ANALISA REKONFIGURASI JARINGAN SISTEM 20 KV BANGKA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PELAYANAN PELANGGAN

Hanung Yoba Abriyanto[a], Fardhan Arkan, Rudy Kurniawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung
Gedung Dharma Penelitian Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Balunijuk

[a)] *email korespondensi: hanung.pln@gmail.com*

ABSTRAK

Saat ini keandalan sistem distribusi tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting terhadap penyaluran listrik ke konsumen, terutama pada kontinyuitas pelayanan tegangan dan daya. Pada Tugas akhir ini bertujuan untuk memberi alternatif solusi meningkatkan kualitas pelayanan terhadap pelanggan pada sistem ketenagalistrikan. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan simulasi rekonfigurasi jaringan distribusi. Simulasi menggunakan *ETAP* 12.0.6 dan rekonfigurasi jaringan menggunakan tipe jaringan tertutup (*loop*). Hasil dari simulasi rekonfigurasi tersebut untuk memastikan bahwa nilai tegangan dan daya hasil rekonfigurasi lebih baik dari pada sebelum rekonfigurasi. Penyulang distribusi yang dijadikan objek penelitian adalah penyulang Cengkong Abang dan Belinyu, dimana penyulang Cengkong Abang akan direkonfigurasi dengan penyulang Dalil dan penyulang Belinyu akan direkonfigurasi dengan penyulang Parai. Berdasarkan hasil simulasi memperlihatkan bahwa nilai tegangan dan aliran daya terdapat kenaikan. Rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dan Dalil menunjukkan kenaikan tegangan dari 18,506 kV menjadi 19,894 kV dengan aliran daya 37 kW/22 kvar menjadi 42 kW/24 kvar dan untuk penyulang Belinyu dan Parai kenaikan tegangan dari 11,954 kV menjadi 12,372 kV dengan aliran daya 114 kW/64 kvar menjadi 119 kW/67 kvar. Jika melihat dari hasil simulasi rekonfigurasi tersebut memperlihatkan bahwa sistem rekonfigurasi jaringan radial menjadi tertutup dapat meningkatkan kualitas tegangan dan aliran daya sehingga kualitas pelayanan pelanggan meningkat.

Kata kunci: jaringan distribusi, keandalan, rekonfigurasi, simulasi *ETAP* 12.0.6

PENDAHULUAN

Distribusi sistem tenaga listrik memiliki peranan penting dalam penyaluran daya ke beban atau konsumen, terutama kualitas energi listrik yang diterima konsumen sangat dipengaruhi keandalan sistem pendistribusiannya. Keandalan menggambarkan suatu ukuran tingkat ketersediaan/pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem ke pemakai/pelanggan.

Kondisi saat ini, jaringan distribusi di sistem kelistrikan Bangka sebagian besar merupakan jaringan radial yang memiliki panjang jaringan yang cukup panjang sehingga kualitas tegangan ujung menjadi cukup rendah. Panjang jaringan radial terpanjang yang ada di wilayah operasi PLN Bangka adalah 258,695 km dengan *drop* tegangan sampai dengan 11 kV. Hal tersebut mengakibatkan kualitas pelayanan PLN ke pelanggan menjadi menurun. Selain itu, aliran daya di sistem jaringan radial yang memiliki panjang jaringan yang cukup panjang cenderung akan menurun disisi jaringan ujung. Aliran daya yang menurun disebabkan oleh beban jaringan yang cukup besar dalam satu penyulang. Hal tersebut perlu dilakukan pembagian beban dengan penyulang lain atau ditambahkan jaringan baru untuk membagi aliran daya menuju ujung jaringan.

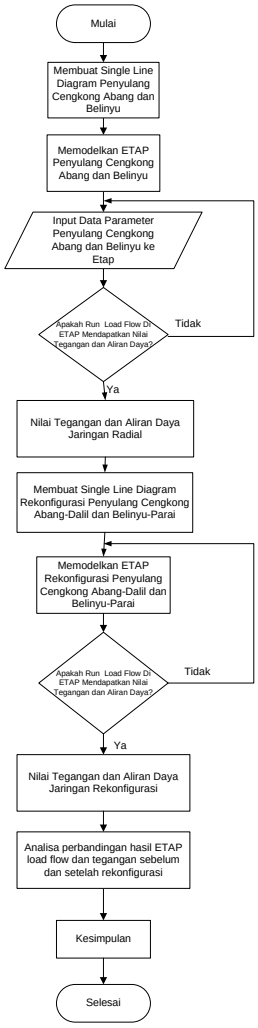
Rekonfigurasi jaringan merupakan salah satu alternatif untuk memperbaiki kinerja dari sistem ketenagalistrikan. Pola rekonfigurasi yang direncanakan adalah dengan tipe jaringan tertutup.

Jaringan tertutup adalah sistem yang menggunakan dua arah saluran sehingga kontinuitas pelayanan dapat terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik, karena *drop* tegangan dan rugi daya pada saluran menjadi lebih kecil.

Sasaran dari pencapaian hasil rekonfigurasi jaringan adalah untuk meningkatkan kualitas pelayanan pelanggan terhadap nilai tegangan dan rugi daya. Rekonfigurasi jaringan dengan tipe jaringan tertutup merupakan salah satu alternatif terbaik yang dapat dijadikan metode untuk meningkatkan pelayanan pelanggan dari sisi kualitas tegangan dan rugi daya.

METODE PENELITIAN

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menyusun kegiatan-kegiatan yang dilakukan kedalam *flowchart* yang nantinya digunakan sebagai pedoman dalam menentukan tindakan, dengan tujuan agar tindakan yang dilakukan lebih terarah dan terkontrol sehingga tidak terjadi penyimpangan dari target-target yang diharapkan. *Flowchart* kegiatan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

Berikut berapa tahapan langkah penelitian dijelaskan sebagai berikut :

1. Membuat *Single Line Diagram* penyulang Cengkong Abang dan penyulang Belinyu. Penyulang Cengkong Abang merupakan penyulang yang bersumber dari Gardu Induk Pangkalpinang mensupplay sampai dengan daerah Simpang Ibul yang memiliki panjang jaringan kurang lebih 147,554 kms.
2. Proses selanjutnya adalah memodelkan secara *ETAP single line diagram* penyulang Cengkong Abang dan penyulang Belinyu.
3. Pada langkah ketiga adalah memasukkan data-data dan parameter jaringan distribusi berupa panjang jaringan, diameter penampang kabel, beban pelanggan, kapasitas *supply* Gardu Induk dan Pembangkit kedalam komponen-komponen perangkat pemodelan *ETAP* penyulang Cengkong Abang dan penyulang Belinyu.
4. Setelah data parameter diinputkan dalam pemodelan *ETAP*, dilanjutkan dengan proses *running ETAP* 12.0.6 untuk mengetahui nilai tegangan dan aliran daya awal. Jika masih *error* atau aplikasi simulasi belum jalan maka perlu dilakukan pengecekan kembali parameter data *input ETAP*.
5. Setelah proses pemodelan *ETAP* penyulang Cengkong Abang dan Belinyu berjalan dan menunjukkan nilai tegangan serta aliran daya, proses selanjutnya adalah membuat *single line diagram* rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil dan penyulang Belinyu dengan penyulang Parai. Proses rekonfigurasi jaringan bertujuan untuk memperbaiki kualitas pelayanan pelanggan disisi paling jauh dari sumber supplai energi listrik.
6. Setelah proses perencanaan dengan membuat *single line diagram* rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil dan penyulang Belinyu dengan penyulang Parai selanjutnya adalah proses memodelkan *single line diagram* rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang-Dalil dan Belinyu-Parai dalam simulasi secara *ETAP*.
7. Setelah proses pemodelan simulasi secara *ETAP* rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dan Penyulang Belinyu selesai, selanjutnya adalah proses *running ETAP* untuk mengetahui nilai tegangan dan aliran daya akhir. Jika masih terjadi *error* atau aplikasi simulasi belum jalan maka perlu dilakukan pengecekan kembali parameter data *input ETAP*.
8. Setelah proses pemodelan *ETAP* rekonfigurasi jaringan berjalan dan memberikan hasil nilai tegangan dan aliran daya, proses selanjutnya adalah melakukan analisa hasil data *ETAP* sebelum dilakukan proses rekonfigurasi jaringan dengan hasil *ETAP* setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan.
9. Proses selanjutnya setelah dilakukan analisa hasil perbandingan simulasi *ETAP* sebelum dan setelah rekonfigurasi jaringan adalah pengambilan kesimpulan dari hasil simulasi *ETAP* tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter data untuk menjalankan sistem simulasi *ETAP* terdiri dari panjang saluran, beban penyulang dan jenis penghantar, berikut adalah daftar parameter untuk mendukung operasi sistem simulasi *ETAP*.

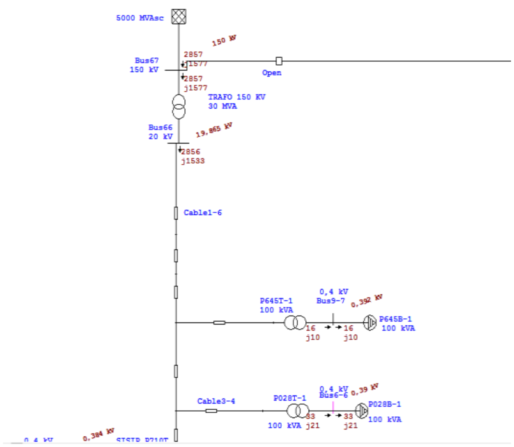
Tabel 1. Parameter Penyulang dan Gardu Induk

No	Nama Penyulang/ Gardu Induk	Beban Penyulang (kW)	Jenis Penghantar	Panjang Jaringan (km)
1	Cengkong Abang	2.127,32	XLPE 240, A3C 240, A3C 150, A3C 70, A3C 50	147,554
2	Dalil	1.529,32	XLPE 240	0,06
3	Belinyu	3.431,16	XLPE 240, A3C 240, A3C 150, A3C 70, A3C 50, A3C 35	258,695
4	Parai	4.676,19	XLPE 240, A3C 240, A3C 150, A3C 70, A3C 50,	137,216

5	GI Pangkalpinang	30 MVA (Trafo)	A3CS 240	53,8
6	GI Kelapa	30 MVA (Trafo)	A3CS 240	53,8

Parameter dari Tabel 1 diatas merupakan dasar dari *input* data yang digunakan untuk menjalankan aplikasi *ETAP*. Nilai data tersebut diambil berdasarkan data *eksisting* yang ada dikondisi lapangan sehingga hasil dari simulasi *ETAP* menunjukkan nilai yang mendekati sebenarnya jika diaplikasikan dilapangan.

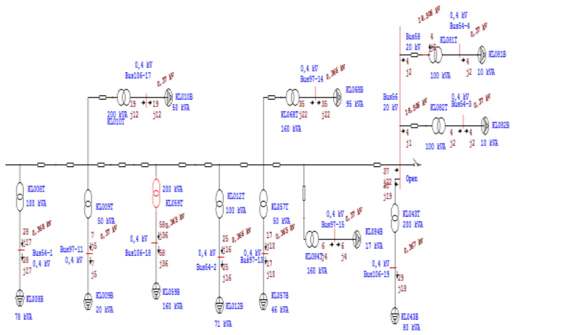
Penyulang Cengkong Abang merupakan penyulang yang bersumber dari Gardu Induk Pangkalpinang sampai dengan Desa Simpang Ibul, bahkan sampai dengan Desa Teritip dengan panjang jaringan penyulang kurang lebih 147,554 km. Beban yang dipikul penyulang Cengkong Abang adalah 2.127,32 kW. Beban yang cukup besar dengan panjang jaringan distribusi 20 kV yang panjang memiliki potensi rugi-rugi daya yang mengakibatkan *drop* tegangan disisi ujung jaringan atau di daerah Desa Simpang Ibul atau Desa Teritip. Jenis penghantar yang digunakan pada jaringan penyulang Cengkong Abang adalah XLPE (kabel tanah) ukuran 240 mm, kabel udara tipe A3C ukuran 240 mm, 150 mm, 70 mm dan 50 mm. Diameter penghantar disesuaikan dengan daerah dan beban pelanggan yang dilalui oleh jaringan penyulang Cengkong Abang. Berikut adalah simulasi *ETAP* penyulang Cengkong Abang sesuai dengan parameter *eksisting*,



Gambar 2. Simulasi *ETAP* di Sisi Sumber Penyulang Cengkong Abang

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa dalam simulasi *ETAP* nilai tegangan disisi sumber dari penyulang Cengkong Abang sebelum dilakukan rekonfigurasi adalah 19,865 kV dimana nilai ini menunjukkan nilai *eksisting* pada saat penyulang Cengkong Abang belum dilakukan rekonfigurasi. Nilai aliran daya hasil simulasi tersebut adalah 2856 kW untuk daya aktif dan 1533 kvar untuk daya reaktif. Tegangan sumber ini merupakan tegangan yang secara simulasi terbaca di Gardu Induk Pangkalpinang dan aliran daya yang terbaca merupakan aliran daya yang bergerak dari Gardu Induk Pangkalpinang menuju sisi ujung penyulang Cengkong Abang.

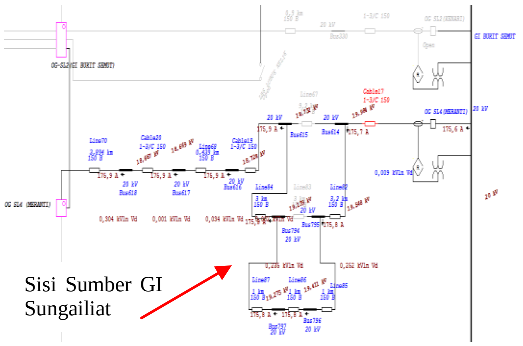
Sisi Ujung Jaringan Penyulang
Cengkong Abang



Gambar 3. Simulasi *ETAP* di Sisi Ujung Penyulang Cengkong Abang

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa dalam simulasi *ETAP* nilai tegangan di sisi ujung sebelum dilakukan rekonfigurasi menunjukkan nilai 18,506 kV dengan nilai aliran daya 37 kW untuk daya aktif dan 22 untuk daya reaktif. Nilai tersebut merupakan kondisi *eksisting* berdasarkan parameter *input* data sesuai dengan kondisi dilapangan. Nilai tegangan dan aliran daya tersebut berdasarkan SPLN I tahun 1995 masih merupakan tegangan standar dalam ketenagalistrikan namun merupakan katagori tegangan yang rendah dan harus diperbaiki kualitas tegangan.

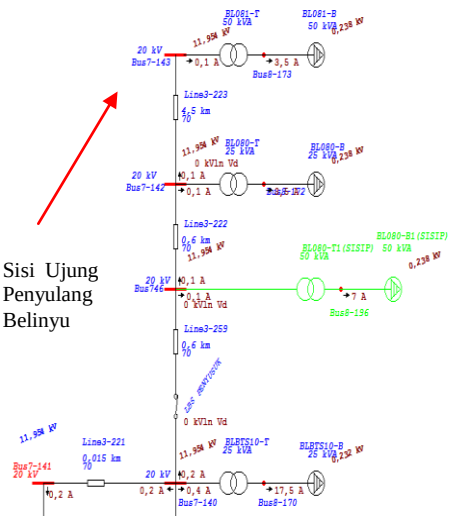
Selanjutnya adalah simulasi *ETAP* untuk penyulang Belinyu yang memiliki panjang jaringan penyulang *eksisting* dilapangan 258,695 km dari Gardu Induk Sungailiat sampai dengan Romodong/Penyusuk dengan beban penyulang rata-rata 3.431,16 kW. Penyulang yang cukup panjang melalui jaringan 20 kV yang memiliki potensi rugi-rugi daya cukup besar dan mengakibatkan *drop* tegangan di sisi ujung jaringan. Penyulang Belinyu juga mensupplai sistem kelistrikan untuk kota Belinyu dan beberapa kegiatan industri Timah. Tingginya beban penyulang ini menyebabkan *drop* tegangan mencapai nilai kurang lebih 11 kV. Berikut adalah simulasi *ETAP* penyulang Belinyu,



Gambar 4. Simulasi *ETAP* Di Sisi Sumber Penyulang Belinyu

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa dalam simulasi *ETAP* nilai tegangan disisi sumber dari penyulang Belinyu sebelum dilakukan rekonfigurasi adalah 19,984 kV dimana nilai ini menunjukkan nilai *eksisting* pada saat penyulang Belinyu belum dilakukan rekonfigurasi. Nilai aliran daya hasil simulasi tersebut adalah 4893 kW untuk daya aktif dan 3612 kvar untuk daya reaktif. Tegangan sumber ini merupakan tegangan yang secara simulasi terbaca di Gardu Induk Sungailiat dan aliran daya yang terbaca merupakan aliran daya yang bergerak dari Gardu Induk Sungailiat menuju sisi ujung penyulang Belinyu di daerah Romodong/Penyusuk.

Tegangan sumber dari penyulang Belinyu dipengaruhi oleh nilai aliran daya dari sistem kelistrikan Bangka, baik dari sisi 150 kV maupun dari sisi 20 kV. Gardu Induk Sungailiat mendapatkan aliran daya dari Gardu Induk Air Anyir melalui tegangan transmisi 150 kV dan dari PLTD Merawang melalui tegangan menengah 20 kV. Gardu Induk Sungailiat memiliki 4 *outgoing* penyulang dengan beban Gardu Induk kurang lebih 15,7 MW. Nilai beban tersebut menjadikan Gardu Induk Sungailiat menjadi salah satu Gardu Induk terbesar di Pulau Bangka yang di dalamnya terdapat *outgoing* dari penyulang Belinyu.



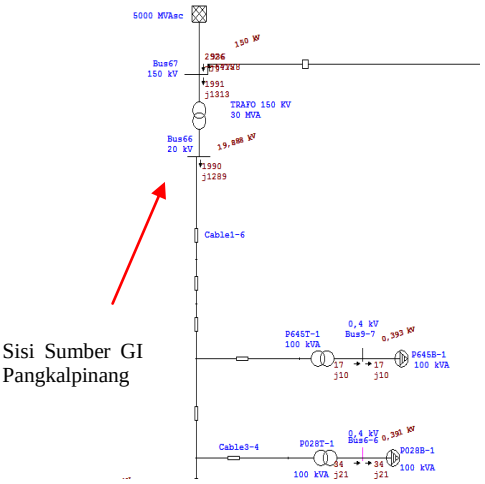
Gambar 5. Simulasi *ETAP* di Sisi Ujung Penyulang Belinyu

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa dalam simulasi *ETAP* nilai tegangan disisi ujung sebelum dilakukan rekonfigurasi menunjukkan nilai 11,954 kV dengan nilai aliran daya 114 kW untuk daya aktif dan 64 untuk daya reaktif. Nilai tersebut merupakan kondisi *eksisting* berdasarkan parameter *input* data sesuai dengan kondisi dilapangan. Nilai tegangan dan aliran daya tersebut berdasarkan SPLN I tahun 1995 masih merupakan tegangan dibawah standar dalam ketenagalistrikan namun merupakan katagori tegangan yang rendah dan harus diperbaiki kualitas tegangan.

Analisa Aliran Daya dan Nilai Tegangan Setelah Rekonfgurasi

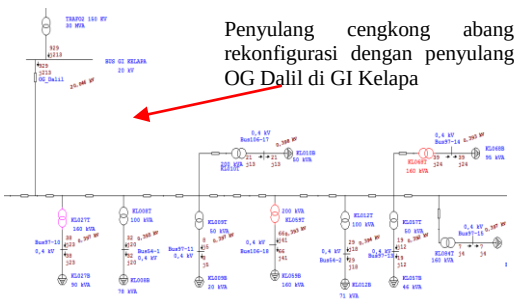
Setelah proses simulasi kondisi awal dari penyulang Cengkong Abang dan penyulang Belinyu, selanjutnya adalah proses simulasi setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan. Tujuan dari simulasi setelah dilakukan rekonfigurasi adalah untuk mengetahui aliran daya dan nilai tegangan dari sisi sumber dan sisi ujung jaringan dari penyulang Cengkong Abang dan penyulang Belinyu. Proses simulasi rekonfigurasi jaringan penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil dan penyulang Belinyu dengan penyulang Parai ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.

Pada Gambar 6 yang dibagi menjadi 3 gambar yaitu 6a, 6b dan 6c dikarenakan jaringan penyulang Cengkong Abang yang cukup panjang sehingga pada saat pemodelan *ETAP* parameter yang digunakan untuk aplikasi *ETAP* disesuaikan dengan data kondisi *eksisting* dari data yang ada sehingga gambar pemodelan cukup panjang. Gambar 6a menunjukkan hasil simulasi *ETAP* disisi sumber penyulang, Gambar 6b menunjukkan lokasi penyulang Dalil yang merupakan penyulang rekonfigurasi dari penyulang Cengkong Abang yang terletak di Gardu Induk Kelapa dan gambar 6c merupakan hasil tegangan ujung setelah di rekonfigurasi penyulang berdasarkan simulasi *ETAP*.



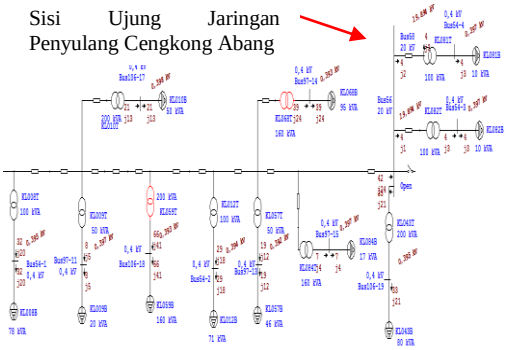
Gambar 6a. Simulasi *ETAP* Di Sisi Sumber Penyulang Cengkong Abang Setelah Rekonfigurasi

Pada Gambar 6a menunjukkan bahwa dalam simulasi *ETAP* nilai tegangan disisi sumber dari penyulang Cengkong Abang setelah dilakukan rekonfigurasi dengan penyulang Dalil di Gardu Induk Pangkalpinang adalah 19,880 kV. Nilai aliran daya hasil simulasi tersebut adalah 1990 kW untuk daya aktif dan 1289 kvar untuk daya reaktif. Dalam hal ini proses rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil melalui transmisi tegangan 150 kV dan jaringan distribusi 20 kV di jalur *eksisting* penyulang Cengkong Abang. Proses rekonfigurasi jaringan ini akan membagi aliran daya penyulang Cengkong Abang menjadi dua jalur, melalui transmisi dan jaringan distribusi. Sistem dua jalur ini untuk mengurangi beban yang dipikul oleh jaringan penyulang sehingga tegangan dan aliran daya yang diterima disisi ujung jaringan menjadi lebih baik. Tegangan sumber ini merupakan tegangan yang secara simulasi terbaca di Gardu Induk Pangkalpinang dan aliran daya yang terbaca merupakan aliran daya yang bergerak dari Gardu Induk Pangkalpinang menuju di sisi ujung penyulang Cengkong Abang. Hal tersebut membantu memperbaiki sisi tegangan.



Gambar 6b. Lanjutan Lokasi Penyulang Dalil di GI Kelapa Dalam Simulasi *ETAP* Setelah Rekonfigurasi

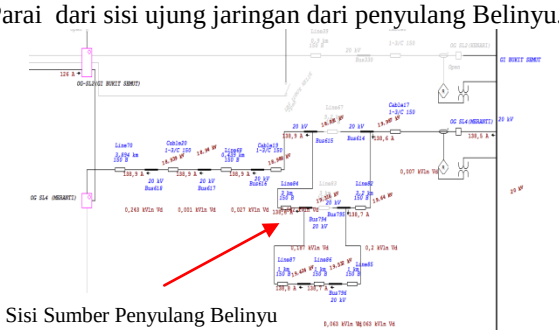
Gambar 6b merupakan lokasi penyulang Dalil di Gardu Induk Kelapa dalam simulasi *ETAP*. *Outgoing* penyulang Dalil mensupplai langsung jaringan *eksisting* penyulang Cengkong Abang sehingga aliran daya dari penyulang Dalil yang bersumber dari transmisi tegangan tinggi 150 kV langsung mengalir ke jaringan *eksisting* penyulang Cengkong Abang. Aliran daya tersebut akan memperbaiki nilai tegangan di daerah yang dilalui oleh penyulang Cengkong Abang, terutama disisi ujung dari penyulang Cengkong Abang yaitu di daerah Desa Simpang Ibul.



Gambar 6c. Lanjutan Simulasi *ETAP* di Sisi Ujung Penyulang Cengkong Abang Setelah Rekonfigurasi

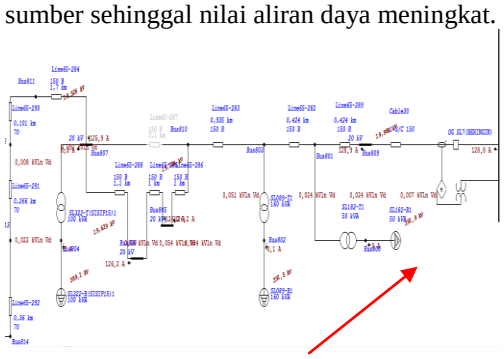
Pada Gambar 6c menunjukkan bahwa dalam simulasi *ETAP* nilai tegangan disisi ujung setelah rekonfigurasi menunjukkan nilai 19,894 kV dengan nilai aliran daya 42 kW untuk daya aktif dan 24 untuk daya reaktif. Nilai hasil simulasi *ETAP* menunjukkan nilai lebih baik dari pada sebelum dilakukan proses rekonfigurasi. Dimana ada peningkatan nilai tegangan sebesar 1,388 kV dari nilai 18,506 kV (tegangan sebelum rekonfigurasi). Nilai tegangan tersebut berdasarkan SPLN I tahun 1995 merupakan tegangan standar dari PLN. Namun masih belum ideal disisi tegangan kelistrikan yaitu dinilai 20 kV.

Selanjutnya adalah rekonfigurasi penyulang Belinyu dengan penyulang Parai. Dalam Gambar 7 dibagi menjadi 3 gambar yaitu Gambar 7a adalah simulasi ETAP rekonfigurasi penyulang Belinyu – Parai dari sisi sumber energi listrik di Gardu Induk Sungailiat untuk penyulang Belinyu, gambar 7b adalah simulasi *ETAP* rekonfigurasi penyulang Belinyu – Parai dari sisi sumber energi listrik di Gardu Induk Sungailiat untuk penyulang Parai dan gambar 7c adalah simulasi *ETAP* rekonfigurasi penyulang Belinyu – Parai dari sisi ujung jaringan dari penyulang Belinyu.



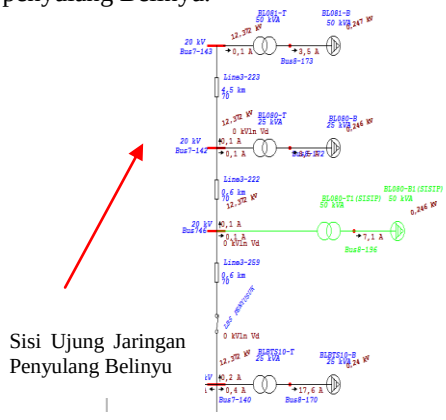
Gambar 7a. Simulasi ETAP Di Sisi Sumber Penyulang Belinyu Setelah Rekonfigurasi

Pada Gambar 7a menunjukkan nilai tegangan sumber untuk penyulang Belinyu sebesar 19,987 kV, jika dibandingkan dengan nilai tegangan sumber penyulang Belinyu sebelum dilakukan rekonfigurasi memiliki nilai yang hampir sama. Aliran daya disisi sumber penyulang Belinyu menunjukkan nilai 3799 kW untuk daya aktif dan 2931 kvar untuk daya reaktif. Nilai aliran daya menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan sebelum dilakukan rekonfigurasi. Hal ini disebabkan oleh proses *looping* dari sistem rekonfigurasi sehingga aliran daya ada yang kembali ke sisi sumber sehinggal nilai aliran daya meningkat.



Gambar 7b. Lanjutan Simulasi *ETAP* Di Sisi Sumber Penyulang Parai Setelah Rekonfigurasi

Pada Gambar 7b menunjukkan sistem rekonfigurasi dari penyulang Belinyu dan Parai. Penyulang Parai bersumber dari Gardu Induk Sungailiat sama dengan sumber dari penyulang Belinyu. Penyulang Parai merupakan penyulang baru yang dibangun untuk mengurangi beban yang dipikul oleh penyulang Belinyu. Proses rekonfigurasi penyulang Belinyu dan Parai terdapat di LBS Sincong. LBS Sincong menghubungkan penyulang Belinyu dan Parai didaerah Sincong sehingga proses *looping* antara penyulang Belinyu dan Parai dapat dilakukan. Proses *looping* yang terjadi antara penyulang Belinyu dan Parai meningkatkan aliran daya menuju ke ujung jaringan penyulang Belinyu yang kondisi *eksisting* penyulang Belinyu memiliki nilai rugi-rugi daya yang cukup besar sehingga tegangan ujung jaringan menjadi rendah. Tingginya nilai rugi-rugi daya di penyulang Belinyu disebabkan oleh panjangnya jaringan 20 kV sampai di ujung jaringan penyulang. Selain itu, beban yang dipikul oleh penyulang Belinyu cukup besar sehingga dibutuhkan nilai aliran daya yang cukup untuk meningkatkan nilai tegangan di ujung jaringan penyulang Belinyu.



Gambar 7c. Lanjutan Simulasi ETAP Di Sisi Ujung Penyulang Belinyu Setelah Rekonfigurasi

Pada Gambar 7c menunjukkan hasil simulasi *ETAP* di sisi ujung jaringan penyulang Belinyu. Nilai tegangan disisi ujung penyulang Belinyu setelah dilakukan rekonfigurasi adalah 12,372 kV dengan aliran daya 119 kW untuk daya aktif dan 67 untuk daya reaktif. Kenaikan tegangan penyulang Belinyu setelah rekonfigurasi adalah sebesar 0,418 kV dengan penambahan aliran daya 5 kW untuk daya aktif dan 3 kvar untuk daya reaktif. Kenaikan tegangan ini menunjukkan bahwa nilai tegangan dan aliran daya dapat dilakukan dengan sistem rekonfigurasi jaringan. Berdasarkan SPLN I tahun 1995 tegangan Belinyu hasil rekonfigurasi masih belum sesuai dengan standar yang ditentukan, namun secara perbaikan tegangan dan aliran daya nilai hasil rekonfigurasi dapat menjadi acuan dalam sistem perbaikan tegangan.

Aliran Daya dan Tegangan Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi

Dari hasil simulasi rekonfigurasi jaringan dari dua sistem penyulang yaitu penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil dan penyulang Belinyu dengan Parai didapatkan data sebagai berikut,

Tabel 2. Hasil Pengujian Parameter Penyulang Disisi Sumber Penyulang

No	Nama Penyulang	Parameter					
		Sebelum Rekonfigurasi			Setelah Rekonfigurasi		
		Tegangan (volt)	Daya P (kW)	Q (kvar)	Tegangan (volt)	Daya P (kW)	Q(kvar)
1	Cengkong Abang	19,865	2856	1533	19,888	1990	1289
2	Dalil	-	-	-	20,046	929	213
3	Belinyu	19,984	4893	3612	19,987	3799	2931
4	Parai	-	-	-	19,988	3820	2307

Pada sisi parameter sebelum rekonfigurasi, penyulang Dalil dan Parai belum dilakukan pengukuran, hal ini dikarenakan pengukuran awal hanya untuk penyulang Cengkong Abang dan penyulang Belinyu kondisi pada saat radial.

Tabel 3. Hasil Pengujian Parameter Penyulang Disisi Ujung Penyulang

No	Nama Penyulang	Parameter					
		Sebelum Rekonfigurasi			Setelah Rekonfigurasi		
		Tegangan (volt)	Daya P (kW)	Q (kvar)	Tegangan (volt)	Daya P (kW)	Q (kvar)
1	Cengkong Abang-Dalil	18,506	37	22	19,894	42	24
2	Belinyu-Parai	11,954	114	64	12,372	119	67

Dari data hasil pengujian simulasi *ETAP* yang dilakukan di sisi sumber penyulang dan disisi ujung jaringan penyulang memperlihatkan bahwa,

a. Dari sisi sumber penyulang

- Nilai tegangan, terjadi kenaikan kualitas nilai tegangan penyulang Cengkong Abang dari 19,865 kV menjadi 19,888 kV. Hal ini disebabkan karena sumber dari penyulang Cengkong Abang mendapat tambahan aliran daya dari penyulang Dalil di Gardu Induk Kelapa melalui transmisi 150 kV. Selanjutnya, penyulang Belinyu terjadi kenaikan tegangan dari 19,984 kV menjadi 19,987 kV. Hal ini disebabkan karena sumber dari penyulang Belinyu mendapat tambahan aliran daya dari penyulang Parai.
- Nilai aliran daya, setelah dilakukan rekonfigurasi terjadi penurunan nilai aliran daya baik di penyulang Cengkong Abang dan penyulang Belinyu. Penurunan penyulang Cengkong Abang dari 2856 kW/1533 kvar menjadi 1990 kW/1289 kvar dan penyulang Belinyu dari 4893 kW/3612 kvar menjadi 3799 kW/2931 kvar. Hal ini disebabkan karena terjadi pembagian aliran daya disisi sumber penyulang yang mengakibatkan nilai aliran daya menurun.

b. Dari sisi ujung penyulang

- Nilai tegangan, terjadi kenaikan kualitas nilai tegangan untuk penyulang Cengkong Abang dari 18,506 kV menjadi 19,894 kV. Kenaikan tegangan ini merupakan pengaruh perubahan rekonfigurasi penyulang dimana penyulang Cengkong Abang direkonfigurasi dengan penyulang Dalil sehingga terdapat dua jalur jaringan untuk proses aliran daya menuju ujung jaringan sehingga aliran daya tidak banyak terpotong oleh beban pelanggan. Selanjutnya, penyulang Belinyu terjadi kenaikan tegangan dari 11,954 kV menjadi 12,372 kV. Hal ini dipengaruhi oleh proses rekonfigurasi penyulang Belinyu dengan penyulang Parai. Dimana penyulang Belinyu proses aliran dayanya terbagi oleh aliran daya dari penyulang Parai sehingga nilai kualitas tegangan meningkat disisi ujung jaringan.
- Nilai Aliran Daya, hasil rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil memperlihatkan kenaikan nilai aliran daya dari 37 kW/22 kvar menjadi 42 kW/24 kvar dan penyulang Belinyu dengan penyulang parai dari 114 kW/64 kvar menjadi 119 kW/67 kvar. Kenaikan nilai aliran daya ini merupakan efek dari proses rekonfigurasi jaringan dimana untuk aliran daya yang diterima diujung jaringan berasal dari dua jalur jaringan yang saling terhubung.

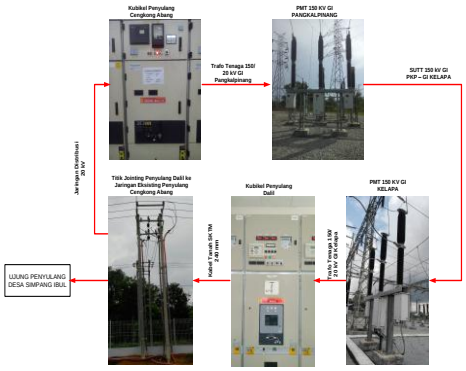
Perencanaan Penerapan Sistem Simulasi Di Lapangan

Secara sistem yang ada di infrastruktur kelistrikan Bangka Belitung, sistem simulasi ini dapat diterapkan dan diaplikasikan secara *real* dilapangan. Hal ini didasarkan pada seluruh perangkat yang ada baik di sisi jaringan distribusi 20 kV ataupun di Gardu Induk sudah tersedia. Adapun perangkat yang mendukung untuk penerapan sistem ini adalah sebagai berikut,

a. Kubikel 20 kV, terpasang di GI Pangkalpinang sebanyak 1 unit, GI Kelapa sebanyak 1 unit dan GI Sungailiat sebanyak 1 unit.
b. Jaringan transmisi SUTT 150 kV yang menghubungkan GI Pengkalpinang dan GI Kelapa.
c. PMT 150 kV yang sudah terpasang di GI Pangkalpinang dan GI Kelapa.
d. Jaringan kabel tanah keluarang *outgoing* 20 kV GI Kelapa ke jaringan distribusi 20 kV eksisting.
e. Perangkat LBS (*Load Break Switch*) yang terpasang di daerah Dalil dan Sincong (Sungailiat).

Secara keseluruhan sistem simualisi rekonfigurasi jaringan dimana mengubah sistem dari tipe jaringan radial ke jaringan tertutup (*loop*) dapat dilakukan dan diterapkan secara *real* dilapangan.

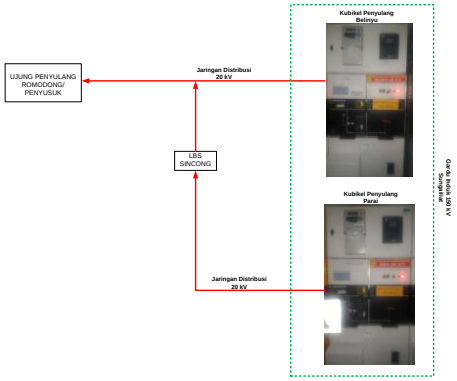
Proses penerapan dilapangan dapat digambarkan dalam sebuah skema sistem yang didasarkan pada perangkat infrastruktur yang ada. Berikut adalah hasil penggambaran sistem dari *design* infrastruktur penyulang Cengkong Abang – Dalil dan penyulang Belinyu – Parai,



Gambar 8. Penerapan Rekonfigurasi Penyulang Cengkong Abang – Dalil

Pada penerapan rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil, secara sistem akan terhubung melalui jaringan SUTT 150 kV. Aliran daya dari sumber pembangkit akan dibagi melalui jaringan SUTT 150 kV dan jaringan distribusi 20 kV. Aliran daya penyulang Cengkong Abang di GI Pengkalpinang akan di evakuasi daya melalui PMT 150 kV dan dihantarkan melewati jaringan transmisi 150 kV selanjutnya akan diterima di PMT 150 kV GI Kelapa. PMT 150 kV GI Kelapa akan menghantarkan ke *outgoing* 20 kV Dalil yang selanjutnya akan dialirkan melalui kabel tanah ke jaringan distribusi eksisting dari penyulang Cengkong Abang. Aliran daya tersebut selain untuk menaikkan tegangan disisi tegangan ujung Simpang Ibul juga akan mengalir kembali ke penyulang Cengkong Abang sehingga kualitas aliran daya akan baik dan membantu menaikkan kualitas tegangan disisi pelanggan.

Selanjutnya adalah penerapan secara *real* dilapangan untuk rekonfigurasi penyulang Belinyu dengan penyulang Parai,



Gambar 9. Penerapan Rekonfigurasi Penyulang Belinyu – Parai

Pada penerapan rekonfigurasi penyulang Belinyu dengan penyulang Parai, secara keseluruhan dilakukan di sisi jaringan distribusi 20 kV. Kondisi awal penyulang Belinyu merupakan penyulang yang memiliki jaringan distribusi yang cukup penjang sehingga mengakibatkan rugi-rugi daya yang cukup besar, hal ini berdampak pada kualitas tegangan di daerah Belinyu rendah. Untuk meningkatkan kualitas pelayanan pelanggan disisi tegangan mutu maka perlu dilakukan alternatif rekonfigurasi jaringan. Dari penelitian simulasi yang telah dilakukan membuktikan bahwa rekonfigurasi jaringan penyulang Belinyu – Parai dapat menaikkan tegangan ujung. Sistem yang dilakukan adalah mengubah konfigurasi jaringan penyulang Belinyu dari tipe radial menjadi tipe tertutup (*loop*). Proses rekonfigurasi dengan mempertemukan aliran daya penyulang Belinyu dengan Parai di LBS Sincong. Kedua penyulang bersumber dari Gardu Induk Sungaliat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dari rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil dan penyulang Belinyu dengan penyulang Parai dapat disimpulkan,

1. Sistem rekonfigurasi jaringan dari sistem jaringan radial menjadi sistem jaringan tertutup dapat memperbaiki kualitas tegangan dan aliran daya disisi ujung jaringan, sehingga hal ini berdampak terhadap peningkatan kualitas pelayanan pelanggan ketenagalistrikan.
2. Nilai tegangan dan aliran daya dari simulasi penelitian rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dengan penyulang Dalil memperlihatkan kenaikan nilai tegangan dari 18,506 kV menjadi 19,894 kV dengan aliran daya dari 37 kW/22 kvar menjadi 42 kW/24 kvar dan untuk penyulang Belinyu dengan penyulang Parai terdapat kenaikan tegangan dari 11,954 kV menjadi 12,372 kV dengan aliran daya 114 kW/64 kvar menjadi 119 kW/67 kvar. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan SPLN I tahun 1995 tentang tegangan standar, rekonfigurasi penyulang Cengkong Abang dan Dalil masih sesuai standar dan untuk penyulang Belinyu dan Parai masih belum sesuai standar namun menunjukkan perbaikan nilai tegangan, dimana untuk tegangan standar PLN adalah +5% dan – 10% atau tegangan tertinggi 21 kV dan terendah 18 kV.

REFERENSI

Eka Fitrianto, Refdinal Nazir. 2016. *Efek Pengintegrasian Pembangkit Listrik Tersebar Pada Jaringan Distribusi Radial Terhadap Perosotan Tegangan.* Universitas Andalas. Padang

Gonen, Turan. 2008. Electric Power Distribution System Engineering. California StateUniversity Sacramento. California.

Jamaah, Akhmad. 2013. Analisa Beban Section Untuk Menentukan Alternatif Manuver Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang BRG-3 PT PLN (Persero) Unit Layanan Salatiga. Politeknik Negeri Semarang. Semarang

Marsudi, Djiteng. 2006. Operasi Sistem Tenaga Listrik. Graha Ilmu. Jakarta

PT PLN (Persero). 2015. Data SAIDI dan Gangguan TM PLN Bangka. http://silm.pln.co.id

Saodah, Siti. 2008. *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berdasarkan SAIDI & SAIFI*. IST AKPRIND. Yogyakarta

Soleh, Muhammad. 2014. *Desain Sistem SCADA Untuk Peningkatan Pelayanan Pelanggan dan Efisiensi Operasional Sistem Tenaga Listrik di APJ Cirebon*. Marcu Buana. Jakarta

Sopyandi, Endi. 2011. *Tipe-tipe Jaringan Distribusi Tegangan Menengah*. https://electricdot.wordpress.com. Tanggal 16 Agustus 2011

Tanjung, Abrar. 2012. *Analisis Sistem Distribusi 20 kV Untuk Memperbaiki Kinerja dan Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Electrical Transient Analisys Program*. Universitas Lancang Kuning . Pekanbaru.

Wiwied Putra Perdana, Rini Nur Hasanah, Harry S. Dachlan. 2009. *Evaluasi Keandalan Sistem Tenaga Listrik Pada Jaringan Distribusi Primer Tipe Radial Gardu Induk Blimbing* : Jurnal EECCIS Vol III