

EVALUASI DAN REKONSTRUKSI PENYULANG TELUK SIRIH DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU INDUK BUNGUS PADANG

Fahma Putri¹⁾, Edy Ervianto²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya, Jl. H. R. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru 28293

Email: fahma.putri55@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Teluk sirih feeder is one of few feeders of Bungus Padang substation (Gardu Induk Bungus Padang) with channel length of 30,6 kMS. The longer the length of a channel, the greater power losses and voltage drop occurred in the channel. This study aims to evaluate and to reconfigure the system by reconstructing teluk sirih feeder in order to reduce or minimalize the power losses and voltage drop in teluk sirih feeder. Based on the results of the evaluation carried out through ETAP software simulation, the voltage drop of teluk sirih feeder is 18,995 kV and the power losses are 12,203 MW and 1268,111 MVAR. The voltage drop result doesn't meet the requirement set in SPLN No. 72 of 1978. In accordance to the evaluation result, a system reconfiguration was performed by reconstructing teluk sirih feeder with breaking the load and building new feeders. Based on the result of teluk sirih system reconfiguration carried out through ETAP software simulation, the voltage drop is 19,222 kV and the power losses are 12,287 MW and 1223,513 MVAR. The voltage drop result increases and meets the requirement set in SPLN No. 72 of 1978.

Keyword : Distribution system, system reconfiguration, voltage drop

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik merupakan suatu tuntutan mutlak yang harus dipenuhi oleh kehidupan manusia pada masa sekarang ini. Berbagai aktivitas dilakukan hampir tidak terlepas dari sistem kelistrikan, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Untuk itu kualitas energi yang disalurkan juga harus baik dan optimal. Sistem distribusi tenaga listrik adalah penyaluran energi listrik dari pembangkit tenaga listrik (power station) hingga sampai pada konsumen (pemakai) pada tingkat tegangan yang diperlukan.

Pada suatu saluran distribusi terdapat penyulang (feeder) yang berfungsi menyalurkan listrik dari gardu induk ke gardu distribusi yang biasanya berjumlah lebih dari satu. Pada jaringan yang terdapat pada penyulang yang terdiri dari kabel – kabel dengan jarak (panjang saluran) dan impedansi tertentu. Semakin panjang jarak dan semakin besar dari impedansi saluran akan menyebabkan semakin besar pula rugi – rugi daya dan rugi –rugi tegangan yang disalurkan melalui penyulang tersebut.

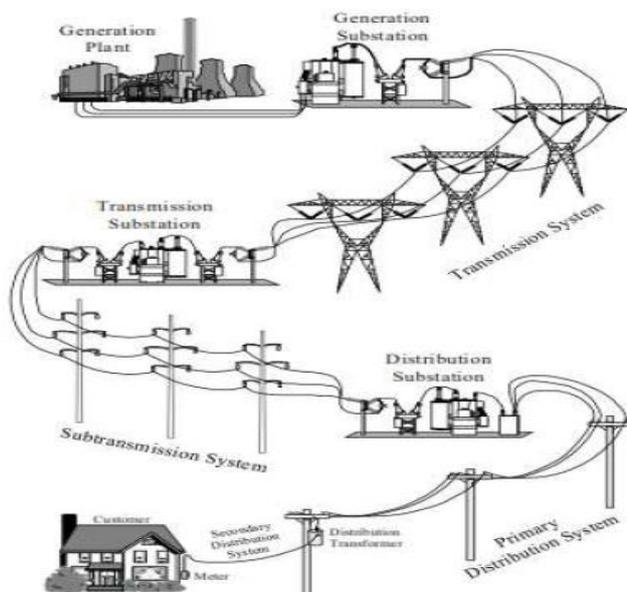
Penyulang teluk sirih merupakan salah satu penyulang di Gardu Induk Bungus Padang dengan panjang saluran 30,6 kMS. Penyulang teluk sirih ini termasuk salah satu sistem distribusi 20 kV PT PLN (Persero). Data terakhir pengukuran rata - rata tegangan ujung penyulang teluk sirih melalui simulasi software

ETAP adalah 18,995 kV dengan tegangan kirim sebesar 20.3 kV dan tegangan drop sebesar 6%. Maka dari itu dibutuhkan suatu penyaluran tenaga listrik yang memenuhi kriteria atau batasan perencanaan sistem distribusi sesuai dengan SPLN no. 72 tahun 1987 batas toleransi tidak melebihi tegangan kirim +5% dan tegangan terima terendah 10% dari tegangan nominal.

Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik terdiri atas sumber dan beban. Sumber atau disebut juga dengan pusat tenaga listrik, mempunyai letak yang berjauhan dengan beban. Untuk pengiriman daya dari pusat tenaga listrik menggunakan saluran transmisi. Ada dua kategori saluran transmisi yaitu saluran udara (over head line) dan saluran bawah tanah (underground). Di Indonesia saluran transmisi mempunyai beberapa tingkatan tegangan, untuk tegangan 500 kV dikenal sebagai Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), tegangan 150 kV dikenal sebagai Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT), untuk tegangan 70 kV dikenal sebagai sub transmisi. Dari saluran transmisi tegangan diturunkan menjadi 20 kV Saluran Udara Tegangan Menengah atau (SUTM) yang dikenal

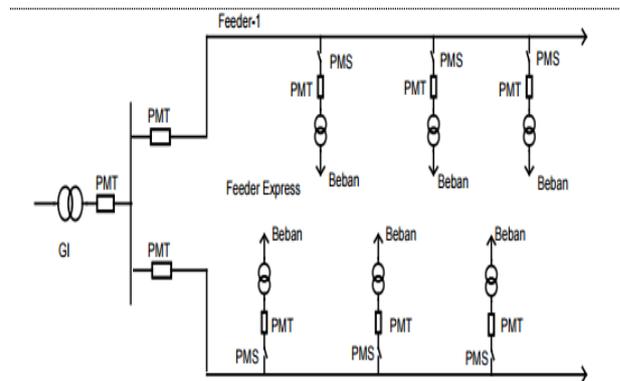
sebagai saluran distribusi primer di Gardu Induk melalui transformator penurunan tegangan. Kemudian untuk penyalurannya ke konsumen tegangan disalurkan melalui SUTM dan untuk konsumen rumah tangga tegangan diturunkan menjadi 380/220 V melalui transformator distribusi.



Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik dan Kegiatan Penyaluran Daya Listrik (Rachma Melinda, 2017)

Jaringan Distribusi Radial

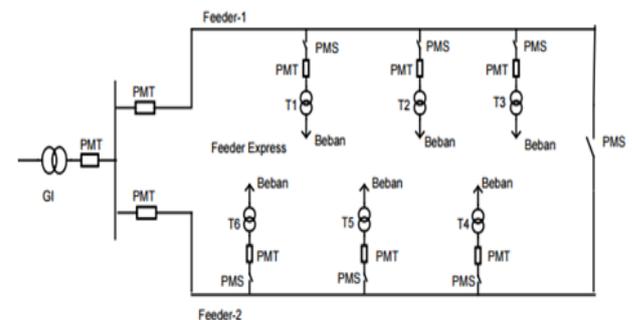
Sistem jaringan distribusi radial merupakan Sistem distribusi yang merupakan bentuk rangkaian sistem yang sangat sederhana sehingga secara ekonomis biaya investasi yang dibutuhkan lebih murah di bandingkan dengan sistem distribusi yang lainnya. Kemudian kelemahannya antara lain ditinjau dari segi teknis keandalannya lebih rendah karena pada sistem radial ini apabila terjadi gangguan pada saluran maka semua konsumen yang tersambung ke sistem ini akan terputus, atau daerah pemadaman lebih luas dibandingkan dengan sistem loop maupun sistem spindel (. Boleh dikatakan dengan nama radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu, dan dicabang-cabang ke titik-titik beban yang dilayani. (Rachma Melinda, 2017)



Gambar 2. Jaringan Distribusi Radial (Rachma Melinda, 2017)

Jaringan Distribusi Loop

Sistem distribusi loop Sistem distribusi jenis loop dengan ciri pokoknya adalah saluran utama (penyulang) dimulai dari gardu induk dan berakhir kembali ke gardu induk yang sama. Bentuk yang sederhana dapat diberikan pada Gambar 2.2 Jaringan distribusi ini memiliki tingkat kehandalan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem radial. Pada bagian tengah dari rangkaian dipasang suatu pemutus saluran (PMS) yang gunanya untuk mengambil alih fungsi penyaluran oleh salah satu sisi penyulang apabila salah satu sisi lainnya mengalami gangguan. (Rachma Melinda, 2017)

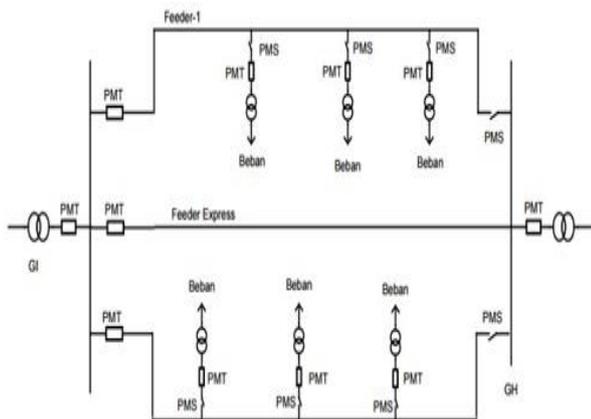


Gambar 3. Jaringan DIstribusi Loop (Rachma Melinda, 2017)

Jaringan Distribusi Spindel

Pada sistem jenis jaringan ini merupakan perkembangan dari jaringan jenis loop. Dimana perluasan ini berupa penambahan saluran primer (penyulang utama) yang disebut saluran ekspres (Express Feeder) kesemuanya bertemu pada satu titik, dimana titik pertemuan tersebut merupakan sebuah gardu hubung (GH). Dari sistem ini, diharapkan perolehan tingkat kelangsungan pelayanan daya akan lebih baik jika dibandingkan dengan sistem radial ataupun loop. Perbedaan sistem jaringan loop dengan sistem jaringan

spindel yaitu pada sistem jaringan loop, besar ukuran penampang saluran penghantar harus mampu untuk memikul seluruh beban, sedangkan pada sistem jaringan spindel, besar penampang penghantar berdasarkan atas jumlah beban yang paling besar pada saluran utama. (Rachma Melinda, 2017)



Gambar 4. Jaringan Distribusi Spindel (Rachma Melinda, 2017)

Drop Tegangan

Drop tegangan adalah perbedaan tegangan antara tegangan kirim dan tegangan terima karena adanya impedansi pada penghantar. Jatuh tegangan selalu terjadi pada jaringan, baik pada pelanggan maupun pada perusahaan listrik. Baik itu pada jaringan Transmisi, Distribusi hingga tegangan rendah. Jatuh tegangan pada saluran distribusi adalah selisih antara tegangan pada sisi kirim (sending end) dan tegangan pada sisi terima (receiving end). Apabila perbedaan nilai tegangan tersebut melebihi standar yang ditentukan maka mutupenyaluran tersebut rendah. Di dalam saluran distribusi persoalan tegangan sangat penting, baik didalam keadaan operasi maupun dalam perencanaan, sehingga harus selesai diperhatikan tegangan pada setiap titik saluran, maka pemilihan penghantar (Penampang Penghantar) harus diperhatikan. Berdasarkan dari standar SPLN 1 : 1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan sebagai akibat jatuh tegangan karena adanya perubahan beban maksimum +5% dan minimum -10%.(Torang, 2017).

Perhitungan jatuh tegangan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 dibawah ini :

$$\Delta V = I (R. \cos \varphi + X. \sin \varphi) \ell \quad (1)$$

Dimana :

- I = Arus beban (Ampere)
- R = Tahanan rangkaian (Ohm/km)
- X = Reaktansi rangkaian (Ohm/km)
- ℓ = Panjang Rangkaian (km)

Rugi – Rugi Daya Pada Saluran Distribusi

Kerugian daya pada suatu saluran merupakan perkalian arus pangkat dua dengan resistansi atau reaktansi dari saluran tersebut. Rugi – rugi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Rugi daya aktif} = I^2 \cdot R \quad (2)$$

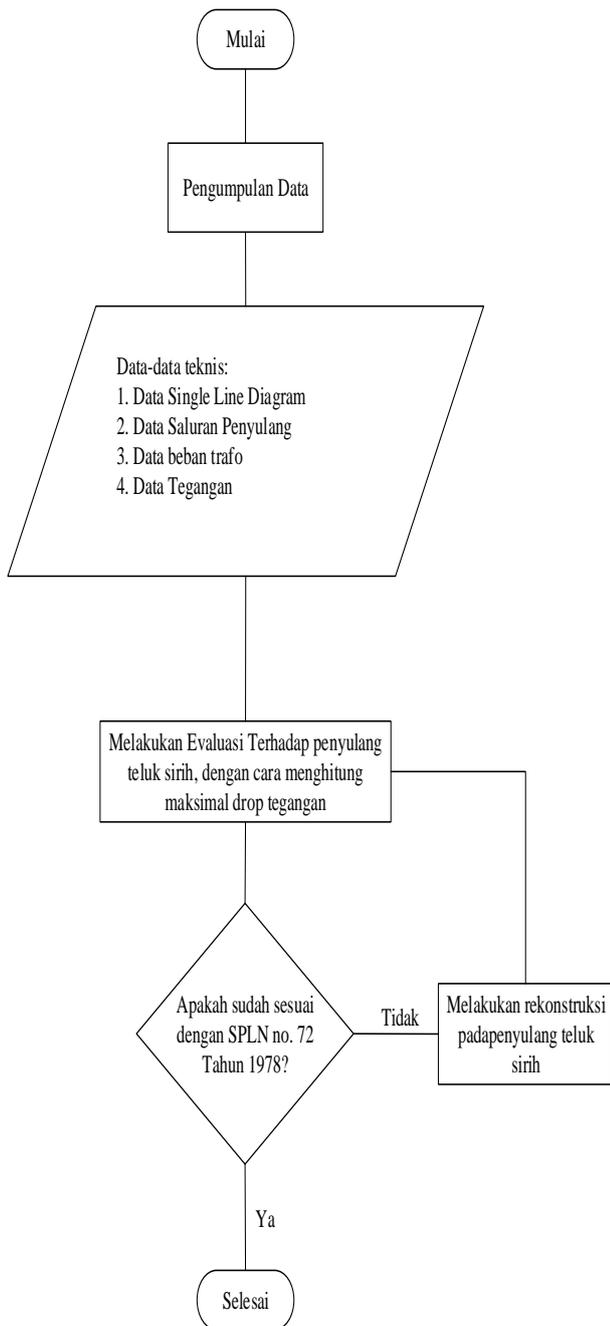
$$\text{Rugi Daya reaktif} = I^2 \cdot X_L \quad (3)$$

Program ETAP

Program ETAP Power Station adalah software untuk power sistem yang bekerja berdasarkan perencanaan (plant/project). Dalam PowerStation, setiap perencanaan harus menyediakan data base untuk keperluan itu. ETAP PowerStation dapat melakukan penggambaran single line diagram secara grafis dan mengadakan beberapa analisis/studi yakni Load Flow (aliran daya), Short Circuit (hubung singkat), motor starting, harmonics power systems, transient stability, dan protective device coordination. (Julen Kartoni S & Edy Ervianto, 2016).

II. METODA PENELITIAN

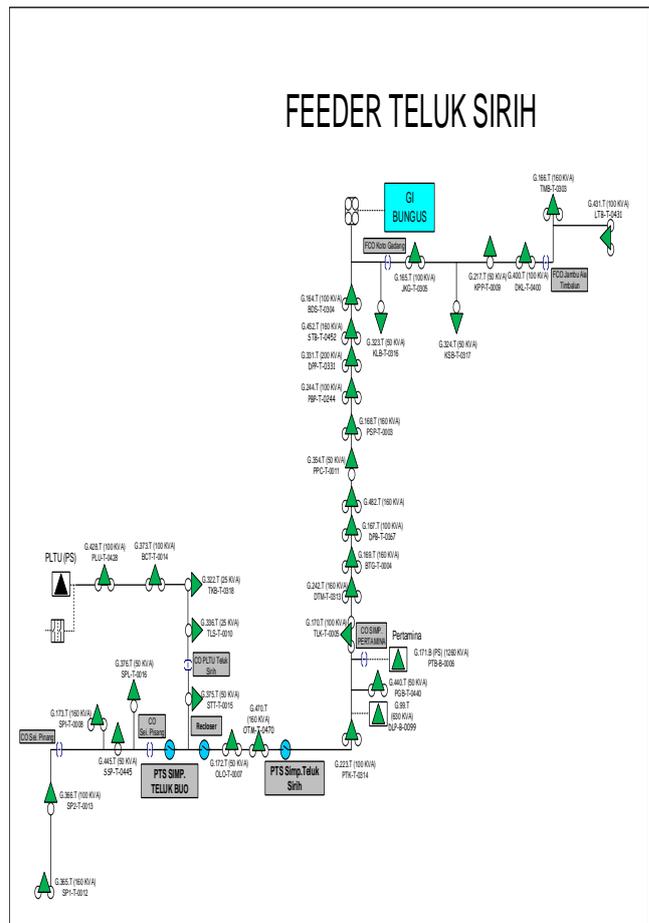
Langkah – Langkah Penelitian



Gambar 5. Flowchart Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada saluran distribusi primer 20 kV Penyulang Teluk sirih pada Gardu Induk Bungus Padang.

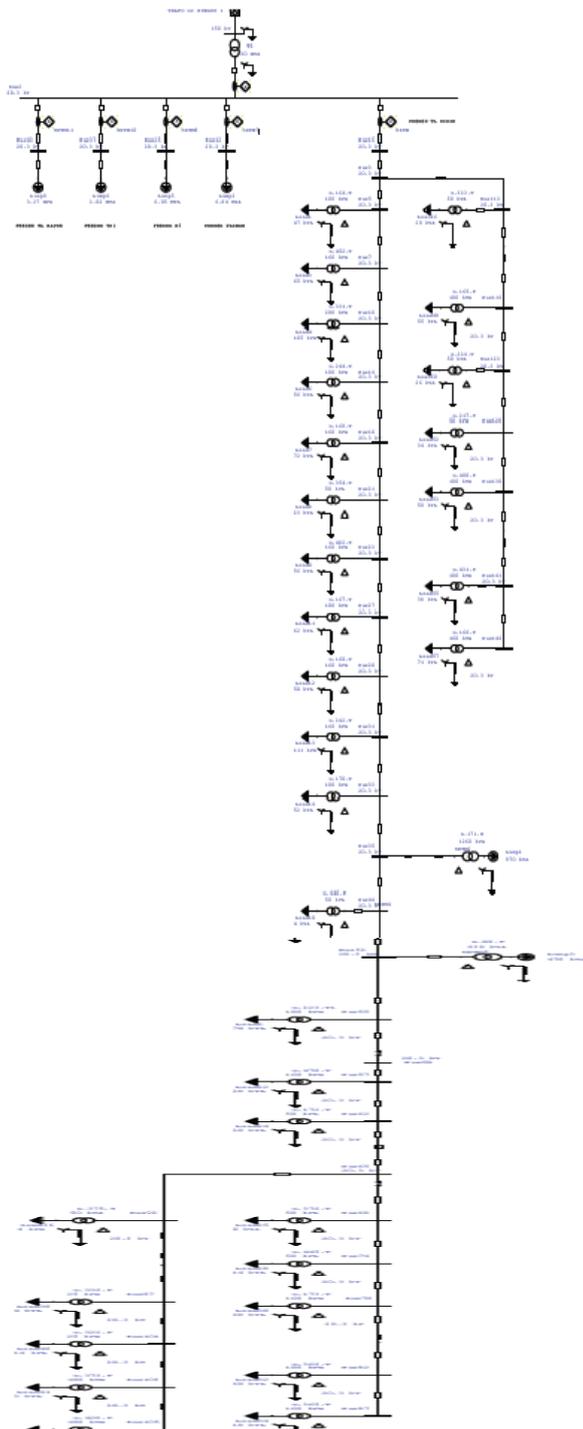


Gambar 6. One Line Diagram Jaringan Distribusi Feeder Teluk Sirih

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Evaluasi Penyulang Teluk Sirih

Berdasarkan simulasi yang dilakukan melalui aplikasi software ETAP 12.6 sesuai data spesifikasi komponen dilapangan yang diperoleh dari PT PLN (Persero) ULP Indarung Padang untuk evaluasi penyulang teluk sirih dengan menggambarkan kondisi existing penyulang teluk sirih dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Single Line Diagram ETAP 12.6 Kondisi Existing Penyulang Teluk Sirih Sebelum Rekonfigurasi.

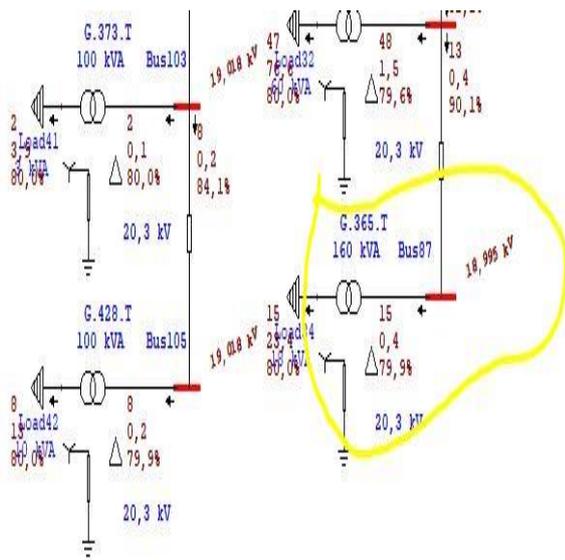
Tabel 1. Hasil Evaluasi Simulasi ETAP Drop Tegangan Penyulang Teluk Sirih

NO	ID	From Bus	Voltage Drop	MW Loading	KW Losses	kvar Losses
1	Line61	Bus93	-	-	-	(0,599)
2	Line73	Bus118	-	-	-	(0,302)
3	Line77	Bus124	-	-	-	(0,241)
4	SKTM4	Bus46	-	-	-	(1,425)
5	Line88	Bus142	-	-	0,002	(1,435)
6	G.440.T	Bus46	-	-	0,005	0,008
7	Line86	Bus137	-	-	0,008	(0,899)
8	Line51	Bus84	-	-	0,012	(2,600)
9	Line71	Bus119	-	-	0,014	(0,231)
10	Line35	Bus64	-	-	0,045	(1,481)
11	G.323.T	Bus118	-	-	0,131	0,196
12	G.324.T	Bus124	-	-	0,219	0,328
13	G.431.T	Bus142	-	-	0,236	0,354
14	G.99.T	Bus47	-	-	3,680	22,080
15	G.171.B	Bus40	-	-	6,425	38,547
17	G.365.T	Bus87	18,995	0,012	0,033	0,049
18	Line53	Bus82	18,997	0,050	0,001	(3,171)
19	G.366.T	Bus82	18,997	0,050	0,564	0,845
20	Line46	Bus78	19,002	0,093	0,002	(0,375)
21	G.173.T	Bus78	19,002	0,093	0,458	0,687
22	Line44	Bus74	19,005	0,102	0,014	(0,843)
23	G.445.T	Bus74	19,005	0,102	0,063	0,094
24	Line42	Bus68	19,007	0,108	0,013	(0,691)
25	G.376.T	Bus68	19,007	0,108	0,026	0,039
26	Line64	Bus101	19,018	0,017	-	(0,118)
27	Line65	Bus103	19,018	0,008	-	(0,706)
28	G.373.T	Bus103	19,018	0,008	0,001	0,002

Tabel 2. Hasil Evaluasi Simulasi ETAP Losses Penyulang Teluk Sirih

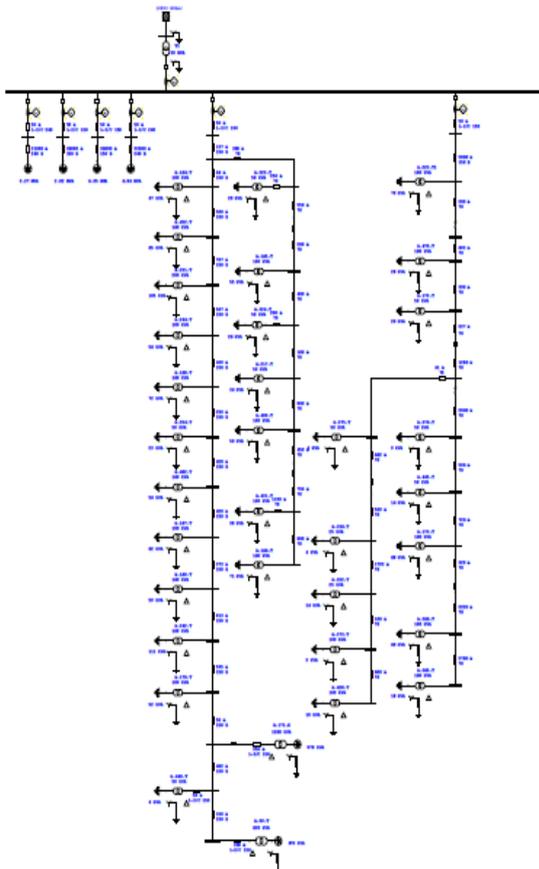
Tegangan Trafo G.365.T	18,995	KV
Losses Daya Aktif	63,93	KW
Losses Daya Reaktif	1.268,11	MVAR
Pengukuran KWH Jual GI	12,203	MW

Jatuh tegangan terima terendah pada penyulang teluk sirih sebelum dilakukannya rekonfigurasi berdasarkan simulasi ETAP adalah 18,995 kV pada bus 87 dengan tegangan kirim sebesar 20.3 kV dan tegangan drop sebesar 6%. sedangkan rugi – rugi daya adalah 12,203 MW dan 1,268,11 MVAR. Hasil simulasi drop tegangan penyulang teluk sirih dapat dilihat pada gambar 8.



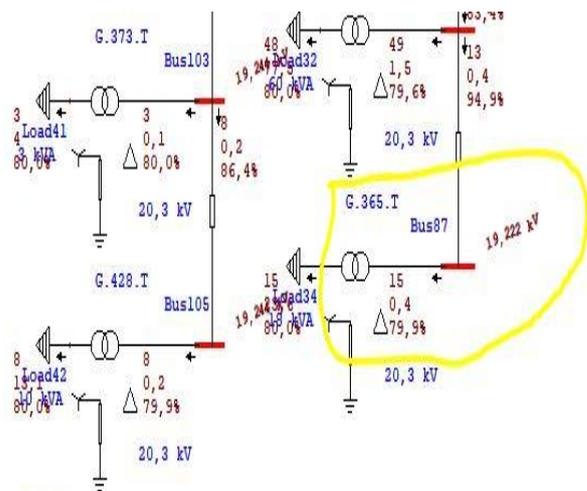
Gambar 8. Hasil Simulasi Drop Tegangan Penyulang Teluk Sirih Sebelum dilakukan rekonfigurasi Sistem

Rekonfigurasi Penyulang Teluk Sirih



Gambar 9. Single Line Diagram Saluran Distribusi Setelah Penyulang Teluk Sirih di Rekonfigurasi

Setelah dilakukannya rekonfigurasi pada penyulang teluk sirih melalui simulasi ETAP maka tegangan terima pada bus 87 naik adalah 19,222 kV dengan rugi – rugi daya 12,287 MW dan 1,223,51 MVAR. Hasil simulasi drop tegangan penyulang teluk sirih setelah dilakukan rekonfigurasi sistem dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Simulasi Drop Tegangan Penyulang Teluk Sirih Sebelum Dilakukan Rekonfigurasi Sistem

IV. KESIMPULAN

Pada evaluasi penyulang teluk sirih menggunakan simulasi *software* ETAP dengan memasukkan data – data komponen sesuai spesifikasi lapangan yang diperoleh dari PT PLN (Persero) ULP Indarung Padang, didapat data *drop* tegangan penyulang teluk sirih sebesar 18,995 kV pada trafo G.365.T dengan tegangan kirim sebesar 20.3 dan memiliki rugi – rugi daya adalah 12,203 MW dan 1,268,11 MVAR. dan tegangan *drop* tidak sesuai SPLN No. 72 Tahun 1978. dan dilakukan rekonfigurasi sistem untuk menaikkan tegangan dengan melakukan pemecahan beban dengan membangun penyulang baru.

Setelah dilakukan rekonfigurasi sistem menggunakan *software* ETAP dengan menggabarkan desain rekonfigurasi sistem pada penyulang teluk sirih dengan melakukan pemecahan beban dengan membangun penyulang baru. setelah dilakukan simulasi

maka didapatkan *drop* tegangan 19,222 kV dan *losses* daya aktif 60,47 KW *losses* 1.223,51 MVAR serta kWh jual GI naik menjadi 12,281 MW dan tegangan drop sudah sesuai SPLN No. 72 Tahun 1978

DAFTAR PUSTAKA

- . Julen Kartoni S., & Edy Ervianto. 2016. Analisa Rekonfigurasi Pembebanan Untuk Mengurangi Rugi – Rugi Daya Pada Saluran Distribusi 20 kV, Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Rachma Melinda, 2017. Studi Analisa Perhitungan Biaya Total Tahunan Penyulang Beruang Distribusi 20 kV di Gardu Induk Bukit Siguntang. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Suswanto, Daman., & Pulungan Ali, Basrah. (2009). Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Padang : Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.
- Torang Harison., & Firdaus. 2017. Analisa Rekonfigurasi Pada Feeder Sibuk Untuk Mengurangi Rugi – rugi Daya dan Drop Tegangan Menggunakan ETAP12.6. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Riau.