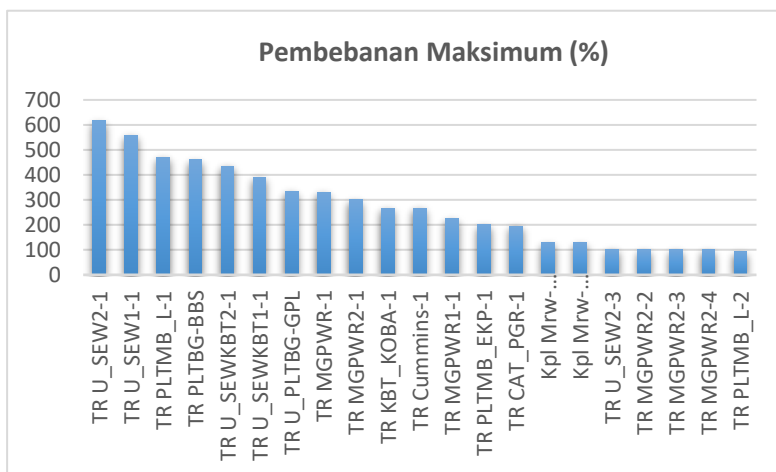
Simulasi yang dilakukan sebelum interkoneksi yaitu dengan melepas atau memutus saluran di masing-masing pulau. Setelah dilakukan simulasi pelepasan saluran sebanyak 108 kasus kontingensi, penulis melihat efek pada tegangan dan pembebanan pada saluran. Di bawah ini merupakan tabel 4.16. yang berisikan mengenai akibat dari kontingensi saluran di Pulau Bangka terhadap pembebanan komponen pada sistem Bangka.

Tabel 4.16. Nilai Pembebanan Maksimum Komponen saat Kontingensi di Pulau Bangka

Nama Komponen	Pembebanan (%)	Nama Kontingensi
TR U_SEW2-1	616,6952	Kpl SEW2
TR U_SEW1-1	559,2507	Kpl SEW1
TR PLTMB_L-1	469,7961	F Dalil
TR PLTBG-BBS	459,7499	Ln Sei Terlung_a(1)
TR U_SEWKBT2-1	434,3284	Kpl B20ANR
TR U_SEWKBT1-1	390,63	Kpl SEW-KBT1
TR U_PLTBG-GPL	333,7647	Ln Parai(1)
TR MGPWR-1	329,7523	MgPwr-MTK
TR MGPWR2-1	300,9089	Kpl MgPwr2-TBL
TR KBT_KOBA-1	267,336	KBT-KOB
TR Cummins-1	266,5886	F Jln Baru
TR MGPWR1-1	225,8564	Kpl MgPwr1-TBL
TR PLTMB_EKP-1	199,808	PLT_Ekp-List(1)

Tabel 4.16. Nilai Pembebanan Maksimum Komponen saat Kontingensi di Pulau Bangka (Lanjutan)

Nama Komponen	Pembebanan (%)	Nama Kontingensi
TR CAT_PGR-1	195,0411	Kpl PGRM-TBL
Kpl Mrw-GHMrw2(3)	128,9486	Kpl Mrw-GHMrw2
Kpl Mrw-GHMrw2	128,9486	Kpl Mrw-GHMrw2(3)
TR U_SEW2-3	102,0371	Kpl SEW2
TR MGPWR2-2	100,4907	Kpl MgPwr2-TBL
TR MGPWR2-3	100,4907	Kpl MgPwr2-TBL
TR MGPWR2-4	100,0354	Kpl MgPwr2-TBL
TR PLTMB_L-2	92,11426	PLT_Ekp-List(1)

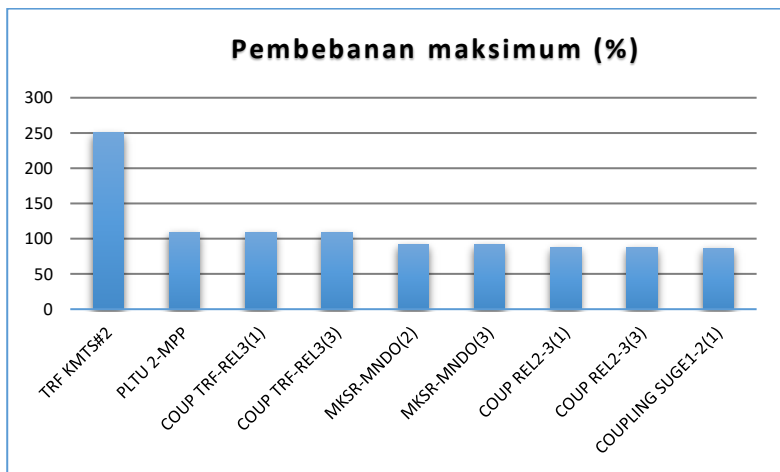


Gambar 4.13. Grafik Nilai Pembebanan Maksimum Komponen saat Kontingensi di Pulau Bangka

Pada tabel 4.16. di atas, pembebanan maksimum berada pada trafo U_SEW2-1 sebesar 616,7 %. Hal ini terjadi akibat dari kontingensi saluran Kpl SEW2. Sementara hasil dari simulasi kontingensi Pulau Belitung didapatkan pada tabel 4.17 nilai pembebanan pada saluran yang terkena dampak dari kontingensi.

Tabel 4.17. Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi

Nama Komponen	Pembebanan (%)	Nama Kontingensi
TRF KMTS#2	250,191	COUP PILANG 1-3
PLTU 2-MPP	109,3913	GI SUGE - MPP PLTG
COUP TRF-REL3(1)	108,204	COUP TRF-REL3(3)
COUP TRF-REL3(3)	108,204	COUP TRF-REL3(1)
MKSR-MNDO(2)	91,2423	MKSR-MNDO(3)
MKSR-MNDO(3)	91,2423	MKSR-MNDO(2)
COUP REL2-3(1)	86,87295	COUP REL2-3(3)
COUP REL2-3(3)	86,87295	COUP REL2-3(1)
COUPLING SUGE1-2(1)	86,59353	GI SUGE - MPP PLTG



Gambar 4.14. Grafik Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi

Dari tabel 4.17. dapat dilihat bahwa nilai pembebanan terbesar terdapat pada komponen trafo KMTS#2 sebesar 250, 2 %. Hal ini terjadi akibat kontingensi saluran COUP Pilang 1-3. Selain melihat dari segi pembebanan komponen, penulis juga melihat efek yang ditimbulkan kepada nilai tegangan bus di Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Pada tabel

4.18.di bawah ini merupakan tabel mengenai nilai tegangan maksimum akibat kontingensi di Pulau Bangka.

Tabel 4.18. Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka

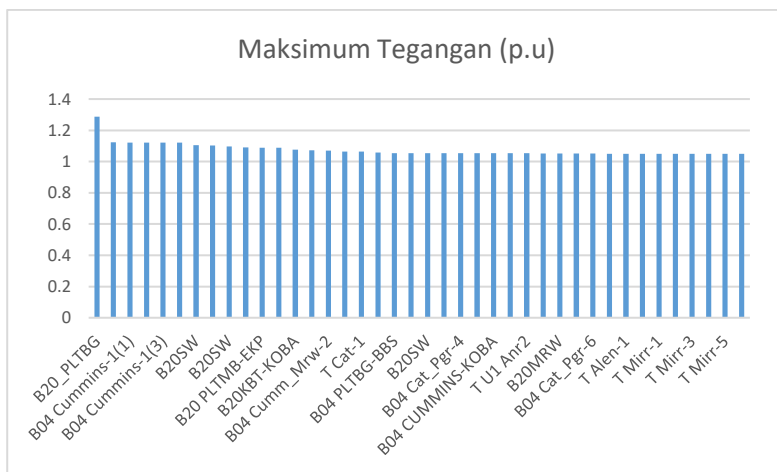
Nama Bus	Tegangan (p.u)	Nama Kontingensi
B20_PLTBG	1,287283	Ln Sei Terlung_a(1)
B04 Cummins-5	1,123491	F Jln Baru_a
B04 Cummins-1(1)	1,122047	F Jln Baru_a
B04 Cummins-1(2)	1,122047	F Jln Baru_a
B04 Cummins-1(3)	1,122047	F Jln Baru_a

Tabel 4.18 Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka (Lanjutan)

Nama Bus	Tegangan (p.u)	Nama Kontingensi
B04 Cummins-1(4)	1,122047	F Jln Baru_a
B20SW	1,104651	Kpl SEW-KBT1
B20BELINYU	1,102441	F Jln Baru_a
B20SW	1,096382	Kpl SEW1
B20KBT	1,09103	MgPwr-MTK
B20 PLTMB-EKP	1,089049	PLT_Ekp-List(1)
B20SW	1,089044	PLT_Ekp-List(1)
B20KBT-KOBA	1,076092	KBT-KOB
T Cat-2	1,07295	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 Cumm_Mrv-2	1,06913	Kpl Mrw-GHMrv1
T Alen-3	1,062821	Kpl Mrw-GHMrv1
T Cat-1	1,062767	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 Cat_Pgr-2	1,057763	Kpl PGRM-TBL_a(1)
B04 PLTBG-BBS	1,054371	Ln Sei Terlung(2)
SB20ANR	1,054286	Kpl B20ANR
B20SW	1,054281	Kpl B20ANR
B04 Cat_Pgr-3	1,054109	Kpl PGRM-TBL_a(1)
B04 Cat_Pgr-4	1,054109	Kpl PGRM-TBL_a(1)
B04 Cat_Pgr-7	1,054109	Kpl PGRM-TBL_a(1)
B04 CUMMINS-KOBA	1,053787	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 Sungai Terlung	1,05355	Ln Sei Terlung(2)
T U1 Anr2	1,053547	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 Cumm_Mrv-1	1,050894	Kpl Mrw-GHMrv1
B20MRW	1,050758	Kpl Mrw-GHMrv1
T6.3 MAK2	1,050655	Kpl Mrw-GHMrv1

Tabel 4.18. Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka (Lanjutan)

Nama Bus	Tegangan (p.u)	Nama Kontingensi
B04_Cat_Pgr-6	1,050453	Kpl PGRM-TBL_a(1)
B2-2	1,05042	Kpl Mrw-GHMrw1
T Alen-1	1,050324	Kpl Mrw-GHMrw1
T Alen-2	1,050324	Kpl Mrw-GHMrw1
T Mirr-1	1,050351	Kpl Mrw-GHMrw1
T Mirr-2	1,050351	Kpl Mrw-GHMrw1
T Mirr-3	1,050351	Kpl Mrw-GHMrw1
T Mirr-4	1,050351	Kpl Mrw-GHMrw1
T Mirr-5	1,050351	Kpl Mrw-GHMrw1
T Mirr-6	1,050351	Kpl Mrw-GHMrw1

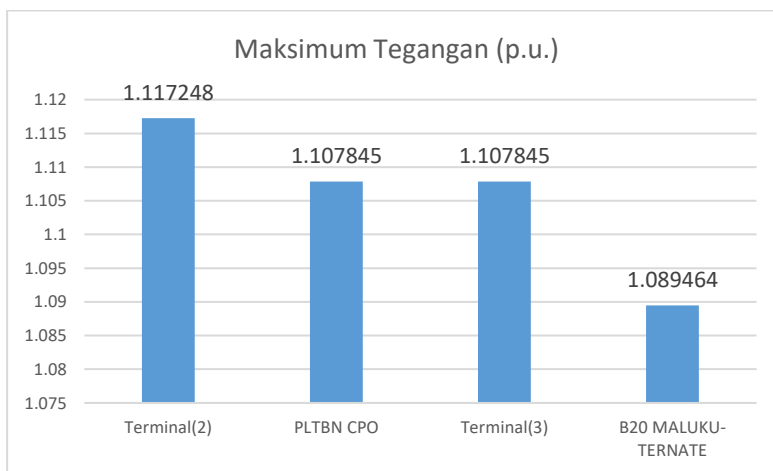


Gambar 4.15. Grafik Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka

Didapatkan dari tabel tersebut, B20_PLTBG memiliki tegangan tertinggi yaitu sebesar 1,287283 p.u. Hal ini terjadi akibat pelepasan saluran Ln Sei Terlung_a(1). Sedangkan untuk nilai tegangan maksimum di Pulau Belitung terdapat pada tabel 4.19. di bawah ini.

Tabel 4.19. Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Belitung

Nama Bus	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
Terminal(2)	1,117248	MALUKU-TERNATE(3)
PLTBN CPO	1,107845	MALUKU-TERNATE(3)
Terminal(3)	1,107845	MALUKU-TERNATE(3)
MALUKU-TERNATE	1,089464	MALUKU-TERNATE(3)



Gambar 4.16. Grafik Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Belitung

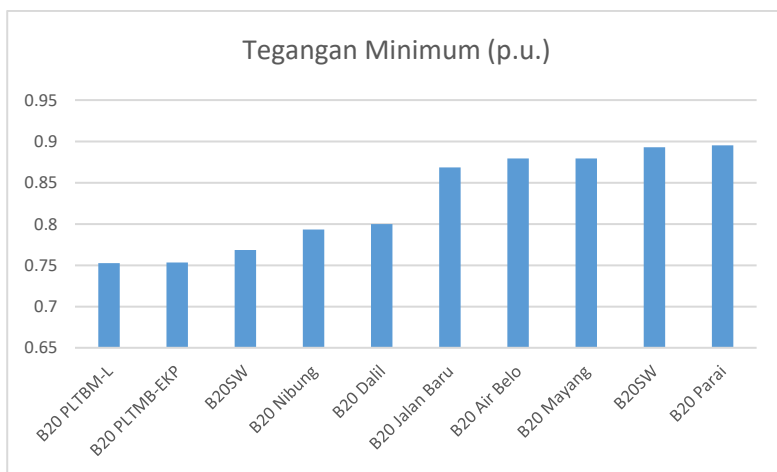
Selain nilai tegangan maksimum, kontingensi juga dapat menyebabkan nilai tegangan minimum. Pada tabel 4.20., berisikan data mengenai tegangan minimum akibat kontingensi di Pulau Bangka.

Tabel 4.20. Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka

Nama Bus	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
B20 PLTBM-L	0,752475	PLT_Ekp-List(1)
B20 PLTMB-EKP	0,7534036	Ekp-PLTMB_EKP
B20SW	0,7684612	PLT_Ekp-List(1)
B20 Nibung	0,7931511	Ln Nibung_b
B20 Dalil	0,7996865	F Dalil

Tabel 4.20. Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka (Lanjutan)

Nama Bus	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
B20 Jalan Baru	0,8685547	F Jln Baru_a
B20 Air Belo	0,879394	F Aribelo(5)
B20 Mayang	0,8793429	F Aribelo(5)
B20SW	0,8930558	F Dalil
B20 Parai	0,8950451	Ln Parai(1)

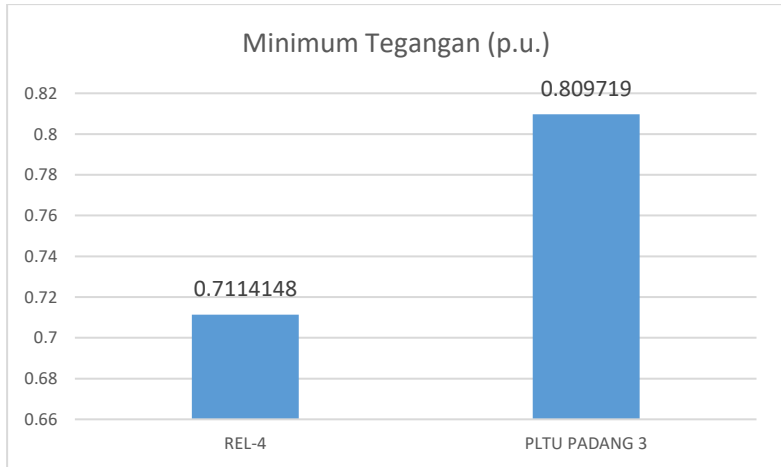


Gambar 4.17. Grafik Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Bangka

Dari tabel 4.20. didapatkan nilai tegangan terendah yaitu pada bus B20 PLTBM-L sebesar 0,752%. Hal ini terjadi akibat kontingensi PLT_Ekp-List(1). Di bawah ini, terdapat tabel 4.21., berisikan data mengenai tegangan minimum akibat kontingensi di Pulau Belitung.

Tabel 4.21. Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Belitung

Nama Bus	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
REL-4	0,7114148	COUP TRF-REL4
PLTU PADANG 3	0,809719	COUP PADANG 1-4(6)



Gambar 4.18. Grafik Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi di Pulau Belitung

4.2.2. Simulasi Kontingensi Setelah Interkoneksi

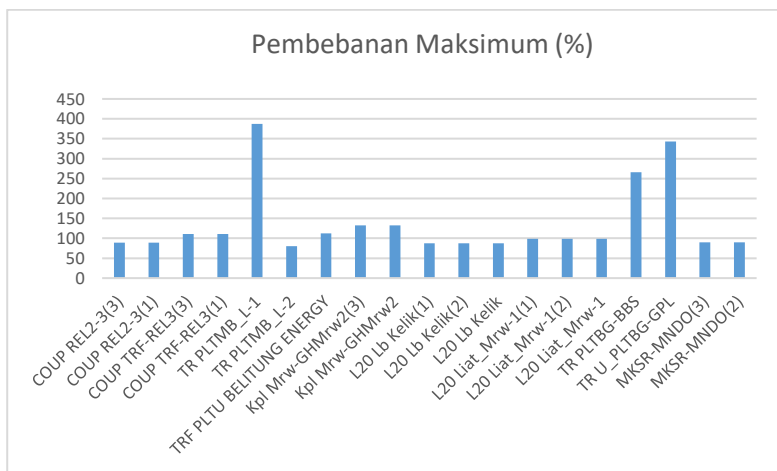
Dari 176 case kontingensi didapatkan hasil berupa nilai pembebanan maksimum pada komponen, nilai tegangan maksimum pada bus dan nilai tegangan minimum pada bus.

Tabel 4.22. Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi

Nama Komponen	Pembebanan (%)	Nama Kontingensi
TR PLTMB_L-1	387,5189	F Dalil
TR U_PLTBG-GPL	343,1877	Ln Parai(1)
TR PLTBG-BBS	265,9955	Ln Cngkong Abang(1)
Kpl Mrw-GHMrw2(3)	132,259	Kpl Mrw-GHMrw2
Kpl Mrw-GHMrw2	132,259	Kpl Mrw-GHMrw2(3)
TR PLTU BELITUNG ENERGY	112,2318	Kpl Mrw-GHMrw1
COUP TRF-REL3(1)	110,4469	COUP TRF-REL3(3)
COUP TRF-REL3(3)	110,4469	COUP TRF-REL3(1)
P.Bangka-P.Belitung(3)	108,2772	P.Bangka-P.Belitung(2)

Tabel 4.22. Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi (Lanjutan)

Nama Komponen	Pembebanan (%)	Nama Kontingensi
L20 Liat_Mrw-1(1)	98,63555	L20 Liat_Mrw-1
L20 Liat_Mrw-1(2)	98,63555	L20 Liat_Mrw-1
L20 Liat_Mrw-1	98,63555	L20 Liat_Mrw-1(1)
MKSR-MNDO(2)	89,98177	MKSR-MNDO(3)
MKSR-MNDO(3)	89,98177	MKSR-MNDO(2)
COUP REL2-3(1)	89,21338	COUP REL2-3(3)
COUP REL2-3(3)	89,21338	COUP REL2-3(1)
L20 Lb Kelik(1)	87,12014	L20 Lb Kelik
L20 Lb Kelik(2)	87,12014	L20 Lb Kelik
L20 Lb Kelik	87,12014	L20 Lb Kelik(1)
TR PLTMB_L-2	80,167	F Dalil



Gambar 4.19. Grafik Nilai Pembebanan Maksimum Komponen Ketika Kontingensi

Pada tabel 4.23 di bawah ini ditampilkan mengenai nilai maksimum tegangan akibat dari kontingensi pada saluran di sistem interkoneksi Bangka Belitung. Pada hasil simulasi tersebut didapatkan bahwa nilai tegangan tertinggi pada bus B20SW PLTMB_List sebesar 1,17771 p.u.

Tabel 4.23. Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi

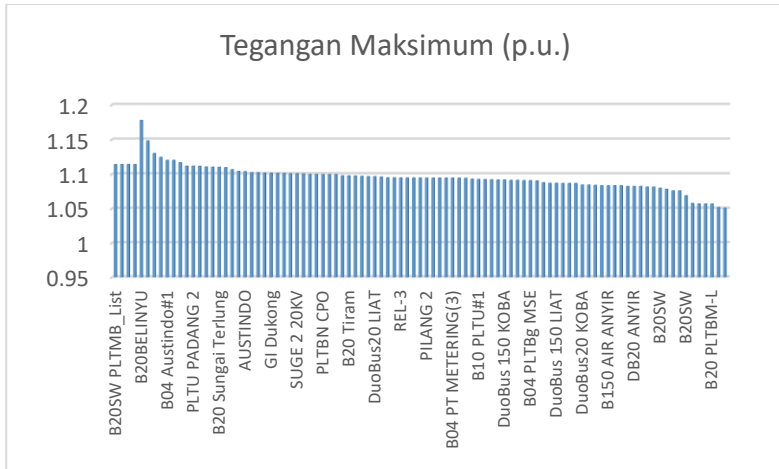
Nama Komponen	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
B20SW PLTMB_List	1,1141	Listr-PLTMB-L
B20 PLTMB-EKP	1,1141	PLT_Ekp-List(1)
B20SW PLTMB_EKP	1,1141	PLT_Ekp-List(1)
B20SW PLTMB_EKP	1,1141	Ekp-PLTMB_EKP
B20BELINYU	1,17771	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 Jalan Baru	1,147974	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 Pltbg-GPL	1,129893	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 PENGAREM	1,124427	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 Austindo#1	1,120115	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 Austindo#2	1,120115	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 Nibung	1,116679	Ln Nibung_b
PLTU PADANG 1	1,111721	COUP PADANG 1-4
PLTU PADANG 2	1,111699	COUP PADANG 1-4
PLTU PADANG 3	1,111548	COUP PADANG 1-4
B20_PLTBG	1,110463	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 PLTBG-BBS	1,110329	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 Sungai Terlung	1,110004	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 Gn Muda	1,109589	Kpl Mrw-GHMrv1
B20PLTBG	1,106701	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 Tuing	1,104267	Kpl Mrw-GHMrv1
AUSTINDO	1,103755	Kpl Mrw-GHMrv1
D7BLTNGUTRA	1,102314	Kpl Mrw-GHMrv1
D7BLTNGUTRA	1,102314	Kpl Mrw-GHMrv1
GI SUGE	1,101743	Kpl Mrw-GHMrv1
GI Dukong	1,101539	Kpl Mrw-GHMrv1
B11 Suge-MPP	1,101188	Kpl Mrw-GHMrv1
MPP PLTG 11,5KV	1,101188	Kpl Mrw-GHMrv1
B20 TOBOALI	1,100751	Kpl Mrw-GHMrv1
SUGE 2 20KV	1,100693	Kpl Mrw-GHMrv1
SUGE 1 20KV	1,100639	Kpl Mrw-GHMrv1
REL-1	1,099687	Kpl Mrw-GHMrv1
MPP 20KV	1,09966	Kpl Mrw-GHMrv1
PLTBN CPO	1,09955	Kpl Mrw-GHMrv1
MALUKU-TERNATE	1,099529	Kpl Mrw-GHMrv1
B04 PT BUS(1)	1,099481	Kpl Mrw-GHMrv1

Tabel 4.23. Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi (Lanjutan)

Nama Komponen	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
B20MRW	1,097838	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 Tiram	1,097703	Kpl Mrw-GHMrw1
GHMRW1	1,097515	Kpl Mrw-GHMrw1
B10 PLTU#2	1,096969	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus20 LIAT	1,09653	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus20 LIAT	1,09653	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 Lb Kelik	1,095999	Kpl Mrw-GHMrw1
GI Dukong	1,094806	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 TRF DKN#2	1,0948	Kpl Mrw-GHMrw1
REL-3	1,094656	Kpl Mrw-GHMrw1
PILANG 5	1,094653	Kpl Mrw-GHMrw1
PILANG 4	1,094633	Kpl Mrw-GHMrw1
REL-4	1,094629	Kpl Mrw-GHMrw1
PILANG 2	1,094549	Kpl Mrw-GHMrw1
REL-2	1,094539	Kpl Mrw-GHMrw1
PILANG 1	1,094513	Kpl Mrw-GHMrw1
PILANG 3	1,094495	Kpl Mrw-GHMrw1
B04 PT METERING(3)	1,094475	Kpl Mrw-GHMrw1
B04 PT METERING(2)	1,094335	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 Bikang	1,094225	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 Ckng Abang	1,092889	Kpl Mrw-GHMrw1
B10 PLTU#1	1,092476	Kpl Mrw-GHMrw1
Tanjung Pandan	1,09225	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 A. Yani	1,092128	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus 150 KOBA	1,091713	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus 150 KOBA	1,091713	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus20 PKPNG	1,091185	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus20 PKPNG	1,091185	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 PLTBg MSE	1,09088	Kpl Mrw-GHMrw1
B04 PLTBg MSE	1,090644	Kpl Mrw-GHMrw1
Ujung Bangka	1,090296	Kpl Mrw-GHMrw1
PLTU PADANG 4	1,087757	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus 150 LIAT	1,086921	Kpl Mrw-GHMrw1
DuoBus 150 LIAT	1,086921	Kpl Mrw-GHMrw1
B20 Parai	1,086791	Kpl Mrw-GHMrw1

Tabel 4.23. Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi (Lanjutan)

Nama Komponen	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
B150 TOBOALI	1,086769	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B150 TOBOALI	1,086769	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus20 Koba	1,084468	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus20 Koba	1,084468	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B20 PLTD Koba	1,083984	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B150 AIR ANYIR	1,083492	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B150 AIR ANYIR	1,083492	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus PK_PINANG	1,083475	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus PK_PINANG	1,083475	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
SB20ANR	1,082456	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DB20 ANYIR	1,082455	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DB20 ANYIR	1,082455	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
D7MNGR	1,081567	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
D7MNGR	1,081567	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B20SW	1,079755	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B20 PLTMB-EKP	1,078327	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus20 KELAPA	1,076071	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus20 KELAPA	1,076071	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B20SW	1,068966	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B20 Dalil	1,057649	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus 150 KELAPA	1,057065	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
DuoBus 150 KELAPA	1,057065	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
B20 PLTBM-L	1,056806	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
T U1 Anr1	1,051951	Kpl Mrw-GHM _{rw1}
GHM _{RW2}	1,050682	COUP PADANG 1-4



Gambar 4.20. Grafik Nilai Tegangan Maksimum pada Bus Ketika Kontingensi

Pada tabel 4.24 di bawah ini terdapat nilai minimum tegangan ketika kontingensi terjadi sebesar 0,272 p.u. Kontingensi yang terjadi adalah lepasnya saluran interkoneksi Pulau Bangka dengan Pulau Belitung.

Tabel 4.24. Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi

Nama Komponen	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
PLTU BE	0,4811111	P.Bangka-P.Belitung(2)
PLTU PADANG 4	0,6185077	P.Bangka-P.Belitung(2)
PLTU PADANG 1	0,6188148	P.Bangka-P.Belitung(2)
PLTU PADANG 3	0,6188499	P.Bangka-P.Belitung(2)
PLTU PADANG 2	0,6188945	P.Bangka-P.Belitung(2)
D7MNGR	0,6460019	P.Bangka-P.Belitung(2)
D7MNGR	0,6460019	P.Bangka-P.Belitung(2)
MPP 20KV	0,6687048	P.Bangka-P.Belitung(2)
PLTBN CPO	0,6689472	P.Bangka-P.Belitung(2)
SUGE 1 20KV	0,6693047	P.Bangka-P.Belitung(2)
SUGE 2 20KV	0,6693443	P.Bangka-P.Belitung(2)
REL-2	0,6788026	P.Bangka-P.Belitung(2)

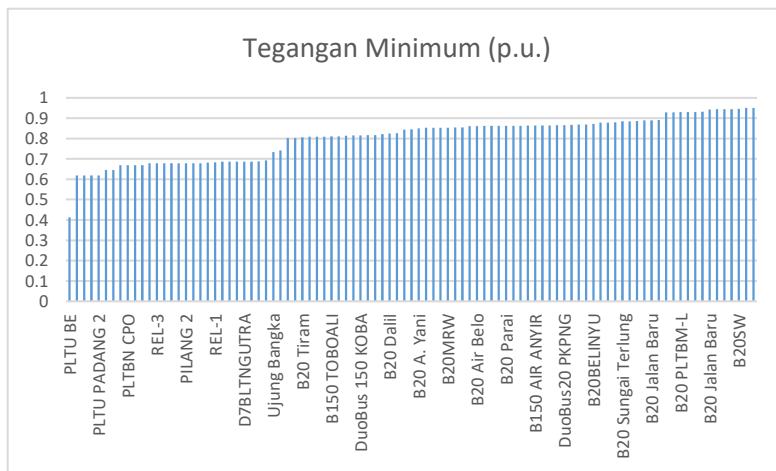
Tabel 4.24. Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi (Lanjutan)

Nama Komponen	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
REL-3	0,6789214	P.Bangka-P.Belitung(2)
REL-4	0,6789256	P.Bangka-P.Belitung(2)
PILANG 3	0,6790164	P.Bangka-P.Belitung(2)
PILANG 1	0,6790297	P.Bangka-P.Belitung(2)
PILANG 2	0,6790554	P.Bangka-P.Belitung(2)
PILANG 4	0,6791202	P.Bangka-P.Belitung(2)
PILANG 5	0,6791367	P.Bangka-P.Belitung(2)
MPP PLTG 11.5KV	0,6814095	P.Bangka-P.Belitung(2)
REL-1	0,6829015	P.Bangka-P.Belitung(2)
GI SUGE	0,685786	P.Bangka-P.Belitung(2)
GI DUKONG	0,6858963	P.Bangka-P.Belitung(2)
D7BLTNGUTRA	0,6863786	P.Bangka-P.Belitung(2)
D7BLTNGUTRA	0,6863786	P.Bangka-P.Belitung(2)
AUSTINDO	0,6865747	P.Bangka-P.Belitung(2)
GI Dukong	0,6876338	P.Bangka-P.Belitung(2)
Tanjung Pandan	0,6923149	P.Bangka-P.Belitung(2)
Ujung Bangka	0,7328677	P.Bangka-P.Belitung(2)
REL-4	0,7406915	COUP PADANG 1-4(6)
REL-2	0,8032029	COUP PADANG 1-4(6)
REL-3	0,8032377	COUP PADANG 1-4(6)
B20 Tiram	0,8054811	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 PLTD Koba	0,8083229	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus20 Koba	0,8088575	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus20 Koba	0,8088575	P.Bangka-P.Belitung(2)
B150 TOBOALI	0,809979	P.Bangka-P.Belitung(2)
B150 TOBOALI	0,809979	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Nibung	0,8145683	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus 150 Koba	0,815021	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus 150 Koba	0,815021	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Bikang	0,8161843	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 TOBOALI	0,8173252	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 PENGAREM	0,8223742	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Dalil	0,8249167	F Dalil
B20 PLTBg MSE	0,8261647	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Gn Muda	0,8437429	P.Bangka-P.Belitung(2)
PLTU PADANG 3	0,8446326	COUP PADANG 1-4(6)

Tabel 4.24. Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi (Lanjutan)

Nama Komponen	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
B20 A. Yani	0,850185	P.Bangka-P.Belitung(2)
GHRW2	0,8524507	P.Bangka-P.Belitung(2)
GHRW1	0,8524539	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 PLTBM-L	0,8526007	F Dalil
B20MRW	0,8527536	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Jalan Baru	0,8540756	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Lb Kelik	0,8548326	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Mayang	0,8610356	F Aribelo(5)
B20 Air Belo	0,8610856	F Aribelo(5)
DB20 ANYIR	0,8623479	P.Bangka-P.Belitung(2)
DB20 ANYIR	0,8623479	P.Bangka-P.Belitung(2)
SB20ANR	0,862349	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Parai	0,8624143	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus 150 LIAT	0,8628399	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus 150 LIAT	0,8628399	P.Bangka-P.Belitung(2)
B150 AIR ANYIR	0,8633754	P.Bangka-P.Belitung(2)
B150 AIR ANYIR	0,8633754	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus PK_PINANG	0,8635804	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus PK_PINANG	0,8635804	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus20 PKPNG	0,8658354	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus20 PKPNG	0,8658354	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Ckng Abang	0,8678933	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus20 LIAT	0,8687524	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus20 LIAT	0,8687524	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20BELINYU	0,8726005	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 PLTMB-EKP	0,8775893	F Dalil
B20 Parai	0,8777987	Ln Parai(1)
B20SW	0,8793205	F Dalil
B20 Sungai Terlung	0,8840781	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20_PLTBG	0,8845096	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Tuing	0,8864667	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20PLTBG	0,8892731	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20 Jalan Baru	0,8895315	F Jln Baru_a
B20SW	0,8909317	F Dalil
DuoBus 150 KELAPA	0,9290448	P.Bangka-P.Belitung(2)
DuoBus 150 KELAPA	0,9290448	P.Bangka-P.Belitung(2)

Nama Komponen	Tegangan (p.u.)	Nama Kontingensi
B20 PLTBM-L	0,9304272	PLT_Ekp-List(1)
B20 PLTBM-L	0,9308551	Ekp-PLTMB_EKP
B20 PLTMB-EKP	0,9309465	Ekp-PLTMB_EKP
B20 Gn Muda	0,9311035	F Gn Muda
B20 Jalan Baru	0,9425285	F Gn Muda
B20 Dalil	0,9446665	P.Bangka-P.Belitung(2)
B20SW	0,9448486	PLT_Ekp-List(1)
B20 PLTBM-L	0,9450227	Listr-PLTMB-L
B20SW	0,9452656	Ekp-PLTMB_EKP
DouBus20 KELAPA	0,9499422	P.Bangka-P.Belitung(2)
DouBus20 KELAPA	0,9499422	P.Bangka-P.Belitung(2)



Gambar 4.21. Grafik Nilai Tegangan Minimum pada Bus Ketika Kontingensi

Dari tabel 4.23. dan 4.24. di atas, kontingensi dapat menyebabkan bus mengalami kenaikan tegangan melebihi 1.05 p.u. Beberapa bus juga mengalami penurunan tegangan di bawah 0.9 p.u. Dampak yang dirasakan oleh beberapa komponen seperti saluran dan trafo yaitu komponen tersebut mengalami pembebanan di atas 80 %. Nilai

pembebanan di atas 80 % terjadi karena ketika terjadi pelepasan saluran, sehingga saluran yang mempunyai peranan yang sama dengan saluran yang terlepas menanggung beban saluran yang terlepas. Sehingga menyebabkan saluran yang menanggung beban yang terlepas bekerja lebih besar dari sebelum terjadi kontingensi.

Sebagai contoh saluran Merawai ke Gardu Hubung Merawai. Saluran ini bernama Kpl Mrw-GHMrw2 yang terpasang dua saluran secara paralel. Pada awalnya tiap saluran memiliki pembebanan sebesar 66,1 %. Ketika kontingensi Kpl Mrw-GHMrw2 terjadi, nilai pembebanan Kpl Mrw-GHMrw2(3) menjadi 132,3%. Untuk kejadian nilai tegangan yang tidak sesuai standar juga merupakan akibat dari tidak berfungsinya saluran. Karena saluran tidak aktif, maka suplai atau penyerapan VAR dari sistem akan berkurang. Bus yang kekurangan VAR akan mengalami penurunan tegangan, sedangkan bus yang mengalami kelebihan VAR akan mengalami kenaikan tegangan.

4.3. Simulasi Solusi

Setelah mengetahui permasalahan yang ada, tahap selanjutnya adalah mencari solusi. Solusi ini harus dilakukan mengingat akibat dari kontingensi yang dapat ditimbulkan pada sistem. Seperti pengaruh perubahan tegangan yang signifikan dapat membuat rusaknya peralatan. Kemudian berkurangnya suplai daya ke beban dapat mengurangi jumlah beban yang tersuplai. Solusi yang akan digunakan untuk mengatasi masalah yang diakibatkan oleh kontingensi yaitu penambahan saluran atau perubahan kapasitas reaktor.

4.3.1. Penambahan Saluran

Kasus kontingensi pertama adalah kasus kontingensi yang memiliki dampak terbesar kepada komponen sistem. Kasus kontingensi tersebut adalah kontingensi saluran Feeder Dalil. Saluran ini hanya satu saluran. Pembebanan saluran ketika normal sebesar 27,7 %. Sedangkan dampaknya dapat membuat pembebanan trafo PLTMB_L-1 menjadi

387,5 %. Hal ini dikarenakan beban generator PLTMB terputus. Sehingga pembangkitan generator PLTMB_L-1 sangat tinggi. Hal ini mengakibatkan pembebanan trafo PLTMB_L-1 meningkat.

Tabel 4.25. Kasus Kontingensi Pertama

Penambahan Saluran	Nama Komponen	Pembebanan (%)	
		Sebelum Kontingensi	Setelah Kontingensi
Sebelum	F Dalil	27,7	-
	TR PLTMB_L-1	71,1	387,5189
Setelah	F Dalil	13,7	-
	TR PLTMB_L-1	69,8	71,1
	F Dalil(1)	13,7	27,7

Dari tabel di atas, penambahan saluran menyebabkan nilai pembebanan pada saluran F Dalil menurun menjadi 13,7%. Sehingga ketika kontingensi terjadi pada F Dalil, maka saluran F Dalil(1) masih mampu menghantarkan daya dari pembangkit PLTMB_L-1 menuju ke beban.

Kasus kontingensi kedua adalah kasus kontingensi yang kedua adalah kontingensi pada saluran Kpl Mrw-GHMrw2. Saluran ini terpasang dua saluran secara paralel yang menghubungkan bus PLTD Merawang dengan Gardu Hubung Merawang. Pada Gardu Hubung Merawang terdapat tiga feeder beban dengan total beban 16,16 MW. Pada kondisi normal, saluran Kpl Mrw-GHMrw2(3) beroperasi sebesar 66,1 %. Ketika terjadi kontingensi pada saluran Kpl Mrw-GHMrw2, maka saluran Kpl Mrw-GHMrw2(3) akan mengalami kenaikan pembebanan hingga 132,259 %. Hal ini terjadi karena suplai daya dari PLTD Merawang menuju Gardu Hubung hanya ditanggung oleh satu saluran saja. Sehingga saluran Kpl Mrw-GHMrw2(3) harus bekerja dua kali lipat.

Tabel 4.26. Kasus Kontigensi Kedua

Penambahan Saluran	Nama Komponen	Pembebanan (%)	
		Sebelum Kontingensi	Setelah Kontingensi
Sebelum	Kpl Mrw-GHMrw2	66,1	-
	Kpl Mrw-GHMrw2(3)	66,1	132,259
Setelah	Kpl Mrw-GHMrw2	44	-
	Kpl Mrw-GHMrw2(3)	44	66,1
	Kpl Mrw-GHMrw2(4)	44	66,1

Setelah adanya penambahan saluran seperti tabel 4.13 di atas, nilai pembebanan saluran Kpl Mrw-GHMrw2(3) ketika terjadi kontingensi menjadi 66,1 %. Karena 66,1 % sisanya telah ditanggung oleh saluran Kpl Mrw-GHMrw2(4). Sehingga suplai daya menuju Gardu Hubung Merawang tetap terjaga.

Kasus kontingensi yang ketiga adalah dampak kontingensi yang menyebabkan nilai tegangan pada bus menjadi di atas standar. Kasus kontingensi tersebut yaitu kontingensi saluran Kpl Mrw-GHMrw1. Saluran ini menghubungkan B20MRW dengan bus GHMRW. Bus GHMRW terdapat tiga feeder beban dengan total 8 MW. Ketika saluran Kpl Mrw-GHMrw1 kontingensi, maka beban 8 MW terlepas dari sistem. Sehingga terjadi kekurangan daya aktif pada sistem. Karena terjadi kelebihan daya aktif pada bus sehingga dapat menaikkan tegangan bus B20BELINYU menjadi 1,177 p.u. seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.27. Kasus Kontigensi Ketiga

Penambahan Saluran	Nama Komponen	Kondisi	
		Sebelum Kontingensi	Setelah Kontingensi
Sebelum	Kpl Mrw-GHMrw1	18,30%	-
	B20BELINYU	1,01 p.u.	1,177 p.u.
Setelah	Kpl Mrw-GHMrw1	10,30%	-
	B20BELINYU	1,03 p.u.	1,01 p.u.
	KpMrw-GHMrw1 (1)	10,30%	18,30%

Untuk menanggulangi hal tersebut, dibutuhkan saluran cadangan atau saluran kedua yang dapat mengantisipasi apabila terjadi kontingensi pada saluran Kpl Mrw-GHMrw1 . Saluran yang dipasang yaitu saluran

Kpl Mrw-GHMrw1 (1). Sehingga apabila terjadi kontingensi, beban di GHMRW tetap dapat tersuplai.

Kasus kontingensi yang keempat yaitu kasus kontingensi yang menyebabkan nilai tegangan pada bus menjadi sangat rendah. Kasus kontingensi tersebut adalah kontingensi saluran P.Bangka-P.Belitung(2). Saluran P.Bangka-P.Belitung(2) adalah saluran transmisi 150 Kv yang menghubungkan bus Ujung Pulau Bangka dengan bus di Ujung Pulau Belitung. Saluran ini merupakan saluran terpenting yang menyalurkan suplai daya aktif dan reaktif dari pembangkit di Bangka dan Sumatra. Ketika saluran ini putus atau lepas, maka suplai daya aktif dan reaktif dari Bangka dan Belitung menjadi terbatas. Sehingga saluran P.Bangka-P.Belitung(3) terbebani sebesar 108,3 %. Selain pembebanan yang tinggi, sejumlah bus juga terkena dampaknya. Bus yang paling parah menerima dampaknya adalah bus PLTU BE. Bus ini sebelum kontingensi memiliki nilai tegangan 1,01 p.u. Setelah kontingensi terjadi bus ini memiliki tegangan sebesar 0,27 p.u. Simulasi kontingensi dilakukan selama 300 detik.

Tabel 4.28. Kasus Kontingensi Keempat

Penambahan Saluran	Nama Komponen	Kondisi	
		Sebelum Kontingensi	Setelah Kontingensi
Sebelum	P.Bangka-P.Belitung(2)	68,10%	-
	P.Bangka-P.Belitung(3)	68,10%	106,90%
	PLTU BE	1,01 p.u.	0,272 p.u.
Setelah	P.Bangka-P.Belitung(2)	67,00%	-
	PLTU BE	1,03 p.u.	1,01 p.u.
	P.Bangka-P.Belitung(1)	67,00%	68,10%
	P.Bangka-P.Belitung(3)	67,00%	68,10%

Kasus kontingensi ini harus segera di selesaikan. Tahapan pertama yaitu memasang saluran transmisi ketiga. Saluran ini sebagai cadangan apabila terjadi kasus kontingensi pada saluran Interkoneksi Bangka Belitung. Setelah pemasangan saluran ketiga, nilai pembebanan pada kondisi normal yaitu 68,1 %.

4.3.2. Perubahan Reaktor

Dalam mengantisipasi kasus kontingensi, terdapat kasus yang tidak hanya dapat diselesaikan dengan menggunakan penambahan saluran. Cara yang harus dilakukan yaitu merubah nilai reaktor. Solusi ini harus diterapkan pada kasus kontingensi saluran Interkoneksi Bangka Belitung.

Tabel 4.29. Kasus Kontingensi Keempat

Penambahan Saluran	Nama Komponen	Kondisi	
		Sebelum Kontingensi	Setelah Kontingensi
Sebelum	Reaktor Bus Ujung Bangka	200 MVAR	200 MVAR
	Reaktor Tanjung Pandan	175 MVAR	175 MVAR
	PLTU BE	1,01 p.u.	0,481 p.u.
Setelah	Reaktor Bus Ujung Bangka	300 MVAR	200 MVAR
	Reaktor Tanjung Pandan	250 MVAR	175 MVAR
	PLTU BE	1,01 p.u.	1,01 p.u.

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa ketika ada penambahan saluran P.Bangka-P.Belitung(3) maka nilai reaktor juga berubah. Hal ini dikarenakan apabila suplai daya aktif dan reaktif bertambah, akan menyebabkan nilai tegangan pada bus di Bangka maupun di Belitung menjadi di atas 1,05 p.u. Nilai tegangan di bus yang tinggi diakibatkan adanya efek *line charging* pada saluran.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis penulis pada tugas akhir ini, didapatkan beberapa point kesimpulan yaitu :

1. Pada kasus kontingensi pertama dan kedua, kasus kontingensi menyebabkan pembebanan maksimum di atas 80 % pada komponen seperti putusnya atau lepasnya saluran F. Dalil menyebabkan trafo PLTMB_L-1 mengalami pembebanan sebesar 387,5189 %. Kasus ini lebih kecil dari pada nilai tegangan maksimum sebelum kontingensi, yaitu sebesar 616,7 %. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan saluran kedua yaitu F. Dalil(1) sehingga ketika terjadi kontingensi pembebanan trafo PLTMB_L-1 sebesar 71,1 %.
2. Kontingensi juga mempengaruhi tegangan pada bus. Tegangan pada bus dapat bernilai sangat tinggi hingga 1,177 p.u. atau bernilai sangat rendah mencapai 0,481 p.u. Kontingensi ini juga dapat di atas dengan penambahan saluran pada sistem sebagai cadangan saluran apabila kontingensi terjadi.
3. Khusus pada kontingensi saluran Interkoneksi Bangka Belitung, perubahan kapasitas reaktor juga dilakukan selain melakukan penambahan saluran. Ketika saluran dipasang dua saluran secara paralel, kapasitas reaktor yang terpasang pada bus ujung Bangka sebesar 200 MVAR dan kapasitas reaktor Tanjung Pandan sebesar 175 MVAR. Sedangkan ketika saluran dipasang tiga saluran secara paralel, maka kapasitas reaktor yang terpasang pada bus ujung Bangka sebesar 300 MVAR dan kapasitas reaktor Tanjung Pandan sebesar 250 MVAR. Karena aliran daya pada saluran interkoneksi Bangka Belitung sangat berubah ketika saluran di pasang dua saluran secara paralel atau tiga saluran secara paralel.

5.2 Saran

Untuk penelitian mengenai analisis kontingensi dapat dilanjutkan dengan membuat skema *defense scheme* pada sistem interkoneksi Bangka Belitung. Kemudian juga dapat melakukan penelitian mengenai analisis kontingensi untuk beban yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PLN. 2018. Studi Sistem Interkoneksi Jaringan Tegangan Tinggi dari Pulau Bangka ke Pulau Belitung. PLN Region Bangka Belitung.
- [2] H. Saadat, *Power system analysis*. Boston: WCB/McGraw-Hill, 1999.
- [3] Afrianita Reri , Laksono Dibyo Heru. 2007. “Studi Aliran Daya dengan Metoda Newton Raphson (Aplikasi PT. PLN Sumbar-Riau 150 kV) “. Universitas Andalas Padang, Kampus Limau Manis.
- [4] H. Saadat, *Power System Analysis Third Edition*, 3rd edition. United States: PSA Publishing LLC, 2011
- [5] S. M. Lutful Kabir, A. Hasib Chowdhury, Mosaddequr Rahman dan Jahangir Alam, " Inclusion of slack bus in Newton Raphson load flow study", *IEEE*, 8th International Conference on Electrical and Computer Engineering, Dhaka, Bangladesh, 282-284.
- [6] Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. 2004. Aturan Jaringan Jawa-Madura-Bali. Jakarta.
- [7] Dimas F.U.P, 2009, “Analisis Kontingensi Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan dan Barat”, Tugas Akhir, ITS. Surabaya.
- [8] Ming Chen, "Dynamic Contingency Re-Definition in Power System Security Analysis", *IEEE*, 4th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT), China, 63-66.
- [9] Niwat Kengkla dan Naebboon Hoonchareon, " Risk-Based N-2 Contingency Ranking in Transmission System Using Operational Condition", *IEEE*, 2018 International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST), Phuket, Thailand, 1 - 4.
- [10] Jinquan Zhao dan Hsiao-dong Chiang, " A Enhanced Contingency Selection Method with respect to Multiple Contingencies for On-line Voltage Stability Assessment", *IEEE*, 2006 International Conference on Power System Technology, China, 1-6.
- [11] Lesnanto Multa Putranto, Julian Widya Perdana dan M. Isaeni, " Contingency analysis on 500kV Jawa-Bali Transmission Line System based on Power Load Performance Index", *IEEE*, 2009 44th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Yogyakarta, 332 - 336.
- [12] Hartoyo, 2008, “Perbaikan Keandalan (n-1) Sistem Tenaga Listrik PLN Jawa Tengah dan DIY”, Paper, Fakultas Teknik Universitas

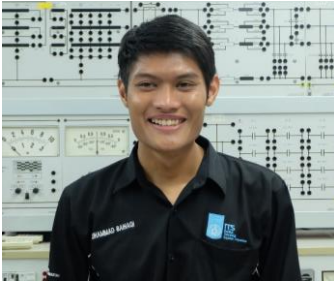
Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.

- [13] Hadi Saadat, "Power System Analysis", Mc GrawHill, 2004.
- [14] Grainger, JJ, Stevenson, W.D.1994. Elements of Power Systems Analysis, 4th. Ed. McGraw-Hill Book Company, New ork.55-61
- [15] Rachman Arif, 2008," ANALISIS KONTINGENSI PADA SISTEM JAWA-BALI 500KV UNTUK MENDESAIN KEAMANAN OPERASI", Tugas Akhir, Teknik Elektro, ITS, Surabaya.
- [16] Ahmad Hermawan, "Analisis Kontingensi pada Sistem Tenaga Listrik dengan Metode Aliran Daya," hlm. 1–6.
- [17] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2018. Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO) Tahun 2018 s.d. 2027. Jakarta.

LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BIOGRAFI



Nama saya Muhammad Baihaqi. Biasa dipanggil Baihaqi, Bai. Saya lahir tanggal 10 Januari 1997 di kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Saat ini saya bersekolah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Saya mengambil jurusan teknik elektro, bidang studi sistem tenaga.

Halaman ini sengaja dikosongkan.