

Analisis Perbaikan Susut Daya Pada Jaringan Distribusi Pt.Pln (Persero) Ulp Jayapura Penyulang Bougenville

Analysis Of Power Loss Improvements In The Distribution Network At Pt. Pln (Persero) Ulp Jayapura, Bougenville Feeder

Ekawati Margaretha Ohee
Jurusan Teknik Elektro, Jayapura

Dultudes Mangopo
Jurusan Teknik Elektro, Jayapura

Email : watiohee@ymail.com

Article History:

Received: 22 Oktober 2022
Revised: 30 November 2022
Accepted: 22 Desember 2022

Keywords: Power Loss,
Voltage Drop, and Network
Repair.

Abstrak. The emergence of power losses caused by causes that are technical and non-technical. This study aims to determine the magnitude of the power losses and methods of repairing the power losses that occur in the primary distribution network of Teluk Jayapura Bougenville Feeders. The method used in this research is collecting primary data and measuring the load on distribution transformers, measuring the length of the distribution network using GPS. Based on the results of the magnitude of the voltage drop on the Bougenville Jayapura feeder based on the software ETAP 12.6.0, it is 7.465 kV or 37.33%. Meanwhile, the power loss figure is 33.926 kW or 15.17%. The simulation of suppressing power loss and voltage drop on the Jayapura Bougenville feeder is done by cutting or separating the old feeder network. The value of the power loss and voltage drop of the New Bougenville feeder based on the results of suppression of losses by cutting/repairing the network based on the software ETAP 12.6.0, is 15.17 kW or 0.21% and 0.02 kV or 1.0%. There was a decrease in the value of power loss and voltage drop in PT.PLN (Persero) ULP Jayapura's Bougenville feeder after network separation

Abstrak. Munculnya susut daya diakibatkan oleh sebab-sebab yang sifatnya teknis dan non teknis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya susut daya dan metode perbaikan susut daya yang terjadi pada jaringan distribusi primer Penyulang Bougenville Jayapura. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan pengukuran beban pada trafo distribusi, mengukur panjang jaringan distribusi dengan menggunakan GPS. Berdasarkan hasil besarnya jatuh tegangan pada penyulang Bougenville Jayapura berdasarkan software ETAP 12.6.0, adalah sebesar 7,465 kV atau 37,33%. Sedangkan nilai angka susut

daya atau rugi daya adalah sebesar 33,926 kW atau 15,17%. Simulasi penekanan susut daya dan jatuh tegangan pada penyulang Bougenville Jayapura yang dilakukan adalah dengan memotong atau memisahkan jaringan penyulang lama. Nilai susut daya dan jatuh tegangan penyulang Bougenville Baru berdasarkan hasil dari penekanan susut dengan memotong/perbaikan jaringan berdasarkan *software* ETAP 12.6.0, adalah sebesar 15,17 kW atau 0,21% dan 0,02 kV atau 1,0%. Terjadi penurunan nilai susut daya dan jatuh tegangan pada penyulang Bougenville PT.PLN (Persero) ULP Jayapura setelah dilakukan pemisahan jaringan

Kata Kunci: Susut Daya, Jatuh Tegangan, dan Perbaikan Jaringan.

PENDAHULUAN

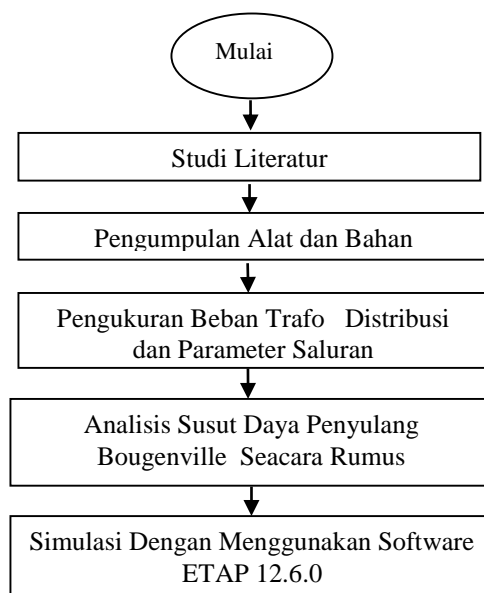
Munculnya susut daya diakibatkan oleh sebab-sebab yang sifatnya teknis dan non teknis. Penyebab susut yang bersifat teknis pada jaringan distribusi adalah semata-mata disebabkan oleh adanya kandungan tahanan dalam penghantar yang sifatnya permanen. Penghantar yang ideal seharusnya tidak memiliki tahanan, namun pada kenyataannya setiap benda memiliki tahanan terhadap listrik (Setyawan, 2012).

Penelitian ini untuk mengetahui besarnya susut daya yang terjadi pada jaringan distribusi primer Penyulang Bougenville Jayapura.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer dengan metode pengambilan data secara langsung kelapangan dengan cara melakukan observasi dan pengukuran beban pada trafo distribusi, mengukur panjang jaringan distribusi dengan menggunakan GPS. Setelah data-data dikumpulkan maka selanjutnya akan diolah dengan menganalisis data dengan rumus susut daya.

Dari hasil analisis akan diketahui persentase pembebanan setiap trafo, susut daya trafo sebagai pedoman untuk mengetahui nilai dan parameter apa saja yang akan digunakan untuk perbaikan susut daya pada jaringan distribusi tersebut. Secara khusus juga output dari penelitian ini sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya di tahun 2023 untuk menghitung jatuh tegangan pada jaringan distribusi penyulang Bougenville. Khusus bagi PLN hasil penelitian ini sangat membantu untuk mengevaluasi jaringan distribusi primer untuk segera melakukan perbaikan atau rekondutor penghantar yaitu dengan mengganti luas penampang menjadi lebih besar dan mengganti jenis penampang konduktor sehingga susut daya dapat diminimalisir.

METODE PENELITIAN





Gambar 1. Diagram alir penelitian susut daya pada Trafo distribusi pada Penyulang Bougenville

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Kondisi Eksisting Penyulang Bougenville

Dalam penelitian ini, yang digunakan sebagai bahan mentah untuk dilakukan perhitungan serta simulasi Etap 12.6.0 terhadap rugi daya dan jatuh tegangan adalah sebagai berikut:

b. Data Beban Diameter, Panjang Jaringan Per-section Penyulang Bougenville

Tabel 1. Data Beban Diameter, Panjang Jaringan Per-section Penyulang Bougenville.

NO.	NO. GARDU	PENGHANTAR		PANJANG JARINGAN (m)	R (ohm/km)	X (ohm/km)
		JENIS	DIAMETER (mm ²)			
31	ABE143-K	AAAC	150	100	0.2162	0.3305
32	ABE228-K	AAAC	150	237	0.2162	0.3305
33	ABE154-K	AAAC	150	53	0.2162	0.3305
34	ABE088-K	AAAC	150	42	0.2162	0.3305
35	ABE148-K	AAAC	150	104	0.2162	0.3305
36	ABE261-K	AAAC	150	48	0.2162	0.3305
37	ABE183-K	AAAC	150	90	0.2162	0.3305
38	ABE134-K	AAAC	150	90	0.2162	0.3305
39	ABE082	AAAC	150	117	0.2162	0.3305
40	ABE330	AAAC	150	117	0.2162	0.3305
41	ABE331-K	AAAC	150	126	0.2162	0.3305
42	ABE096	AAAC	150	145	0.2162	0.3305
43	ABE427	AAAC	150	111	0.2162	0.3305
44	ABE209	AAAC	150	200	0.2162	0.3305
45	ABE295	AAAC	150	190	0.2162	0.3305
46	ABE323	AAAC	150	44	0.2162	0.3305
47	ABE119-K	AAAC	150	93	0.2162	0.3305
48	ABE458	AAAC	150	195	0.2162	0.3305
49	ABE090	AAAC	150	244	0.2162	0.3305
50	ABE120-K	AAAC	150	148	0.2162	0.3305
51	ABE277	AAAC	150	244	0.2162	0.3305
52	ABE259-K	AAAC	150	88	0.2162	0.3305
53	ABE236-K	AAAC	150	82	0.2162	0.3305
54	ABE129	AAAC	150	121	0.2162	0.3305
55	ABE219-K	AAAC	150	95	0.2162	0.3305
56	ABE005	AAAC	150	56	0.2162	0.3305
57	ABE400	AAAC	150	45	0.2162	0.3305
58	ABE254-K	AAAC	150	55	0.2162	0.3305
59	ABE167-K	AAAC	150	93	0.2162	0.3305
60	ABE004	AAAC	150	102	0.2162	0.3305
61	ABE300	AAAC	150	102	0.2162	0.3305
62	ABE180	AAAC	150	62	0.2162	0.3305
63	ABE128	AAAC	150	78	0.2162	0.3305
64	ABE216	AAAC	150	58	0.2162	0.3305

Tabel 2. Data Daya Trafo, Beban Trafo, Tegangan Arus Pembebanan, Cos Phi dan Sin Phi Per-section Penyulang Bougenville

NO.	NO. GARDU	FASA		DAYA TRAF0 (KVA)	BEBAN TRAF0		PERSEN (%)	TEGANGAN (V)	ARUS BEBAN (A)	COS PHI	SIN PHI
		1	3		KVA	KW					
1	ABE413		3	100	70.78	60.1530	71	400	144.3376	0.85	0.64
2	ABE412	1		100	12.71	10.8035	13	400	144.3376	0.85	0.64
3	ABE091		3	160	100.75	85.6375	63	400	230.9401	0.85	0.64
4	ABE317		3	100	45.02	38.2670	45	400	144.3376	0.85	0.64
5	ABE395		3	160	55.70	47.3450	35	400	230.9401	0.85	0.64
6	ABE026		3	200	103.75	88.1875	52	400	288.6751	0.85	0.64
7	ABE299		3	250	100.11	85.0935	40	400	360.8439	0.85	0.64
8	ABE111		3	200	86.13	73.2105	43	400	288.6751	0.85	0.64
9	ABE224-K	1		25	3.44	2.9240	14	400	36.0844	0.85	0.64
10	ABE152		3	200	145.36	123.5560	73	400	288.6751	0.85	0.64
11	ABE304		3	100	63.85	54.2725	64	400	144.3376	0.85	0.64
12	ABE068		3	250	162.31	137.9635	65	400	360.8439	0.85	0.64
13	ABE036		3	400	282.73	240.3205	71	400	577.3503	0.85	0.64
14	ABE185-K		3	100	0.56	0.4760	1	400	144.3376	0.85	0.64
15	ABE357	1		100	70.68	60.0780	71	400	144.3376	0.85	0.64
16	ABE173		3	200	173.76	147.6960	87	400	288.6751	0.85	0.64
17	ABE375		3	100	60.78	51.6630	61	400	144.3376	0.85	0.64
18	ABE157-K		3	25	10.59	9.0015	42	400	36.0844	0.85	0.64
19	ABE327		3	100	62.45	53.0825	62	400	144.3376	0.85	0.64
20	ABE326		3	100	59.84	50.8640	60	400	144.3376	0.85	0.64
21	ABE032		3	400	314.94	267.6990	79	400	577.3503	0.85	0.64
22	ABE296		3	200	23.42	19.9070	12	400	288.6751	0.85	0.64
23	ABE170		3	200	130.12	110.6020	65	400	288.6751	0.85	0.64
24	ABE464		3	100	43.12	43.1200	43	400	144.3376	1.00	0.00
25	ABE015		3	250	85.85	72.9725	34	400	360.8439	0.85	0.64
26	ABE298		3	160	88.40	75.1740	55	400	230.9401	0.85	0.64
27	ABE311		3	100	40.73	34.6205	41	400	144.3376	0.85	0.64
28	ABE325	1		200	110.59	94.0015	55	400	288.6751	0.85	0.64
29	ABE006		3	250	144.26	122.6210	58	400	360.8439	0.85	0.64
30	ABE350-K	1		800	140.18	119.1530	18	400	1154.7005	0.85	0.64
31	ABE143-K		3	100	42.03	35.7255	42	400	144.3376	0.85	0.64
32	ABE228-K	1		100	1.30	1.1050	1	400	144.3376	0.85	0.64
33	ABE154-K		3	1250	0.00	0.0000	0.00	400	1804.2195	#DIV/0!	0.64
34	ABE088-K		3	200	43.68	37.1280	22	400	288.6751	0.85	0.64
35	ABE148-K		3	400	111.65	94.9025	28	400	577.3503	0.85	0.64
36	ABE261-K		3	160	51.86	44.0810	32	400	230.9401	0.85	0.64
37	ABE183-K		3	200	32.96	28.0160	16	400	288.6751	0.85	0.64
38	ABE134-K		3	200	17.84	15.1640	9	400	288.6751	0.85	0.64
39	ABE082		3	200	131.16	111.4860	66	400	288.6751	0.85	0.64
40	ABE330		3	100	51.03	43.3755	51	400	144.3376	0.85	0.64
41	ABE331-K	1		100	7.33	6.2305	7	400	144.3376	0.85	0.64
42	ABE096		3	200	135.16	114.8860	68	400	288.6751	0.85	0.64
43	ABE427	1		250	4.56	3.8760	2	400	360.8439	0.85	0.64
44	ABE209		3	160	100.22	85.1870	63	400	230.9401	0.85	0.64
45	ABE295		3	100	80.27	68.2295	80	400	144.3376	0.85	0.64
46	ABE323		3	160	90.63	77.0355	57	400	230.9401	0.85	0.64
47	ABE119-K		3	400	40.18	34.1530	10	400	577.3503	0.85	0.64
48	ABE458		3	100	40.99	34.8415	41	400	144.3376	0.85	0.64
49	ABE090		3	200	105.00	89.2500	53	400	288.6751	0.85	0.64
50	ABE120-K		3	200	96.01	81.6085	48	400	288.6751	0.85	0.64
51	ABE277	1		160	97.53	82.9005	61	400	230.9401	0.85	0.64
52	ABE259-K		3	630	21.62	17.8670	3	400	909.3267	0.83	0.64
53	ABE236-K		3	160	38.62	32.8270	24	400	230.9401	0.85	0.64
54	ABE129		3	100	69.90	59.4150	70	400	144.3376	0.85	0.64
55	ABE219-K		3	100	17.65	15.0025	18	400	144.3376	0.85	0.64
56	ABE005		3	160	115.64	98.2940	72	400	230.9401	0.85	0.64
57	ABE400		3	200	36.60	31.1100	18	400	288.6751	0.85	0.64
58	ABE254-K		3	100	29.95	25.4575	30	400	144.3376	0.85	0.64
59	ABE167-K		3	50	6.29	5.3465	13	400	72.1688	0.85	0.64
60	ABE004		3	250	153.62	130.5770	61	400	360.8439	0.85	0.64
61	ABE300	1		200	63.26	53.7710	32	400	288.6751	0.85	0.64
62	ABE180	1		200	115.41	98.0905	58	400	288.6751	0.85	0.64
63	ABE128	1		200	157.20	133.6200	79	400	288.6751	0.85	0.64
64	ABE216	1		50	9.98	8.4830	20	400	72.1688	0.85	0.64

Hasil dan Analisa

1. Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Berdasarkan Perhitungan

Untuk menghitung besarnya nilai rugi daya dan jatuhtegangan pada Penyulang Bougenville dengan menggunakan persamaan-persamaan yang, maka besarnya arus yang digunakan adalah, Maka nilai jatuh tegangan atau susut tegangan padanpenyulang Bougenville yaitu:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan Penyulang Bougenville

NO.	TITIK DROP TEGANGAN (KV)	PANJANG JARINGAN (Km)	R (Ohm/Km)	X (Ohm/Km)	COS PHI	SIN PHI	Arus (A)	ΔV-DROP TEGANGAN (Volt)
1	20	1.147	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.338	57.05
2	20	0.192	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
3	20	0.503	0.2162	0.3305	0.85	0.64	230.9401	91.29
4	20	0.05	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
5	20	0.128	0.2162	0.3305	0.85	0.64	230.9401	91.29
6	20	0.472	0.2162	0.3305	0.85	0.64	288.6751	114.11
7	20	0.052	0.2162	0.3305	0.85	0.64	360.8439	142.64
8	20	0.213	0.2162	0.3305	0.85	0.64	288.6751	114.11
9	20	0.191	0.2162	0.3305	0.85	0.64	36.08439	14.26
10	20	0.08	0.2162	0.3305	0.85	0.64	288.6751	114.11
11	20	0.055	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
12	20	0.097	0.2162	0.3305	0.85	0.64	360.8439	142.64
13	20	0.258	0.2162	0.3305	0.85	0.64	577.3503	228.22
14	20	0.056	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
15	20	0.103	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
16	20	0.138	0.2162	0.3305	0.85	0.64	288.6751	114.11
17	20	0.045	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
18	20	0.052	0.2162	0.3305	0.85	0.64	36.08439	14.26
19	20	0.26	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
20	20	0.042	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
21	20	0.043	0.2162	0.3305	0.85	0.64	577.3503	228.22
22	20	0.071	0.2162	0.3305	0.85	0.64	288.6751	114.11
23	20	0.052	0.2162	0.3305	0.85	0.64	288.6751	114.11
24	20	0.178	0.2162	0.3305	1	0	144.3376	31.21
25	20	0.107	0.2162	0.3305	0.85	0.64	360.8439	142.64
26	20	0.107	0.2162	0.3305	0.85	0.64	230.9401	91.31
27	20	0.271	0.2162	0.3305	0.85	0.64	144.3376	57.06
28	20	0.314	0.2162	0.3305	0.85	0.64	288.6751	114.11
29	20	0.05	0.2162	0.3305	0.85	0.64	360.8439	142.64

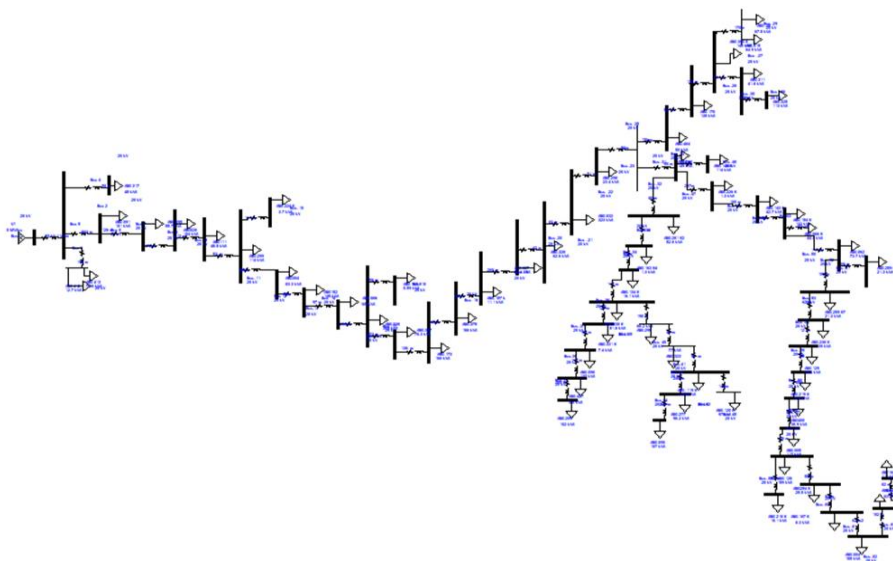
Jadi total jatuh tegangan pada penyulang Bougenville adalah $\Delta V = 7,465.43$ Volt atau dalam satuan % = 37,32%

Tabel 4. Hasil Perhitungan Susut Daya Penyulang Bougenville

NO	NAMA SALURAN	DARI	KE	ARUS (A)	PANJANG JARINGAN (m)	R (ohm/km)	COS	RUGI DAYA (KW)
1	BUS 1	ABE413	ABE412	141.70	1147	0.2162	0.85	12,697
2	BUS 2	ABE412	ABE091	141.70	192	0.2162	0.85	2,125
3	BUS 3	ABE091	ABE317	2.40	503	0.2162	0.85	2
4	BUS 4	ABE317	ABE395	1.30	50	0.2162	0.85	0
5	BUS 5	ABE395	ABE026	138.00	128	0.2162	0.85	1,344
6	BUS 6	ABE026	ABE299	135.10	472	0.2162	0.85	4,750
7	BUS 7	ABE299	ABE111	133.50	52	0.2162	0.85	511
8	BUS 8	ABE111	ABE224-K	130.60	213	0.2162	0.85	2,003
9	BUS 9	ABE224-K	ABE152	129.80	191	0.2162	0.85	1,774
10	BUS 10	ABE152	ABE304	0.10	80	0.2162	0.85	0
11	BUS 11	ABE304	ABE068	126.50	55	0.2162	0.85	485
12	BUS 12	ABE068	ABE036	124.70	97	0.2162	0.85	832
13	BUS 13	ABE036	ABE185-K	120.70	258	0.2162	0.85	2,072
14	BUS 14	ABE185-K	ABE357	115.50	56	0.2162	0.85	412
15	BUS 15	ABE357	ABE173	106.80	103	0.2162	0.85	648
16	BUS 16	ABE173	ABE375	0.00	138	0.2162	0.85	-
17	BUS 17	ABE375	ABE157-K	104.60	45	0.2162	0.85	271
18	BUS 18	ABE157-K	ABE327	99.30	52	0.2162	0.85	283
19	BUS 19	ABE327	ABE326	94.00	260	0.2162	0.85	1,267
20	BUS 20	ABE326	ABE032	93.70	42	0.2162	0.85	203
21	BUS 21	ABE032	ABE296	91.90	43	0.2162	0.85	200
22	BUS 22	ABE296	ABE170	90.20	71	0.2162	0.85	318
23	BUS 23	ABE170	ABE464	81.00	52	0.2162	0.85	188
24	BUS 24	ABE464	ABE015	80.40	178	0.2162	0.85	634
25	BUS 25	ABE015	ABE298	18.60	107	0.2162	0.85	20
26	BUS 26	ABE298	ABE311	17.20	107	0.2162	0.85	17
27	BUS 27	ABE311	ABE325	13.40	271	0.2162	0.85	27
28	BUS 28	ABE325	ABE006	4.40	314	0.2162	0.85	3
29	BUS 29	ABE006	ABE350-K	4.90	50	0.2162	0.85	1

Total susut daya pada saluran : Psaluran = 33,926 KW atau dalam satuan % = 15,17 %

2. Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Berdasarkan Etap 12.6.0



Gambar. 2 Single line Diagram Penyulang Bougenville Sebelum dilakukan Perbaikan

Program simulasi Etap 12.6.0 digunakan untuk evaluasi sebuah *feeder* melalui analisa aliran daya. Pada penelitian ini program Etap 12.6.0 digunakan untuk mengetahui hasil rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang Bougenville berdasarkan kondisi *existing* pada tahun 2022. Untuk melakukan simulasi tersebut dengan menggunakan *software* Etap 12.6.0 jaringan yang akan disimulasikan harus digambarkan dulu ke dalam *software* Etap 12.6.0 Setelah penggambaran jaringan penyulang Bougenville, yang dilakukan adalah pengisian rating dari komponen komponen yang digambarkan. Setelah seluruh komponen pada jaringan digambar dan diisikan ratingnya, maka simulasi dapat dijalankan.

Berdasarkan simulasi aliran daya tersebut maka dapat diperoleh besar nilai susut tegangan dan susut teknisyang dapat dilihat di *text report*.

Branch Losses Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Via % Drop in Volt	
	ID	MVA	MVA	MVA	kW	kvar	From	To		
1147m	0.662	0.338	-0.662	-0.338	0.0	0.1	98.2	98.2	0.01	
126m	0.203	0.132	-0.203	-0.132	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
190m	0.417	0.179	-0.417	-0.179	0.1	0.1	98.2	98.2	0.02	
145m	0.197	0.128	-0.197	-0.128	0.0	0.0	98.2	98.2	0.01	
111m	0.086	0.056	-0.086	-0.056	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
200m	0.082	0.054	-0.082	-0.054	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
44m	0.351	0.179	-0.351	-0.179	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
93m	0.277	0.179	-0.277	-0.179	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
148m	0.078	0.050	-0.077	-0.050	0.5	0.7	98.2	97.3	0.85	
244m	0.166	0.107	-0.166	-0.107	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
244m	0.086	0.056	-0.086	-0.056	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
100m	0.870	0.563	-0.870	-0.563	0.1	0.1	98.2	98.2	0.01	
53m	0.835	0.540	-0.835	-0.540	0.1	0.1	98.2	98.2	0.02	
117m	0.714	0.502	-0.714	-0.502	0.0	0.1	98.2	98.2	0.01	
88m	0.017	0.011	-0.017	-0.011	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00	
102m	0.685	0.420	-0.685	-0.420	0.0	0.1	98.2	98.2	0.01	
81m	0.668	0.409	-0.668	-0.409	0.0	0.0	98.2	98.2	0.01	
121m	0.636	0.389	-0.636	-0.389	0.0	0.1	98.2	98.2	0.01	
95	0.579	0.352	-0.579	-0.352	0.0	0.0	98.2	98.2	0.01	
138m		2.998	1.957	-2.997	-1.955	1.0	1.5	98.5	98.4	0.05

45 m	2.854	1.823	-2.854	-1.822	0.3	0.4	98.4	98.4	0.01										
52 m	2.710	1.710	-2.710	-1.710	0.3	0.5	98.4	98.4	0.02	45m	0.565	0.343	-0.565	-0.343	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00
260 m	2.701	1.703	-2.700	-1.701	1.5	2.3	98.4	98.3	0.08	56m	0.535	0.324	-0.535	-0.324	0.0	0.1	98.2	98.2	0.01
42 m	2.651	1.667	-2.650	-1.667	0.2	0.4	98.3	98.3	0.01	78 m	0.440	0.263	-0.440	-0.263	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00
43 m	2.601	1.631	-2.601	-1.631	0.2	0.3	98.3	98.3	0.01	53 m	0.302	0.176	-0.302	-0.176	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00
71 m	2.352	1.443	-2.351	-1.443	0.3	0.5	98.3	98.3	0.02	58 m	0.008	0.005	-0.008	-0.005	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00
50 m	2.333	1.430	-2.333	-1.429	0.2	0.3	98.3	98.3	0.01	93 m	0.278	0.176	-0.278	-0.176	0.0	0.0	98.2	98.1	0.00
50 m	1.802	1.083	-1.801	-1.083	0.1	0.2	98.3	98.3	0.01	82 m ²	0.272	0.173	-0.272	-0.173	0.0	0.0	98.1	98.1	0.00
178 m	0.531	0.346	-0.531	-0.346	0.0	0.1	98.3	98.3	0.01	102 m	0.146	0.092	-0.146	-0.092	0.0	0.0	98.1	98.1	0.00
52 m	0.490	0.321	-0.490	-0.321	0.0	0.0	98.3	98.2	0.00	62 m	0.095	0.060	-0.095	-0.060	0.0	0.0	98.1	98.1	0.00
130 m	0.382	0.248	-0.382	-0.247	0.0	0.1	98.2	98.2	0.02										
170 m	0.143	0.085	-0.143	-0.085	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00										
271 m	0.124	0.083	-0.124	-0.083	0.0	0.0	98.2	98.2	0.01										
314 m	0.091	0.061	-0.091	-0.061	0.0	0.0	98.2	98.2	0.00										
48 m	0.720	0.377	-0.720	-0.376	0.1	0.1	98.3	98.2	0.01										
104 m	0.091	0.061	-0.091	-0.061	0.0	0.0	98.3	98.3	0.00										
237 m	0.871	0.564	-0.871	-0.564	0.1	0.2	98.3	98.2	0.02										
90 m	0.678	0.349	-0.678	-0.349	0.0	0.0	98.2	98.2	0.01										
90 m	0.677	0.348	-0.677	-0.348	0.0	0.0	98.2	98.2	0.01										
																47.0	71.8		

3. Pemodelan dan Perhitungan Rugi Daya dan Jatuh Tegangan berdasarkan Kondisi

Gambar 5. Report Simulasi Etap 12.6.0

Setelah Pemisahan Jaringan

a. Pemisahan Jaringan

Pemisahan jaringan dilakukan untuk membagi beban penyulang Bougenville. Tepatnya pada simulasi perencanaan kali ini penyulang Bougenville terputus pada **Gardu ABE228-K**. Untuk konduktor tambahan sebagai penghubung antara **Gardu ABE228-K** ke Gardu Induk Skyline yang nantinya akan menjadi penyulang Bougenville Baru digunakan konduktor AAAC 240 mm². Pemilihan konduktor ini berdasarkan nilai impedansi yang kecil dari konduktor jenis tersebut.

Untuk data yang digunakan pada kondisi setelah pembangunan jaring baru Bougenville Baru sama dengan kondisi *existing* penyulang Bougenville yaitu meliputi data impedansi kabel jaringan Bougenville, panjang jaringan Bougenville serta data beban per-*section* pada penyulang Bougenville. Hal ini dikarenakan kedua penyulang tersebut menyuplai daerah yang sama. Yang membedakan hanya jenis konduktor tambahan yang digunakan. Maka setelah pembangunan jaring baru diperoleh pemisahan jaringan menggunakan Etap 12.6.0, sama dengan yang telah dilakukan untuk data *existing*. Yaitu dengan menggambar jaringan Bougenville dan jaringan Bougenville Baru setelah pemisahan jaringan, memasukkan data rating sesuai tabel 4 dan 5, dan melakukan simulasi aliran daya pada Penyulang Bougenville dan Penyulang Bougenville Baru.

Tabel 5. Arus Beban dan Konduktor Penyulang Bougenville setelah Pemisahan

NO.	NO. GARDU	PENGHANTAR		ARUS BEBAN (A)	PANJANG JARINGAN (m)	R (ohm/km)	X (ohm/km)
		JENIS	DIAMETER (mm ²)				
1	ABE413	AAAC	150	144.34	1147	0.2162	0.3305
2	ABE412	AAAC	150	144.34	192	0.2162	0.3305
3	ABE091	AAAC	150	230.94	503	0.2162	0.3305
4	ABE317	AAAC	150	144.34	50	0.2162	0.3305
5	ABE395	AAAC	150	230.94	128	0.2162	0.3305
6	ABE026	AAAC	150	288.68	472	0.2162	0.3305
7	ABE299	AAAC	150	360.84	52	0.2162	0.3305
8	ABE111	AAAC	150	288.68	213	0.2162	0.3305
9	ABE224-K	AAAC	150	36.08	191	0.2162	0.3305
10	ABE152	AAAC	150	288.68	80	0.2162	0.3305
11	ABE304	AAAC	150	144.34	55	0.2162	0.3305
12	ABE068	AAAC	150	360.84	97	0.2162	0.3305
13	ABE036	AAAC	150	577.35	258	0.2162	0.3305
14	ABE185-K	AAAC	150	144.34	56	0.2162	0.3305
15	ABE357	AAAC	150	144.34	103	0.2162	0.3305
16	ABE173	AAAC	150	288.68	138	0.2162	0.3305
17	ABE375	AAAC	150	144.34	45	0.2162	0.3305
18	ABE157-K	AAAC	150	36.08	52	0.2162	0.3305
19	ABE327	AAAC	150	144.34	260	0.2162	0.3305
20	ABE326	AAAC	150	144.34	42	0.2162	0.3305
21	ABE032	AAAC	150	577.35	43	0.2162	0.3305
22	ABE296	AAAC	150	288.68	71	0.2162	0.3305
23	ABE170	AAAC	150	288.68	52	0.2162	0.3305
24	ABE464	AAAC	150	144.34	178	0.2162	0.3305
25	ABE015	AAAC	150	360.84	107	0.2162	0.3305
26	ABE298	AAAC	150	230.94	107	0.2162	0.3305
27	ABE311	AAAC	150	144.34	271	0.2162	0.3305
28	ABE325	AAAC	150	288.68	314	0.2162	0.3305
29	ABE006	AAAC	150	360.84	50	0.2162	0.3305
30	ABE350-K	AAAC	150	1154.70	130	0.2162	0.3305
31	ABE143-K	AAAC	150	144.34	100	0.2162	0.3305

NO.	NO. GARDU	PENGHANTAR		ARUS BEBAN (A)	PANJANG JARINGAN (m)	R (ohm/km)	X (ohm/km)
		JENIS	DIAMETER (mm ²)				
32	ABE228-K	AAAC	240	144.34	237	0.1344	0.3158
33	ABE154-K	AAAC	150	1804.22	53	0.2162	0.3305
34	ABE088-K	AAAC	150	288.68	42	0.2162	0.3305
35	ABE148-K	AAAC	150	577.35	104	0.2162	0.3305
36	ABE261-K	AAAC	150	230.94	48	0.2162	0.3305
37	ABE183-K	AAAC	150	288.68	90	0.2162	0.3305
38	ABE134-K	AAAC	150	288.68	90	0.2162	0.3305
39	ABE082	AAAC	150	288.68	117	0.2162	0.3305
40	ABE330	AAAC	150	144.34	117	0.2162	0.3305
41	ABE331-K	AAAC	150	144.34	126	0.2162	0.3305
42	ABE096	AAAC	150	288.68	145	0.2162	0.3305
43	ABE427	AAAC	150	360.84	111	0.2162	0.3305
44	ABE209	AAAC	150	230.94	200	0.2162	0.3305
45	ABE295	AAAC	150	144.34	190	0.2162	0.3305
46	ABE323	AAAC	150	230.94	44	0.2162	0.3305
47	ABE119-K	AAAC	150	577.35	93	0.2162	0.3305
48	ABE458	AAAC	150	144.34	195	0.2162	0.3305
49	ABE090	AAAC	200	288.68	244	0.1344	0.3158
50	ABE120-K	AAAC	150	288.68	148	0.2162	0.3305
51	ABE277	AAAC	200	230.94	244	0.1344	0.3158
52	ABE259-K	AAAC	150	909.33	88	0.2162	0.3305
53	ABE236-K	AAAC	150	230.94	82	0.2162	0.3305
54	ABE129	AAAC	150	144.34	121	0.2162	0.3305
55	ABE219-K	AAAC	150	144.34	95	0.2162	0.3305
56	ABE005	AAAC	150	230.94	56	0.2162	0.3305
57	ABE400	AAAC	150	288.68	45	0.2162	0.3305
58	ABE254-K	AAAC	150	144.34	55	0.2162	0.3305
59	ABE167-K	AAAC	150	72.17	93	0.2162	0.3305
60	ABE004	AAAC	150	360.84	102	0.2162	0.3305
61	ABE300	AAAC	150	288.68	102	0.2162	0.3305
62	ABE180	AAAC	150	288.68	62	0.2162	0.3305
63	ABE128	AAAC	150	288.68	78	0.2162	0.3305
64	ABE216	AAAC	150	72.17	58	0.2162	0.3305

Dari simulasi tersebut didapatkan nilai rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang Bougenville Baru setelah dilakukan pemisahan dengan penyulang lama

Branch Losses Summary Report

CKT / Branch ID	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vinag											
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To												
1147m	2.334	1.789	-2.329	-1.781	5.4	8.2	100.0	99.7	0.31	43m	0.932	0.638	-0.932	-0.638	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00	
50m	0.038	0.024	-0.038	-0.024	0.0	0.0	99.7	99.7	0.00	71m	0.679	0.448	-0.679	-0.448	0.0	0.0	99.0	99.0	0.01	
192m	0.071	0.044	-0.071	-0.044	0.0	0.0	99.7	99.7	0.00											
503m	2.220	1.714	-2.218	-1.711	2.2	3.3	99.7	99.6	0.13	50m	0.660	0.434	-0.660	-0.434	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00	
128m	2.133	1.658	-2.132	-1.657	0.5	0.8	99.6	99.5	0.03	50m	0.120	0.083	-0.120	-0.083	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00	
472m	2.085	1.628	-2.084	-1.625	1.8	2.8	99.5	99.4	0.12											
213m	1.996	1.571	-1.996	-1.570	0.8	1.1	99.4	99.4	0.05	178m	0.540	0.351	-0.540	-0.351	0.0	0.1	99.0	99.0	0.01	
52m	1.996	1.525	-1.996	-1.525	0.2	0.3	99.4	99.3	0.01											
55m	1.909	1.447	-1.909	-1.447	0.2	0.3	99.3	99.3	0.01	52m	0.497	0.326	-0.497	-0.326	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00	
191m	0.003	0.002	-0.003	-0.002	0.0	0.0	99.3	99.3	0.00											
80m	1.859	1.409	-1.859	-1.409	0.2	0.4	99.3	99.3	0.02	130m	0.388	0.251	-0.388	-0.251	0.1	0.1	99.0	99.0	0.02	
97m	1.766	1.300	-1.765	-1.300	0.3	0.4	99.3	99.3	0.02											
258m	1.629	1.178	-1.627	-1.175	1.9	2.9	99.3	99.1	0.16	170m	0.145	0.086	-0.145	-0.086	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00	
56m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	99.1	99.1	0.00	271m	0.126	0.084	-0.126	-0.084	0.0	0.0	99.0	99.0	0.01	
103m	1.391	0.990	-1.391	-0.990	0.2	0.3	99.1	99.1	0.02											
138m	1.332	0.944	-1.332	-0.943	0.2	0.3	99.1	99.1	0.02	314m	0.092	0.062	-0.092	-0.062	0.0	0.0	99.0	99.0	0.00	
45m	1.186	0.830	-1.186	-0.829	0.1	0.1	99.1	99.1	0.01											
52m	1.041	0.716	-1.041	-0.716	0.0	0.1	99.1	99.1	0.01											
260m	1.032	0.709	-1.032	-0.709	0.2	0.3	99.1	99.1	0.03											
42m	0.982	0.674	-0.982	-0.674	0.0	0.1	99.1	99.0	0.00											
													14.2	21.7						

Gambar 7. Report Simulasi Etap 12.6.0 Penyulang Bougenville Setelah Pemisahan Jaringan Section

Untuk data yang digunakan pada kondisi setelah pembangunan jaring baru Bougenville Baru sama dengan kondisi *existing* penyulang Bougenville yaitu meliputi data impedansi kabel jaringan penyulang Bougenville, panjang jaringan penyulang Bougenville serta databeban per-*section* pada penyulang Bougenville. Hal ini dikarenakan kedua penyulang tersebut menyuplai daerah yang sama. Yang membedakan hanya jenis konduktor tambahan yang digunakan. Maka setelah pembangunan jaring baru diperoleh pemisahan jaringan menggunakan Etap 12.6.0, sama dengan yang telah dilakukan untuk data *existing*. Yaitu dengan menggambar jaringan penyulang Bougenville dan jaringan penyulang Bougenville Baru setelah pemisahan jaringan, memasukkan data rating sesuai tabel 4 dan 5, dan melakukan simulasi aliran daya pada Penyulang Bougenville dan Penyulang Bougenville Baru Dari simulasi tersebut didapatkan nilai rugi daya dan jatuh tegangan penyulang Bougenville dan penyulang Bougenville Baru jika dilakukan pemisahan jaringan.

3.4. Rugi Daya dan Jatuh Tegangan dengan Perhitungan

Untuk mencari nilai rugi daya dan jatuh tegangan dilakukan perbagian sesuai dengan besarnya arus yang melalui beban. Karena sebagian beban Penyulang Bougenville telah dilimpahkan pada penyulang Bougenville Baru maka untuk besarnya arus yang melalui penyulang Bougenville setelah pembangunan jaring baru yaitu,

Tabel 6. Besar Arus pada Jaringan Penyulang Bougenville

NO.	NO. GARDU	PENGHANTAR		ARUS BEBAN (A)	PANJANG JARINGAN (m)	R (ohm/km)	X (ohm/km)
		JENIS	DIAMETER (mm ²)				
1	ABE413	AAAC	150	144.34	1147	0.2162	0.3305
2	ABE412	AAAC	150	144.34	192	0.2162	0.3305
3	ABE091	AAAC	150	230.94	503	0.2162	0.3305
4	ABE317	AAAC	150	144.34	50	0.2162	0.3305
5	ABE395	AAAC	150	230.94	128	0.2162	0.3305
6	ABE026	AAAC	150	288.68	472	0.2162	0.3305
7	ABE299	AAAC	150	360.84	52	0.2162	0.3305
8	ABE111	AAAC	150	288.68	213	0.2162	0.3305
9	ABE224-K	AAAC	150	36.08	191	0.2162	0.3305
10	ABE152	AAAC	150	288.68	80	0.2162	0.3305
11	ABE304	AAAC	150	144.34	55	0.2162	0.3305
12	ABE068	AAAC	150	360.84	97	0.2162	0.3305
13	ABE036	AAAC	150	577.35	258	0.2162	0.3305
14	ABE185-K	AAAC	150	144.34	56	0.2162	0.3305
15	ABE357	AAAC	150	144.34	103	0.2162	0.3305
16	ABE173	AAAC	150	288.68	138	0.2162	0.3305
17	ABE375	AAAC	150	144.34	45	0.2162	0.3305
18	ABE157-K	AAAC	150	36.08	52	0.2162	0.3305
19	ABE327	AAAC	150	144.34	260	0.2162	0.3305
20	ABE326	AAAC	150	144.34	42	0.2162	0.3305
21	ABE032	AAAC	150	577.35	43	0.2162	0.3305
22	ABE296	AAAC	150	288.68	71	0.2162	0.3305
23	ABE170	AAAC	150	288.68	52	0.2162	0.3305
24	ABE464	AAAC	150	144.34	178	0.2162	0.3305
25	ABE015	AAAC	150	360.84	107	0.2162	0.3305
26	ABE298	AAAC	150	230.94	107	0.2162	0.3305
27	ABE311	AAAC	150	144.34	271	0.2162	0.3305
28	ABE325	AAAC	150	288.68	314	0.2162	0.3305
29	ABE006	AAAC	150	360.84	50	0.2162	0.3305
30	ABE350-K	AAAC	150	1154.70	130	0.2162	0.3305
31	ABE143-K	AAAC	150	144.34	100	0.2162	0.3305

3.5 Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Berdasarkan Etap 12.6.0

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencari nilai rugi daya dan jatuh tegangan setelah dilakukannya dan besarnya arus yang melalui penyulang Bougenville Baru setelah pembangunan jaring baru yaitu,

Tabel 7. Besar Arus pada Jaringan Penyulang Bougenville Baru

NO.	NO. GARDU	PENGHANTAR		ARUS BEBAN (A)	PANJANG JARINGAN (m)	R (ohm/km)	X (ohm/km)
		JENIS	DIAMETER (mm ²)				
32	ABE228-K	AAAC	240	144.34	237	0.1344	0.3158
33	ABE154-K	AAAC	150	1804.22	53	0.2162	0.3305
34	ABE088-K	AAAC	150	288.68	42	0.2162	0.3305
35	ABE148-K	AAAC	150	577.35	104	0.2162	0.3305
36	ABE261-K	AAAC	150	230.94	48	0.2162	0.3305
37	ABE183-K	AAAC	150	288.68	90	0.2162	0.3305
38	ABE134-K	AAAC	150	288.68	90	0.2162	0.3305
39	ABE082	AAAC	150	288.68	117	0.2162	0.3305
40	ABE330	AAAC	150	144.34	117	0.2162	0.3305
41	ABE331-K	AAAC	150	144.34	126	0.2162	0.3305
42	ABE096	AAAC	150	288.68	145	0.2162	0.3305
43	ABE427	AAAC	150	360.84	111	0.2162	0.3305
44	ABE209	AAAC	150	230.94	200	0.2162	0.3305
45	ABE295	AAAC	150	144.34	190	0.2162	0.3305
46	ABE323	AAAC	150	230.94	44	0.2162	0.3305
47	ABE119-K	AAAC	150	577.35	93	0.2162	0.3305
48	ABE458	AAAC	150	144.34	195	0.2162	0.3305
49	ABE090	AAAC	200	288.68	244	0.1344	0.3158
50	ABE120-K	AAAC	150	288.68	148	0.2162	0.3305
51	ABE277	AAAC	200	230.94	244	0.1344	0.3158
52	ABE259-K	AAAC	150	909.33	88	0.2162	0.3305
53	ABE236-K	AAAC	150	230.94	82	0.2162	0.3305
54	ABE129	AAAC	150	144.34	121	0.2162	0.3305
55	ABE219-K	AAAC	150	144.34	95	0.2162	0.3305
56	ABE005	AAAC	150	230.94	56	0.2162	0.3305
57	ABE400	AAAC	150	288.68	45	0.2162	0.3305
58	ABE254-K	AAAC	150	144.34	55	0.2162	0.3305
59	ABE167-K	AAAC	150	72.17	93	0.2162	0.3305
60	ABE004	AAAC	150	360.84	102	0.2162	0.3305
61	ABE300	AAAC	150	288.68	102	0.2162	0.3305
62	ABE180	AAAC	150	288.68	62	0.2162	0.3305
63	ABE128	AAAC	150	288.68	78	0.2162	0.3305
64	ABE216	AAAC	150	72.17	58	0.2162	0.3305

Karena tegangan di titik paling ujung setelah pembangunan jaring baru merupakan bagian dari penyulang Bougenville Baru, maka untuk perhitungannya yang digunakan adalah arus dan tahanan penghantar (R) yang ada di penyulang Bougenville Baru. Maka nilai jatuh tegangan atau susut tegangan pada penyulang Bougenville Baru yaitu:

$$\Delta V \text{ (Volt)} = 2,0 \text{ Volt} = 0,02 \text{ kV atau dalam persentase } \Delta V \text{ (\%)} = 1,0 \%$$

Pada perhitungan kali ini susut daya atau rugi dayanyata yang dihitung merupakan susut daya keseluruhan baik yang ada pada penyulang Bougenville maupun penyulang Bougenville Baru. Dan nilai susut daya atau rugi dayanyata pada penyulang Bougenville dan penyulang Bougenville Baru yaitu:

Rugi daya saluran = 15,17 KW = 15.700 Watt atau dalam persentase = 0,2 %

3.6 Perbandingan Sebelum dan Setelah Pemisahan Jaringan Section

Dari pembahasan dan perhitungan diatas dapat dilihat bahwa terjadi perubahan angka susut daya dan susut tegangan sebelum perbaikan jaring baru dan sesudah perbaikan jaring baru. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Perbandingan Sebelum dan Setelah Pemisahan Jaringan Section

Tolak Ukur	Eksisting	Perbaikan/Pengembangan
	ETAP	ETAP
Susut Tegangan (kV)	7,465	0,02
Susut Tegangan (%)	37,33	1,0
Susut Daya (kW)	33,926	15,17
Susut Daya (%)	15,17	0,21

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data di atas maka dapat di ambil beberapa kesimpulan:

1. Besar angka susut teknis atau rugi daya yang ada pada penyulang Bougenville Gardu Induk Skyline PT PLN (Persero) ULP Jayapura berdasarkan *software* ETAP 12.6.0 adalah sebesar 1,72% dan secara perhitungan rumus sebesar 1,62%, dan jatuh tegangan berdasarkan *software* ETAP sebesar 5,015% dan secara perhitungan rumus sebesar 5,435 %
2. Angka rugi daya dan jatuh tegangan penyulang Bougenville Gardu Induk Skyline PT PLN (Persero) ULP Jayapura berdasarkan hasil dari penekanan susut memotong jaringan berdasarkan *software* ETAP 12.6.0 adalah sebesar 0,84% dan 2,78% dan secara perhitungan rumus sebesar 0,79% dan 2,5%.
3. Terjadi penurunan angka rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang Bougenville Gardu Induk Skyline PT PLN (Persero) ULP Jayapura setelah dilakukan pemisahan jaringan Section.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bambang Winardi dkk (2015). " Analisa Perbaikan Susut Teknis Dan Susut Tegangan Pada Penyulang Kls 06 di GI Kalisari Dengan Menggunakan Software Etap 7.5.0". Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol.17, no. 3, pp. 135-140, Agustus 2015
2. Bayu Andik Anggoro, dkk (2019, Oktober). "Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi 150 kV". Prosiding coferece Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) 2 , Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2019.
3. Diva Adin Maulana, dkk (2015) Analisa Susut Daya Dan Drop Tegangan Terhadap Jaringan Tegangan Menengah 20kv Pada Gardu Induk Pandean Lamper Semarang, Jurnal *TRANSMISI*, 17, (3), 2015, e-ISSN 2407-6422, 137

4. Donald Alfredo S,dkk (2016) “Analisa Perhitungan Susut Daya Dan Energi Dengan Pendekatan Kurva Beban Pada Jaringan Distribusi Pt. Pln (Persero) Area Pekanbaru”.Jom FTEKNIK Volume 3 No.2 Oktober 2016
5. Hamles L. Latupeirissa,dkk (2020) “ Analisa Susut Daya Pada Sistem Distribusi Jaringan Tegangan menengah”Jurnal Simetrik Vol.10, No.1, Juni 2020 P-ISSN: 2302-9579/e-ISSN: 2581-2866 313
6. Miguel Nazario,dkk (2014) “Analisis Keandalan Dan Susut Daya Pada Penyulang Vi Di Kota Dili Timor Leste” .Jurnal Teknologi Elekterika e-ISSN 2656-0143 No. 1, Vol.16
7. Rezky Cynthia Dewi Sarikin (2021) “Analisis Susut Daya Dan Energi Pada Jaringan Distribusi Di PT. PIN (Persero) Rayon Panakkukang Jurnal Teknologi Elekterika e-ISSN 2656-0143 No. 1, Vol.16
8. Syamsyarief Baqaruzi1,dkk(2021) “Susut Daya Jaringan Distribusi Akibat Pengaruh Ukuran Penghantar Pada Penyulang Tajung di Kabupaten Lampung Utara””.JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional) *ht tp: //ejournal .unp.ac. id/ index.php/ jtev* Vol. 7 No. 1 (2021) E-ISSN: 2302-3309 P-ISSN: 2746-6086
9. Taufiq M, dkk (2021) “Perhitungan Rugi – Rugi Daya Saluran Distribusi Feeder Bangau Sakti Pada GI Garuda Sakti PT. PLN (Persero)” . Jom FTEKNIK Volume 8 Edisi 1 Januari s/d Juni 2021
10. Zalmadi Syamsudin,dkk (2016) “Analisa Susut Energi Pada Tegangan Rendah di Wilayah PT. PLN (Persero) Area Bulungan “ Jurnal Teknologi Elekrika e-ISSN 2656-0143 43 N0. 1, Vol.16