

STUDI REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI DI PENYULANG DENDANG PLN UP3 BELITUNG

Bayu Isnanto, Muhammad Jumnahdi^a, dan M. Yonggi Puriza

Jurusan Elektro, Universitas Bangka Belitung
Jl. Kampus Peradaban, Merawang, Kep. Bangka Belitung 33172, Indonesia

^aemail korespondensi: muhd.jumnahdi@gmail.com

ABSTRAK

PLN UP3 Belitung memiliki dua unit layanan pelanggan yaitu Unit Layanan Pelanggan Tanjungpandan & Unit Layanan Pelanggan Manggar. Unit Layanan Pelanggan Tanjungpandan memiliki dua *Service Point* yaitu *Service Point* Tanjung Binga & *Service Point* Membalong sedangkan Unit Layanan Pelanggan Manggar memiliki dua *Service Point* yaitu *Service Point* Pesak & *Service Point* Kampit. *Drop* tegangan merupakan permasalahan yang saat ini dihadapi oleh Unit Layanan Pelanggan Manggar. Unit Layanan Pelanggan Manggar *Service Point* Simpang Pesak Penyulang Dendang memiliki *drop* tegangan di 17,55 kV dan memiliki tegangan ujung yang rendah dan di bawah standar SPLN yaitu lebih kecil dari 18 kV (batas bawah tegangan standar 20 kV). *Drop* tegangan memiliki dampak yang besar bagi pelanggan maupun bagi PLN. Bagi pelanggan akan terasa di pelayanan yang kurang maksimal dari PLN nya sedangkan dari sisi PLN dirugikan dengan susut atau losses yang terjadi di jaringan dan akan mengurangi pendapatan PLN. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan rekonfigurasi jaringan. Dengan rekonfigurasi jaringan terdapat perbaikan tegangan ujung dari 17,55 kV menjadi 18,882 kV dengan melakukan pecah beban penyulang dendang. Dengan pembebanan dan panjang jaringan di bagi menjadi dua yaitu penyulang dendang sendiri di beban 1.488 kW dengan panjang jaringan 40 kMs dan penyulang baru di beban 1.157 kW dengan panjang jaringan 80 kMs

Kata kunci: *Drop* tegangan & rekonfigurasi

PENDAHULUAN

Unit Pelayanan Pelaksana Pelanggan Belitung memiliki dua Unit Layanan Pelanggan yaitu Unit Layanan Tanjungpandan & Unit Layanan Pelanggan Manggar. Unit Layanan Pelanggan Manggar merupakan Unit Layanan Pelanggan yang memiliki aset teknik meliputi SUTM sepanjang 554,347 kMs, SKTM sepanjang 6,395 kMs, SUTR sepanjang 440,083 kMs, gardu distribusi sebanyak 455 buah dengan daya 46.882 kVA. Lingkup kerja yang dimiliki Unit Layanan Pelanggan Manggar cukup luas yaitu seluruh Belitung Timur. Jumlah pelanggan yang dimiliki oleh Unit Layanan Pelanggan Manggar mencapai \pm 43.282 pelanggan. Di Unit Layanan Manggar *Service Point* Simpang Pesak terdapat Penyulang Dendang yang di Suplai dari GH Austindo yang interkoneksi dengan Penyulang Makasar di GI Dukong lewat penyulang Manado di GH Austindo. Penyulang Dendang memiliki panjang 80,00 kMs dengan penampang konduktor AAAC 70 mm² serta beban 2.645 kW.

Dari segi teknis, Penyulang Dendang *Service Point* Simpang Pesak menyalurkan jaringan dan area kerja yang cukup luas tersebut, namun Penyulang Dendang *Service Point* Pesak hanya mendapat suplai tenaga listrik dari dua sumber, yaitu PLTBG Austindo & Jalur Interkoneksi 20 KV GI Dukong – GH Austindo. Hal ini harus menjadi perhatian PLN karena dampaknya sangat besar antara lain adalah pembebanan yang melebihi KHA material dan peralatan yang menyebabkan peralatan mudah rusak dan terbakar, selain itu hal ini akan berdampak pada *drop* tegangan.

Terdapat beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut antara lain melakukan pemecahan beban dan membangun *ekspres feeder* serta menambah kapasitas pembangkit di PLTBG Austindo.

Terdapat berbagai alternatif yang dapat dipilih untuk mengatasi permasalahan sistem yang saat ini dihadapi oleh PLN *Service Point* Simpang Pesak. Berbagai alternatif tersebut harus dianalisa kebutuhan biaya yang ditimbulkan serta dipertimbangkan untuk keuntungan jangka panjang yang akan didapatkan.

Dengan pertumbuhan beban yang cukup tinggi dan untuk evakuasi daya dari pembangkit-pembangkit baru yang direncanakan, PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Belitung Unit Layanan Pelanggan Manggar *Service Point* Simpang Pesak harus menganalisa pecah beban penyulang, pembangunan *ekspres feeder* dan *uprating* penampang pada jaringan 20 kV *Service Point* Simpang Pesak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa kondisi sistem kelistrikan PT. PLN (Persero) UP3 Belitung ULP Manggar *Service Point* Simpang Pesak Penyulang Dendang. Dengan kondisi *drop* tegangan di penyulang dendang akan dapat dianalisa dari ketiga rekonfigurasi tindakan terbaik yang akan diambil untuk perbaikan kedepannya.

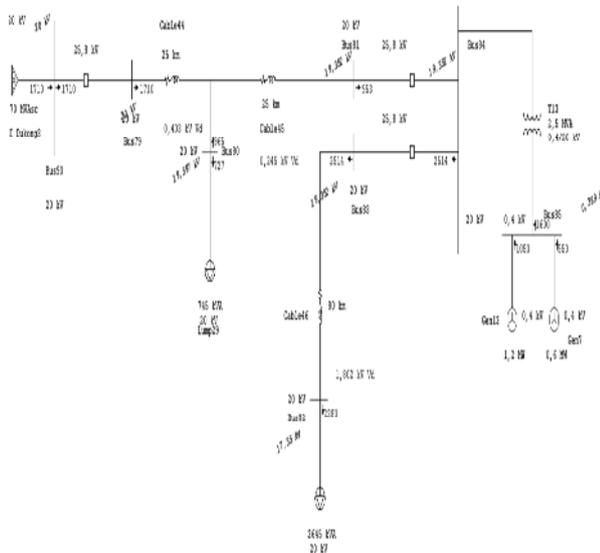
Setelah itu akan dianalisa untuk pecah beban penyulang, pembangunan *ekspres feeder* & *uprating* penampang konduktor baru. Dengan adanya *drop* tegangan di penyulang dendang, akan dapat direncanakan rekonfigurasi penyulang *eksisting* pada

jaringan 20 kV PT. PLN (Persero) UP3 Belitung ULP Manggar Service Point Simpang Pesak Penyulang Dendang. Setelah itu akan dibuat simulasi kondisi setelah pecah beban penyulang, pembangunan *ekspres feeder & uprating* penampang konduktor jaringan dengan menggunakan *software* aliran daya.

Setelah gambar jaringan menggunakan *software* aliran daya selesai, akan diambil *report* simulasi perbandingan *drop* tegangan jaringan sebelum dan sesudah dilakukan pecah beban penyulang, pembangunan *ekspres feeder & uprating* penampang konduktor jaringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelayakan Teknis



Gambar 1..Hasil Simulasi *software* aliran daya Kondisi *eksisting*

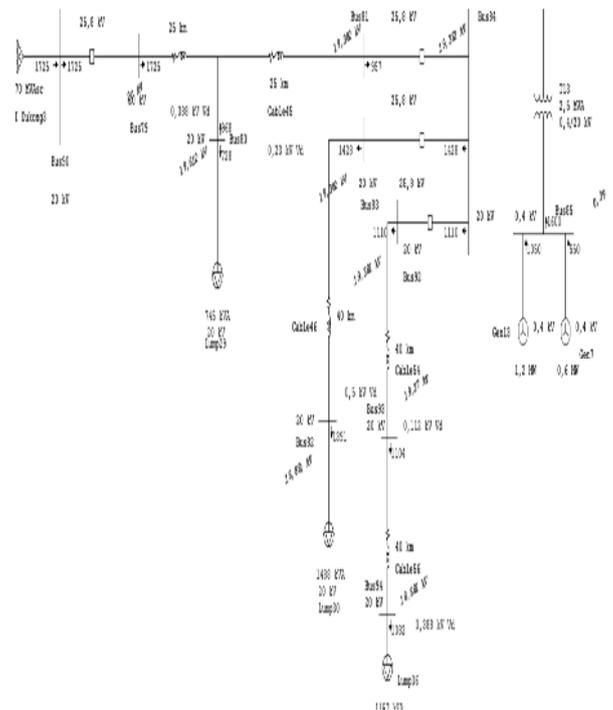
Branch Losses Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
Cable27	2.072	-0.770	-2.017	0.788	55.1	17.3	100.0	98.0	2.05
Cable30	1.290	-0.788	-1.263	0.796	26.8	8.5	98.0	96.8	1.19
T11	-1.244	-0.980	1.255	1.052	10.1	71.6	96.8	100.0	3.24
Cable32	2.507	0.184	-2.280	0.000	227.4	184.0	96.8	87.7	9.01
Cable44	1.686	0.289	-1.655	-0.265	30.8	24.9	100.0	98.0	2.01
Cable45	0.928	0.265	-0.918	-0.256	10.2	8.3	98.0	96.8	1.23
Cable46	-2.280	0.000	2.507	0.184	227.4	184.0	87.7	96.8	9.01
T13	-1.590	0.072	1.600	0.000	10.2	73.3	96.8	97.3	0.52
					598.0	570.8			

Gambar 2..Hasil *losses* Simulasi *software* aliran daya Kondisi *eksisting*

Dari gambar 1 & 2 hasil simulasi *software* aliran daya kondisi *eksisting* penyulang dendang didapat :

Tegangan ujung di 17,55 kV
Losses di 598 kW



Gambar 3..Hasil simulasi *software* aliran daya pecah beban penyulang

Branch Losses Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
Cable27	2.072	-0.770	-2.017	0.788	55.1	17.3	100.0	98.0	2.05
Cable30	1.290	-0.788	-1.263	0.796	26.8	8.5	98.0	96.8	1.19
T11	-1.244	-0.980	1.255	1.052	10.1	71.6	96.8	100.0	3.24
Cable32	2.507	0.184	-2.280	0.000	227.4	184.0	96.8	87.7	9.01
Cable44	1.717	0.167	-1.665	-0.142	31.3	25.3	100.0	98.1	1.94
Cable45	0.958	0.142	-0.947	-0.134	10.3	8.3	98.1	96.9	1.15
Cable46	-1.391	0.000	1.427	0.030	36.6	29.6	94.4	96.9	2.50
T13	-1.590	0.072	1.600	0.000	10.2	73.1	96.9	97.4	0.52
Cable54	1.110	0.032	-1.104	-0.038	6.1	24.1	96.9	96.4	0.56
Cable56	1.104	0.018	-1.082	0.000	22.1	17.9	96.4	94.4	1.94
					435.9	448.7			

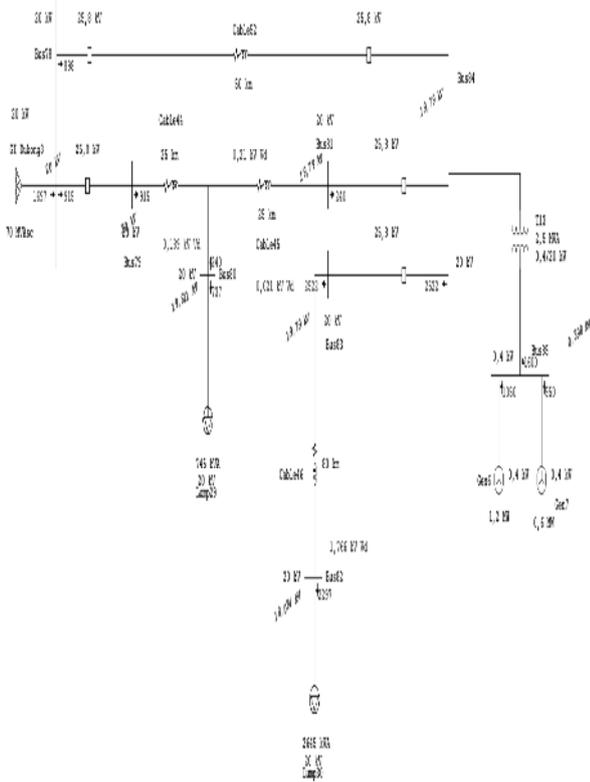
Gambar 4..Hasil *losses* Simulasi *software* aliran daya pecah beban penyulang

Dari gambar 3 & 4 hasil simulasi *software* aliran daya kondisi setelah pecah beban penyulang dendang didapat :

Tegangan ujung di penyulang dendang 18,881 kV dengan beban 1.488 kW.

Penyulang baru (hasil pecah penyulang dendang) 18,882 kV dengan beban 1.157 kW.

Losses yang di dapat 435,9 kW



Gambar 5. Hasil simulasi software aliran daya pembangunan *ekspres feeder*

Engineer: Study Case: LF Revision: Base
 Filename: Express Feeder 240 mm2 Config.: Normal

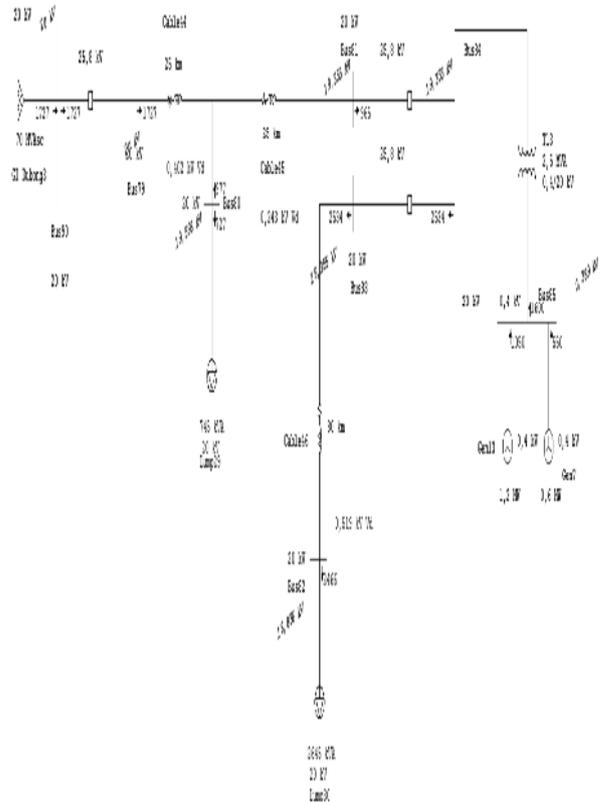
Branch Losses Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop		
	MW	Mvar	MW	Mvar	From	To	in	in Vmag	
Cable27	2.072	-0.770	-2.017	0.788	55.1	17.3	100.0	98.0	2.05
Cable30	1.280	-0.788	-1.263	0.796	26.8	8.5	98.0	96.8	1.19
T11	-1.244	-0.880	1.255	1.052	10.1	71.6	96.8	100.0	3.24
Cable32	2.507	0.184	-2.380	0.000	227.4	184.0	96.8	87.7	9.01
Cable52	0.781	0.445	-0.776	-0.454	4.7	10.9	100.0	99.0	1.05
Cable44	0.897	-0.184	-0.897	0.187	9.4	3.0	100.0	99.1	0.94
Cable45	0.850	-0.187	-0.850	0.188	8.7	0.2	99.1	99.0	0.10
Cable46	-2.287	0.000	2.529	0.148	218.9	177.1	99.1	99.0	8.83
T13	-1.590	0.069	1.600	0.000	8.7	69.2	99.0	99.2	0.51
					562.9	541.7			

Gambar 6. Hasil losses Simulasi software aliran daya pembangunan *ekspres feeder*

Dari gambar 5 & 6 hasil simulasi software aliran daya kondisi setelah pembangunan *ekspres feeder* didapat :

Tegangan ujung di 18,024 kV
 Losses di 562,9 kW



Gambar 7. Hasil simulasi software aliran daya *uprating penampang*

Branch Losses Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop		
	MW	Mvar	MW	Mvar	From	To	in	in Vmag	
Cable27	2.072	-0.770	-2.017	0.788	55.1	17.3	100.0	98.0	2.05
Cable30	1.280	-0.788	-1.263	0.796	26.8	8.5	98.0	96.8	1.19
T11	-1.244	-0.880	1.255	1.052	10.1	71.6	96.8	100.0	3.24
Cable32	2.507	0.184	-2.380	0.000	227.4	184.0	96.8	87.7	9.01
Cable44	1.709	0.254	-1.677	-0.228	31.4	25.4	100.0	98.0	2.01
Cable45	0.850	0.228	-0.859	-0.220	10.5	8.5	98.0	96.8	1.22
Cable46	-2.466	0.000	2.529	0.148	65.6	147.6	94.2	96.8	2.59
T13	-1.590	0.072	1.600	0.000	10.2	72.3	96.8	97.3	0.52
					495.1	535.2			

Gambar 8. Hasil losses Simulasi software aliran daya *uprating penampang*

Dari gambar 7 & 8 hasil simulasi software aliran daya kondisi setelah *uprating penampang* konduktor penyulang dendang didapat :

Tegangan ujung di 18,836 kV

Losses di 435,1 kW

Tabel 1. Analisa perbandingan hasil rekonfigurasi penyulang dendang dengan simulasi *software* aliran daya

No	Uraian	Kondisi Existing Penyulang Dendang	Pecah Beban				Pembangunan Express Feeder	Uprating Penampang Penyulang Dendang
			Penyulang Dendang	Penyulang Baru (Pecahan Penyulang Dendang)	AAAC	AAAC		
1	Konduktor							
	- Jenis	AAAC	AAAC	AAAC	AAAC	AAAC	AAAC	
	- Luas Penampang	70 mm ²	70 mm ²	240 mm ²	70 mm ²	240 mm ²	240 mm ²	
	- Panjang	80 kMs	40 kMs	40 kMs	40 kMs	50 kMs	80 kMs	
2	Mode Operasi							
	- GI Dukung	Swing	Swing	Swing	Swing	Swing	Swing	
	- Asutindo Unit 1 (1,2 MVA)	Voltage Control (1.050 kV)	Voltage Control (1.050 kV)	Voltage Control (1.050 kV)	Voltage Control (1.050 kV)	Voltage Control (1.050 kV)	Voltage Control (1.050 kV)	
	- Asutindo Unit 2 (0,63 MVA)	Voltage Control (550 kV)	Voltage Control (550 kV)	Voltage Control (550 kV)	Voltage Control (550 kV)	Voltage Control (550 kV)	Voltage Control (550 kV)	
3	Pembebanan							
	- Beban	2.640 kW	1.488 kW	1.157 kW	2.640 kW	2.640 kW	2.640 kW	
	- Jenis Beban	40 % Motor & 60 % Statis	40 % Motor & 60 % Statis	40 % Motor & 60 % Statis	40 % Motor & 60 % Statis	40 % Motor & 60 % Statis	40 % Motor & 60 % Statis	
4	Tegangan Ujung	17,55 kV	18,881 kV	18,882 kV	18,089 kV	18,886 kV	18,886 kV	
5	Losses	598 kW	435,9 kW	435,9 kW	566,2 kW	435,1 kW	435,1 kW	

Dari table 1 didapat tegangan ujung paling baik dari hasil simulasi *software* aliran daya dengan rekonfigurasi jaringan pecah beban penyulang yaitu di 18,882 kV dan losses terkecil dengan rekonfigurasi jaringan *uprating* penampang penyulang dendang yaitu di 435,1 kW. Dari ketiga rekonfigurasi secara teknis layak untuk di lakukan karena tegangan di atas batas bawah standar PLN yaitu diatas 18 kV.

Kelayakan Ekonomis

Tabel 2. Losses setelah pecah beban penyulang dendang dalam satu tahun

No	Uraian	Satuan	Jam	Hari	Rupiah / kWh	Susut		Nilai Total Susut Setahun		
						Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Selisih
			1	2	3	4	5	5 = 1x2 + 7x4	6 = 1x2 + 3x5	7 = 5 - 6
1	Energi susut dalam setahun (365 hari)	kWh	24	365	1.300	598	435,9	5.238.480	3.818.484	1.419.996
2	Rupiah dalam setahun (365 hari)	Rp						6.810.024.000	4.964.029.200	1.845.994.800

Dari table 2 di dapat *saving* kWh sebesar 1.419.996 kWh dan jika dirupiahkan senilai Rp. 1.845.994.800,-. Dari nilai keuntungan tersebut maka akan dapat dihitung dan dianalisa kelayakan ekonomi dari pecah beban penyulang dendang tersebut.

Tabel 3. Rekapitulasi anggaran biaya pecah beban penyulang dendang

No	Uraian	Volume	Sat	Jumlah Rp
1	Kutubekal Penyulang	1	Set	830.262.150
2	Pembangunan Jaringan 20 kV	40	kms	6.710.000.000
Jumlah				7.540.262.150

Dari rekapitulasi biaya pada table 3 dapat diketahui bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk pecah beban penyulang dendang adalah sebesar Rp. 7.540.262.150, -. Biaya tersebut dikeluarkan dalam jangka waktu 1 tahun (asumsi lama pembangunan jaringan 20 kV). Dalam masa operasi pembangunan jaringan 20 kV membutuhkan biaya operasi dan pemeliharaan sebesar 3% dari biaya investasi, biaya operasi dan pemeliharaan ini akan dikeluarkan setiap tahun. Dengan mengetahui biaya investasi dan biaya

operasi dan pemeliharaan (*OM*) akan dapat disusun kelayakan ekonomi dari pecah beban penyulang dendang.

Pembangunan jaringan 20 kV memiliki beberapa asumsi antara lain :

1. *Lifetime* jaringan 20 kV : 20
2. *Capital Cost* : Rp 7.540.262.150
2. *O&M (Fix Cost)* : Rp 226.207.864,-

Dengan Perhitungan *net cash flow* tanpa nilai uang untuk investasi pecah beban penyulang dendang di dapat *IRR* dari *net cash flow* tahun ke 1 sampai dengan tahun ke 20 sebesar 30,27 %.

Perhitungan *net cash flow* dengan *discount factor* untuk investasi pecah beban penyulang dendang tahun ke 1 sampai dengan tahun ke 20 didapat *revenue* sebesar Rp. 33.563.541.818,- dan cost dari nilai investasi ditambah dengan biaya *OM* dari tahun ke 1 sampai dengan tahun ke 20 sebesar Rp. 11.255.857.754.

1. Menghitung *NPV* dari table 4.12
 $NPV = \text{Pendapatan} - \text{Pbiaya}$
 $= \text{Rp. } 33.563.541.818 - \text{Rp. } 11.255.857.754$
 $= \text{Rp. } 22.307.684.064,-$
2. Menghitung *B/C ratio* dari table 4.12
 $B/C = \text{Pendapatan} / \text{Pbiaya}$
 $= \text{Rp. } 33.563.541.818 / \text{Rp. } 11.255.857.754$
 $= 2,98 \text{ kali}$
3. Menghitung *IRR* dari table 4.11 didapat nilai *IRR* sebesar 30,27% dengan *MARR* sebesar 10 %.
4. Hasil analisis dengan *BC Ratio*, *NPV* dan *IRR*

Dari hasil perhitungan diperoleh gambaran kelayakan ekonomis investasi dimana nilai hitung *BC Ratio* > 1; *NPV* > 0 dan *IRR* > *MARR*, dengan demikian pecah beban penyulang dendang adalah layak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi *software* aliran daya dan analisa kondisi *eksisting* penyulang dendang, pecah beban penyulang, pembangunan *ekspres feeder* ataupun *uprating* penampang konduktor, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Simulasi penyulang dendang menggunakan *software* aliran daya di dapat tegangan ujung yang ada 17,55 kV.
2. Dari hasil simulasi pecah beban penyulang dendang didapat tegangan ujung di penyulang dendang 18,881 kV dan penyulang baru (pecah penyulang dendang) 18,882 kV.
3. Dari hasil simulasi pembangunan *ekspres feeder* didapat tegangan ujung 18,089 kV.
4. Dari hasil simulasi *uprating* penampang penyulang dendang didapat tegangan ujung 18,836 kV.
5. Dari hasil perhitungan kelayakan ekonomi pembangunan jaringan pecah beban penyulang dendang diperoleh gambaran kelayakan investasi dimana nilai hitung *BC Ratio* > 1; *NPV* > 0 dan *IRR* > *MARR*, dengan demikian pembangunan jaringan pecah beban penyulang dendang adalah layak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh dosen teknik elektro Universitas Bangka Belitung yang telah memberikan saran saran perbaikan pada makalah ini.

REFERENSI

Ariyani, Khairul. 2008. *Inspeksi Jaringan Distribusi Dan Pemetaan Gardu Rayon Kenten Palembang*. 2014. diakses pada tanggal 15 Maret 2016.

A.S. Pabla. 1990. *Sistim Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Jakarta.

Bambang Winardi, Heru Winarno, dan Kurnanda Rizky Aditama. *Pemindahan Beban Penyulang Untuk Mengatasi Drop Tegangan dan Rugi Daya pada Penyulang PT. PLN (Persero) Area Semarang Rayon Tegowanu*, diakses pada tanggal 9 Juli 2016

Dadang Iskandar. 2013. *Sistem Informasi Gardu Induk dan Gardu Distribusi Berbasis Web*, Jurnal Ilmiah, ISSN 2301 – 4156, diakses pada tanggal 8 April 2016.

Erhaneli. 2016. *Pengaruh Penambahan Jaringan Terhadap Drop Tegangan Pada Sutm 20 kV Feeder Kersik Tuo Rayon Kersik Tuo Kabupaten Kerinci*, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang

Evan, H. 2011. *Ekonomi Teknik*, Gorontalo.

Gonen, Turan. 1986. *Electric Power Distribution System Engineering* Mc Graw Hill New York.

Harun, Dadan. 2006. *Prinsip – Prinsip Ekonomi Teknik*

Iham Akbar Sukmawan, Kartono, dan Munawar Agus Riyadi, 2015, *Analisis Kebutuhan Gardu Induk Untuk Perbaikan Sistem Distribusi Daya Listrik Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

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

Saefullloh. 2014. *Perencanaan Pengembangan Gardu Induk Untuk 10 Tahun Kedepan*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

SPLN-72-1987. *Spesifikasi Desain Jaringan Tegangan Menengah*

SPLN-1-1995. *Tegangan- Tegangan Standar*

PLN UP3 Belitung 2019. *Data Laporan Kondisi Listrik (Konlis)*.

PLN UP3 Belitung 2019. *Single Line Diagram Transmisi Sistem Bangka, Buku Operasi Sistem*.

PLN UP3 Belitung 2019. *Data Asset Distribusi, Laporan Iktisar Teknik Bulanan*.