

Studi Rekonfigurasi Sistem Distribusi Pada Jaringan 20 kV Dengan Metode Simple Branch Exchange Pada Penyulang Cempaka

Fathur Nureza Aksan¹, Samsurizal²

Program Studi S1 Teknik Elektro, Institut Teknologi PLN
Jalan Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Jakarta 11750
samsurizal@itpln.ac.id

Abstract

The increasing electric energy consumption must be balanced with good electricity network quality. To overcome this, we need a distribution network reconfiguration. Reconfiguration in power distribution network is done to improve power distribution network quality. Problem that exist in the radial distribution network is power losses. To minimize the power losses can be overcome by compensating capacitor. Done by determining the location of capacitors in distribution networks. With that the capacitor compensates the distribution network is more effective and efficient in distributing power. In this research discusses the network reconfiguration using simple branch exchange method to reduce power losses in radial distribution networks. The reconfiguration method was carried out with the help of the Electrical Transient Analysis Program (ETAP) 12.6.0 software and has been tested by PT XY and PLN Area South Kalimantan on the 20 kV distribution system of Cempaka feeder, South Kalimantan. With this reconfiguration, the voltage drop that occurs on several buses, especially bus 37 and 44, has a voltage drop of up to 95.03% to 95.31% with an average drop voltage of 95.1%, which means the average voltage drop. each feeder is able to send electricity to consumers properly.

Keywords : Reconfiguration, Simple Branch Exchange, Voltage Profile, Power Loss, Overload

Abstrak

Semakin meningkatnya kebutuhan energi listrik tentunya harus diimbangi dengan kualitas penyalurannya. Pada sistem distribusi 20 kV pada penyulang cempaka terjadi rugi-rugi daya oleh karenanya perlu dilakukan analisis yang untuk mengetahui dan memperbaiki rugi-rugi yang terjadi. Ada berbagai metode yang dapat dilakukan untuk mengatasi rugi-rugi daya salah satunya ialah dengan menggunakan metode *simple branch exchange* dengan menggunakan prinsip kerja melakukan seleksi urutan loop pada jaringan sehingga menghasilkan rekonfigurasi jaringan yang baru. Pada penelitian ini digunakan metode *simple branch exchange* untuk mengatasi rugi – rugi jaringan dengan rekonfigurasi jaringan, rekonfigurasi dilakukan dengan menggunakan simulasi pada *Software Electrical Transient Analisis Program* (ETAP) 12.6.0 pada sistem distribusi 20 kV Penyulang. Dari hasil penelitian didapatkan hasil dengan adanya rekonfigurasi ini jatuh tegangan yang terjadi pada beberapa bus rata-rata sebesar 0,9537 p.u. setara dengan 19, 074 kV. Serta kerugian daya aktif sebesar 330 kW dan total kerugian daya reaktif sebesar 522 kVAR..

Kata kunci : Rekonfigurasi, Simple Branch Exchange, Rugi – rugi daya.

I. PENDAHULUAN

Energi Listrik sudah menjadi kebutuhan pokok dalam segala aspek kehidupan. Dengan pertumbuhan penduduk dan perubahan gaya hidup masyarakat, kebutuhan listrik Indonesia meningkat dari tahun ke tahun serta mempengaruhi peningkatan perangkat elektronik yang digunakan setiap orang setiap harinya [1][2]. Peningkatan kebutuhan daya membutuhkan daya yang cukup dan keandalan yang tinggi agar dapat memasok daya ke setiap beban dengan benar [2][3]. Keandalan sistem tenaga listrik dari hulu hingga hilir diharapkan dapat meningkatkan kualitas pasokan energi listrik kepada pelanggan mengingat konsumsi energi listrik wilayah pelayanan PLN Distribusi terus mengalami

peningkatan. Sebagai upaya meningkatkan kemampuan keandalan sistem distribusi tenaga listrik di PT.PLN (Persero) Distribusi Area Kalimantan Selatan yang merupakan etalase dari sistem pelayanan di Indonesia telah menerapkan sistem distribusi. Dimana pengambilan data melalui PT. XY yang bekerja sama dengan PT. PLN (Persero) Area Kalimantan Selatan maka didapatkan data – data yang diperlukan.

Penyulang Cempaka 07 merupakan salah satu penyulang dari *outgoing* Gardu Induk Cempaka. Penyulang ini termasuk dalam sistem distribusi 20 kV pada PT. PLN (Persero) Area Kalimantan Selatan lebih khususnya dimiliki PT. XY Dimana data yang didapat dari PLN juga PT. XY dan disimulasikan dengan *software* ETAP yang akan menunjukkan terjadinya drop tegangan melebihi

batas toleransi sesuai dengan SPLN no. 72 tahun 1987 yaitu terjadinya drop tegangan melebihi 10% [4][5].

Efisiensi energi dan kualitas tegangan sangat dipengaruhi dari penurunan dan kerugian tegangan (daya listrik). Kehilangan daya listrik dan penurunan kerugian tegangan pada jalur distribusi sangat bergantung dari jenis serta panjang konduktor, jenis jaringan distribusi, kapasitas trafo, jenis beban, faktor daya, daya terpasang dan induktansi[6][7]. Untuk mengurangi kehilangan daya dan penurunan tegangan dapat diminimalisir dengan beberapa cara, yakni menambah generator, menambah kapasitor bank, dan mengubah lagi sistem dengan melakukan konfigurasi ulang pada sistem. Berdasarkan SPLN 1: 1995, penurunan nilai tegangan atau rugi – rugi daya yang terjadi dapat di analisa dan dihitung maka untuk membandingkan jatuh tegangan maupun penurunan tegangannya dengan nilai toleransi yang sudah di tetapkan yakni Minimum -10% dan maksimumnya +5%. Standar[9][10].

Pada penelitian sebelumnya Julen Kartoni S, Edy Eriyanto, jurnal Jurnal FTEKNIK, Vol.3 No.2, Oktober 2017, penjelasan juga perhitungan rugi-rugi pembebanan pada penyulang bangau sakti PT.PLN (Persero) Area Pekanbaru. Rekonfigurasi dilakukan dengan Metoda Heuristic. Metoda heuristic adalah metoda yang sering digunakan dan lebih praktis Tetapi harus dipertimbangkan aspek- aspek yang mempengaruhi rugi-rugi daya aktif yaitu arus dan panjang saluran. Dengan pergantian cabang dengan metoda ini dilakukan dengan pendekatan arus (*current aproach*) dan pendekatan jarak / panjang saluran (*distance approach*). hasil yang didapatkan dengan menggunakan simulasi ETAP 12.6 pada rekonfigurasi keempat tegangan terendah pada penyulang Bangau Sakti yaitu 18.664 kV dengan rugi – rugi daya menjadi 0,598 MW dan 0,787 MVA

Penelitian ini membahas metode rekonfigurasi jaringan distribusi yaitu dengan mengatur ulang konfigurasi jaringan dengan jalan membuka dan menutup *switch* yang terdapat pada jaringan distribusi untuk mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi dan sekaligus meningkatkan profil tegangan sistem distribusi sehingga efisiensi daya listrik yang disalurkan meningkat dan konsumen dapat dilayani dengan baik. Dalam Penelitian ini, menggunakan metode *simple branch exchange* untuk merekonfigurasi jaringan

yang dilakukan dengan cara menambahkan *switch* dengan mengubah on atau off saluran dan pencarian konfigurasi yang menghasilkan rugi-rugi daya terkecil, serta menghitung rugi-rugi daya berdasarkan beban jaringan.

II. METODE

Pada penelitian ini digunakan metode *simple branch exchange* untuk mendapatkan rekonfigurasi jaringan yang paling optimal. Pada sistem distribusi seringkali terjadi beban yang tidak seimbang pada setiap, fasanya (sistem distribusi merupakan sistem tiga fasa) atau terjadi kelebihan beban karena pemakaian alat- alat elektronik dari konsumen energi listrik. Keadaan tersebut jika dibiarkan terus-menerus maka akan menyebabkan terjadinya penurunan keandalan sistem tenaga listrik dan kualitas energi listrik yang disalurkan serta menyebabkan kerusakan alat-alat yang bersangkutan. Untuk itu diperlukan suatu tindakan yang mengurangi pembebanan yang tidak seimbang (*unbalanced loading*) pada fasa dan kelebihan beban (*over loading*) pada jaringan distribusi listrik. Selain itu, sistem distribusi radial juga mempunyai rugi-rugi daya yang cukup besar sehingga menyebabkan keandalan sistem menjadi berkurang.

Dalam kondisi operasi normal, rekonfigurasi jaringan dilakukan karena dua alasan:

1. Mengurangi rugi-rugi daya pada sistem (*loss reduction*).
2. Mendapatkan pembebanan yang seimbang untuk mencegah pembebanan yang berlebih pada jaringan (*load balancing*).

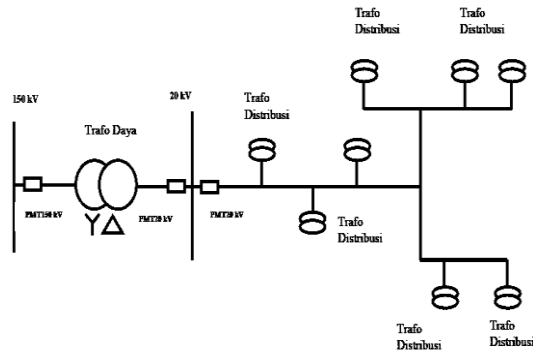
A. Metode Simple Branch Exchange

Pada penelitian ini menggunakan metode *simple branch exchange*. Metode ini merupakan jenis dari metode *heuristic*. Rekonfigurasi dilakukan dengan mengubah *on* atau *off switch* dan saluran pada setiap konfigurasi sistem daya yang mungkin untuk mendapatkan rugi-rugi daya yang terkecil. Metode ini merupakan dasar untuk menentukan rugi-rugi daya. Rumus untuk meminimalkan rugi-rugi daya adalah sebagai berikut.

$$P_{loss} = \sum r_l \frac{P_l^2 + Q_l^2}{V_l^2} \quad (1)$$

Metode ini bertujuan untuk mendapatkan konfigurasi dengan jaringan yang baru

berdasarkan rugi-rugi daya yang terkecil. Oleh karena itu kelebihan dari *branch exchange* untuk mencari solusi optimal cabang untuk menurunkan rugi-rugi daya. Metode ini hanya digunakan pada sistem distribusi dengan topologi jaringan radial. Berikut adalah gambar dari struktur sistem sistem radial :



[Sumber IAEETA, Dunia Teknis, 2017]
Gambar 1. Sistem jaringan distibusi tenaga konfigurasi radial

III. HASIL DAN DISKUSI

Pada penelitian ini data yang diperoleh berasal dari data sekunder penurunan tegangan dan rugi daya penyulang Cempaka 07 pada sistem jaringan distribusi 20 kV dianalisis. Data sekunder berupa diagram garis tunggal penyulang Cempaka 07 yaitu Jumlah titik beban, dan gardu induk Cempaka Panjang saluran 07 dan gangguan pada penyulang cempaka 07.

Penelitian ini menggunakan jaringan radial 91-bus, dengan tegangan 12,66 kV. Data Jaringan dan beban pada setiap bus terdapat pada Tabel 1. Jaringan yang disimulasikan menggunakan jaringan radial 33-bus, Dalam sistem ini terdapat 37 saklar yang terdiri dari 5 *tie-lines* (*normally open*) dan 32 saklar pemisah (*normally close*). 5 *tie-lines* terdapat pada saluran 33 sampai dengan saluan 37 dan 32 saklar pemisah terdapat pada saluran 1 sampai dengan saluran 32.

Data saluran dan beban diambil dari dengan total daya aktif dari beban adalah 6,536 kW serta total daya reaktif dari beban sebesar 4,368 kVAR. Kerugian daya yang didapatkan dari sistem distribusi sebelum rekonfigurasi dan magnitudo tegangan yang paling rendah terdapat di bus 37 dan 44 yang memiliki jatuh tegangan sampai 0,9503 p.u menjadi 0,9531 p.u dengan rata-rata akhir jatuh tegangan sebesar 0,951 p.u.

TABEL 1. DATA SALURAN DAN IMPEDANSI

Nomor Saluran	Saluran		Impedansi	
	Dari	ke	R (ohm)	X (ohm)
CPK07_INC-TRF52-6	CPK07_HV-GI	CPK07_ES_INC	0.46	20.83
T-ABA0022	ABA0022	B-ABA0022	1386.75	2080.13
T-AYN0045	AYN0045	B-AYN0045	1386.75	2080.13
T-AYN0102	AYN0102	B-AYN0102	2218.80	3328.20
T-AYN0294	AYN0294	B-AYN0294	2218.80	3328.20
T-AYN0327	AYN0327	B-AYN0327	2218.80	3328.20
T-AYN0348	AYN0348	B-AYN0348	2218.80	3328.20
T-AYN0393	AYN0393	B-AYN0393	2218.80	3328.20
T-AYN0425	AYN0425	B-AYN0425	2218.80	3328.20
T-AYN0430	AYN0430	B-AYN0430	2218.80	3328.20
T-CEM0092	CEM0092	B-CEM0092	1109.40	1664.10
T-CEM0285	CEM0285	B-CEM0285	2218.80	3328.20
T-CEM0359	CEM0359	B-CEM0359	8875.20	13312.80
T-CEM0388	CEM0388	B-CEM0388	2218.80	3328.20
T-CEM0402	CEM0402	B-CEM0402	2218.80	3328.20
T-CEM0444	CEM0444	B-CEM0444	4437.60	6656.40
T-GDJ0018	GDJ0018	B-GDJ0018	1109.40	1664.10
T-KOM0012	KOM0012	B-KOM0012	1109.40	1664.10
T-KOM0175	KOM0175	B-KOM0175	2218.80	3328.20
T-MEL0002	MEL0002	B-MEL0002	1386.75	2080.13
T-MEL0009	MEL0009	B-MEL0009	1386.75	2080.13
T-MEL0023	MEL0023	B-MEL0023	1386.75	2080.13
T-MELBTS0370	MELBTS0370	B-MELBTS0370	8875.20	13312.80
T-MUR0060	MUR0060	B-MUR0060	1109.40	1664.10
T-MUR0431	MUR0431	B-MUR0431	2218.80	3328.20
T-MURBTS0258	MURBTS0258	B-MURBTS0258	8875.20	13312.80
T-PAI0083	PAI0083	B-PAI0083	1109.40	1664.10
T-PDD0031	PDD0031	B-PDD0031	1109.40	1664.10
T-PDD0119	PDD0119	B-PDD0119	1109.40	1664.10
T-PDD0146	PDD0146	B-PDD0146	2218.80	3328.20
T-PDD0169	PDD0169	B-PDD0169	1109.40	1664.10
T-PDD0267	PDD0267	B-PDD0267	1109.40	1664.10
T-PDD0289	PDD0289	B-PDD0289	1386.75	2080.13
T-PDD0316	PDD0316	B-PDD0316	1386.75	2080.13
T-PDD0343	PDD0343	B-PDD0343	1386.75	2080.13
T-PDD0345	PDD0345	B-PDD0345	2218.80	3328.20
T-PDD0361	PDD0361	B-PDD0361	4437.60	6656.40
T-PDD0368	PDD0368	B-PDD0368	2218.80	3328.20
T-PDD0386	PDD0386	B-PDD0386	2218.80	3328.20
T-PDD0396	PDD0396	B-PDD0396	1109.40	1664.10
T-PDD0397	PDD0397	B-PDD0397	4437.60	6656.40
T-PDD0398	PDD0398	B-PDD0398	2218.80	3328.20
T-PDD0410	PDD0410	B-PDD0410	1109.40	1664.10
T-PDD0411	PDD0411	B-PDD0411	1109.40	1664.10
T-PMC0014	PMC0014	B-PMC0014	1386.75	2080.13
T-PPS0034	PPS0034	B-PPS0034	1386.75	2080.13
T-PPS0186	PPS0186	B-PPS0186	2218.80	3328.20
T-PPS0187	PPS0187	B-PPS0187	2218.80	3328.20

1. Persiapan data: program ETAP membutuhkan masukan data tentang generator, transformator, penyulang dan bus/rel agar penyelesaian aliran beban dapat dilakukan.
2. Penggambaran sistem: pelaksanaan penyelesaian aliran beban dipenuhi, kemudian dilanjutkan menggambar *Single-line* diagram dan pengisian Master File.

Dimana tahapan ini dilakukan analisis aliran daya dengan sistem radial pada kondisi sebelum terkonfigurasi. Pada keadaan ini saluran dipasang jalur konfigurasi baru menggunakan metode *simple branch exchange* dengan status *normally open* pada (*Circuit Breaker*) diantaranya CB1, CB2, CB3 Dan CB4. Hasil simulasi aliran daya yang menyertakan perhitungan dan algoritma dari sistem rangkaian dengan 91 ID bus pada saat sebelum mengalami rekonfigurasi dapat disajikan dalam tabel 2 seperti berikut.

No	ETAP		
	Bus ID	Nominal kV	Tegangan (p.u)
1	ABA0022	20	0,9509
2	AYN0045	20	0,9504
3	AYN0102	20	0,9502
4	AYN0294	20	0,9499
5	AYN0327	20	0,9504
6	AYN0348	20	94,99
7	AYN0393	20	0,95,37
8	AYN0425	20	0,95,15
9	AYN0430	20	0,95,01
10	BUSBAR 3	20	0,99,07
11	CEM0092	20	0,94,95
12	CEM0285	20	0,94,95
13	CEM0359	20	0,94,96
14	CEM0388	20	0,94,96
15	CEM0402	20	0,94,94
16	CEM0444	20	0,94,94
17	CPK07_HV-GI	150	1
18	GDJ0018	20	0,9507
19	KOM0012	20	0,9507

Studi Rekonfigurasi Sistem Distribusi Pada Jaringan 20 kV
(Fathur Nureza Aksan, Samsurizal : 45 - 52)

No	ETAP		
	Bus ID	Nominal kV	Tegangan (p.u)
20	KOM0175	20	0,9505
21	MEL0002	20	0,9494
22	MEL0009	20	0,9494
23	MEL0023	20	0,9493
24	MELBTS0370	20	0,9494
25	MUR0060	20	0,9493
26	MUR0431	20	0,9493
27	MURBTS0258	20	0,9493
28	PAI0083	20	0,9504
29	PDD0031	20	0,9518
30	PDD0119	20	0,9512
31	PDD0146	20	0,9503
32	PDD0169	20	0,9506
33	PDD0267	20	0,9522
34	PDD0289	20	0,9511
35	PDD0316	20	0,9503
36	PDD0343	20	0,9514
37	PDD0345	20	0,9531
38	PDD0361	20	0,9503
39	PDD0368	20	0,9517
40	PDD0386	20	0,95,07
41	PDD0396	20	0,95,03
42	PDD0397	20	0,952
43	PDD0398	20	0,952
44	PDD0410	20	0,953
45	PDD0411	20	0,9514
46	PMC0014	20	0,9499
47	PPS0034	20	0,9522
48	PPS0186	20	0,9521
49	PPS0187	20	0,952
50	PPS0188	20	0,9512
51	SAD0008	20	0,9497
52	SAD0353	20	0,9497
53	SEK0056	20	0,9506
54	SEK0109	20	0,9526
55	SEK0116	20	0,9504
56	SEK0178	20	0,9504
57	SEK0261	20	0,9502
58	SEK0273	20	0,9502
59	SEK0274	20	0,9519
60	SEK0275	20	0,9502
61	SEK0283	20	0,9526

No	ETAP		
	Bus ID	Nominal kV	Tegangan (p.u)
62	SEK0292	20	0,9507
63	SEK0314	20	0,9518
64	SEK0344	20	0,9502
65	SEK0346	20	0,9504
66	SEK0347	20	0,9502
67	SEK0390	20	0,9501
68	SEK0395	20	0,9509
69	SEK0412	20	0,9502
70	SEK0413	20	0,9502
71	SEK0414	20	0,9504
72	SEK0421	20	0,9504
73	SEKBTS0271	20	0,9504
74	SUK0005	20	0,9494
75	SUK0174	20	0,9494
76	SUK0379	20	0,9494
77	SUK0438	20	0,9495
78	TRE0091	20	0,9501
79	TRE0114	20	0,9502
80	TRE0115	20	0,9498
81	TRE0185	20	0,9501
82	TRE0191	20	0,9501
83	TRE0213	20	0,9504
84	TRE0363	20	0,9503
85	TRE0383	20	0,9501
86	TRE0391	20	0,9503
87	TRE0415	20	0,9502
88	TRE0416	20	0,9502
89	TRE0420	20	0,9503
90	TRE0442	20	0,9501
91	TREBTS0364	20	0,9010

Dari hasil yang telah disimulasikan dengan ETAP terdapat total rugi daya aktif sebesar 0,332 kW serta total rugi daya reaktif sebesar 0,525 kVAR. Secara menyeluruh sebelum mengalami rekonfigurasi jaringan, tegangan rata-rata nya dibawah 0,9501 pu. Tabel 4 melihatkan adanya 91 ID bus mempunyai beberapa tegangan di bawah standar minimum (0,9501 p.u.) yang ditandai dengan tanda merah. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa pada bus-bus tersebut terjadi *under voltage* yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas pelayanan listrik yang akan sampai kepada kosumen. Dari hasil analisis aliran daya sistem 91-ID bus pada kondisi

sebelum rekonfigurasi didapat tegangan paling rendah terjadi di beberapa bus berikut MEL0023 (0,9493), MUR0060 (0,9493), MUR0431 (0,9493) dan MURBTS0258 (0,9493) per unit. Total daya aktif beban ditambah kerugian daya aktif sebesar 6,532 MW dan total daya reaktif beban dan kerugian daya reaktif sebesar 4,367 MVAR dari hasil analisis aliran daya sistem 91-bus sebelum rekonfigurasi.

B. Analisis Hasil Simulasi Sesudah Rekonfigurasi Jaringan

Tahap ini dilakukan penataan ulang saluran penghubung antar tiap bus yang terdapat pada penyulang sehingga penataan ulang saluran bisa mendapatkan profil tegangan yang lebih baik, kerugian daya yang minimal. Setelah rekonfigurasi saluran menggunakan metode *simple branch exchange* sebanyak empat kali, ditemukan satu rangkaian dengan status *normally close* pada (*Circuit Breaker*) dimana pada CB1, CB2, CB3 dan CB4 sudah di atur dengan keadaan *normally close*. Hasil simulasi dan perhitungan algoritma dari aliran daya pada sistem 91 bus saat kondisi setelah dilakukan rekonfigurasi jaringan disajikan pada Tabel 3. Berikut adalah Tabel yang memperlihatkan hasil 4 kali percobaan tersebut.

TABEL 3. HASIL PERCOBAAN REKONFIGURASI

No	Percobaan	Konfigurasi Rangkaian	Tegangan Minimal/ Terendah
1	Normally Open CB1, CB2, CB3 dan CB4	NORMA L/BASE	(0,9493) per unit
	Normally Close - (Tidak ada)		
2	Normally Open CB2, CB3 dan CB4	A	(0,9497) per unit
	Normally Close CB1		
3	Normally Open CB3 dan CB4	B	(0,9498) per unit
	Normally Close CB1 dan CB2		
4	Normally Open CB4	C	(0,9499) per unit
	Normally Close CB1, CB2 dan CB3		
5	Normally Open - (Tidak Ada)	D	(0,9501) per unit
	Normally Close CB1, CB2, CB3 dan CB4		

Sedangkan hasil besar tegangan sesudah rekonfigurasi ditunjukkan pada tabel 4.

TABEL 4. DATA TEGANGAN SESUDAH REKONFIGURASI

No	ETAP		
	Bus ID	Nominal kV	Tegangan (p.u)
1	ABA0022	20	0,9512
2	AYN0045	20	0,9510
3	AYN0102	20	0,9509
4	AYN0294	20	0,9509
5	AYN0327	20	0,9510
6	AYN0348	20	0,9508
7	AYN0393	20	0,9537
8	AYN0425	20	0,9516
9	AYN0430	20	0,9509
10	BUSBAR 3	20	0,9907
11	CEM0092	20	0,9508
12	CEM0285	20	0,9508
13	CEM0359	20	0,9508
14	CEM0388	20	0,9508
15	CEM0402	20	0,9508
16	CEM0444	20	0,9507
17	CPK07_HV-GI	150	1
18	GDJ0018	20	0,9512
19	KOM0012	20	0,9511
20	KOM0175	20	0,9510
21	MEL0002	20	0,9511
22	MEL0009	20	0,9508
23	MEL0023	20	0,9506
24	MELBTS0370	20	0,9511
25	MUR0060	20	0,9508
26	MUR0431	20	0,9508
27	MURBTS0258	20	0,9508
28	PAI0083	20	0,9507
29	PDD0031	20	0,9520
30	PDD0119	20	0,9513
31	PDD0146	20	0,9507
32	PDD0169	20	0,9509
33	PDD0267	20	0,9523
34	PDD0289	20	0,9513
35	PDD0316	20	0,9507
36	PDD0343	20	0,9516
37	PDD0345	20	0,9531
38	PDD0361	20	0,9506
39	PDD0368	20	0,9519
40	PDD0386	20	0,9509
41	PDD0396	20	0,9507

No	ETAP		
	Bus ID	Nominal kV	Tegangan (p.u)
42	PDD0397	20	0,9521
43	PDD0398	20	0,9521
44	PDD0410	20	0,9531
45	PDD0411	20	0,9516
46	PMC0014	20	0,9509
47	PPS0034	20	0,9521
48	PPS0186	20	0,9517
49	PPS0187	20	0,9514
50	PPS0188	20	0,9514
51	SAD0008	20	0,9509
52	SAD0353	20	0,9509
53	SEK0056	20	0,9509
54	SEK0109	20	0,9527
55	SEK0116	20	0,9507
56	SEK0178	20	0,9507
57	SEK0261	20	0,9506
58	SEK0273	20	0,9506
59	SEK0274	20	0,9519
60	SEK0275	20	0,9506
61	SEK0283	20	0,9526
62	SEK0292	20	0,9510
63	SEK0314	20	0,9519
64	SEK0344	20	0,9506
65	SEK0346	20	0,9507
66	SEK0347	20	0,9506
67	SEK0390	20	0,9506
68	SEK0395	20	0,9511
69	SEK0412	20	0,9506
70	SEK0413	20	0, 0906
71	SEK0414	20	0,9508
72	SEK0421	20	0,9508
73	SEKBTS0271	20	0,9507
74	SUK0005	20	0,9510
75	SUK0174	20	0,9510
76	SUK0379	20	0,9510
77	SUK0438	20	0,9510
78	TRE0091	20	0,9507
79	TRE0114	20	0,9506
80	TRE0115	20	0,9508
81	TRE0185	20	0,9507
82	TRE0191	20	0,9508
83	TRE0213	20	0,9509
84	TRE0363	20	0,0950

No	ETAP		
	Bus ID	Nominal kV	Tegangan (p.u)
85	TRE0383	20	0,9506
86	TRE0391	20	0,9507
87	TRE0415	20	0,9506
88	TRE0416	20	0,9506
89	TRE0420	20	0,9509
90	TRE0442	20	0,9506
91	TREBTS0364	20	0,9507

Dari hasil yang telah disimulasikan dengan ETAP terdapat total rugi daya aktif sebesar 0,33 kW serta total rugi daya reaktif sebesar 0,522 kVAR. Secara menyeluruh sebelum mengalami rekonfigurasi jaringan, tegangan rata-rata nya dibawah 0,9501 p.u. Dimana pada semua kondisi ID bus tersebut memperlihatkan bahwa tidak ada lagi yang terjadi *under voltage* yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas pelayanan listrik yang akan sampai kepada kosumen. Dari hasil analisis aliran daya sistem 91-ID bus pada kondisi sesudah melakukan rekonfigurasi keempat didapat tidak terdapat tegangan rendah lagi yang terjadi di mana semua tegangan sudah melebihi tegangan rata-rata yang sudah ditentukan. Total daya aktif beban ditambah kerugian daya aktif sebesar 6,536 MW dan total daya reaktif beban dan kerugian daya reaktif sebesar 4,368 MVAR dari hasil analisis aliran daya sistem 91-bus sesudah rekonfigurasi didapat perbandingan hasil sebelum dan sesudah rekonfigurasi disajikan pada tabel 5.

TABEL 5. DATA REKONFIGURASI

	Sebelum Rekonfigurasi	Setelah Rekonfigurasi
Rugi Daya Aktif	0,32 kW	0,33 kW
Rugi Daya Reaktif	0,525 kVAR	0,522 kVAR
Nilai Jatuh Tegangan	0.9493 p.u	0,9537 p.u

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dari Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Untuk Mengurangi Jatuh Tegangan ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Sebelum dilakukannya rekonfigurasi Penyulang 91-Bus ini memiliki kerugian daya

aktif sebesar 0,352 kW dan total kerugian daya reaktif sebesar 0,525 kVAR, dan nilai jatuh tegangan sebesar 0,9493 pu yaitu 12,007377 kV, yang menyebabkan listrik yang sampai ke pelanggan kurang andal.

2. Dari hasil simulasi didapat konfigurasi yang paling optimal adalah. Nilai bus 7 AYN0393 yang sudah direkonfigurasi dengan rangkaian baru metode (D) tegangan yang dihasilkan setelah rekonfigurasi, yaitu rata-rata tegangan sebesar 0,9537 pu yaitu 12,219432kV. Serta kerugian daya aktif sebesar 0,33 kW dan total kerugian daya reaktif sebesar 0,522 kVAR.

B. Saran

Penulis menyarankan untuk pengembangan dari penelitian selanjutnya. Perlu menentukan metode yang paling efektif untuk mengurangi Jatuh Tegangan suatu jaringan kedepannya bisa dilakukan dengan membandingkan dengan metode rekonfigurasi lainya yang sudah ada.

- Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN (Persero) Up3 Pondok Gede. KILAT, 9(1), 136-142.
- [8] Samsinar, R., & Wiyono, W. (2019). Studi Keandalan Rekonfigurasi Jaringan Program Zero Down Time (ZDT) di Kawasan Sudirman Central Business Distric (SCBD) Menggunakan Software ETAP 12.6. RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR), 2(1), 65-72.
 - [9] Zebua, O & Ginarsa, I. M. (2016). Rekonfigurasi Jaringan Distribusi untuk Meminimisasi Rugi-Rugi pada Penyulang Kabut di Gardu Induk Teluk Betung Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization (BPSO). Jurnal Nasional Teknik Elektro, 5(1), 110-117.
 - [10] Adrianti, A & Mukhlisiah, N. (2017). Rekonfigurasi Relai Proteksi setelah Penambahan Pembangkit Tersebar pada Jaringan Distribusi. Jurnal Nasional Teknik Elektro, 6(2), 84-89.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amansyah Saputra Rahman, (2021), "Studi Setting Recloser Sebagai Proteksi Arus Gangguan hubung Singkat Pada Penyulang Kaze PT. PLN (PERSERO) UP3 Cengkareng", mahasiswa Fakultas ketenaga listrikan dan energi terbarukan, Institut teknologi PLN.
- [2] Kadir, A. (2006), Distribusi dan Utilasi Tenaga Listrik. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- [3] Julen Kartoni S, Edy Ervianto, (2016), "Analisa Rekonfigurasi Pembebanan Untuk Mengurangi Rugi-rugi Daya Pada Saluran Distribusi 20kV", Terbit di Jurnal Jurnal FTEKNIK, Volume 3 No. 2, Oktober 2017, jurnal.
- [4] Cahyono, A., Hidayat, H. K., Arfaah, S., & Ali, M. (2017). Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Untuk Mengurangi Rugi Daya Pada Penyulang Jatirejo Rayon Mojoagung Menggunakan Metode Binary Particle Swarm Optimization (BPSO). SAINTEK II-2017, UB, Malang, 103-106.
- [5] Arya Pamungkas dan Subuh Isnur Haryudo, (2019), "Analisis Power Loss pada Jaringan Distribusi Modo Feeder 20 KV di Wilayah Bojonegoro Menggunakan Software ETAP 12.6" Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- [6] Buku PT. PLN (Persero), "Kriteria Desain Engineering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik".
- [7] Samsurizal, S., & Hadinoto, B. (2020). Studi Analisis Dampak Overload Transformator