

Rekonfigurasi Rancangan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik pada Penyulang Tissot Dengan Menggunakan Metode Binary Particle Swarm (BPSO)

Muhammad Aji Satrio Wiyogo¹; Christine Widyastuti^{1*}; Irawan¹

1. Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750, Indonesia

*Email: christine.widyastuti@itpln.ac.id

Received: 29 Mei 2024 | Accepted: 16 Desember 2024 | Published: 24 Desember 2024

ABSTRACT

Issues with the electric power grid include voltage drop and power loss. Numerous factors, such as reactance in the feeder and resistance current, affect both of these. The aforementioned factors allow for the possibility of reconfiguring the network to reduce these losses. The study's findings show how the Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) approach was used to alter the Tissot and Topan feeders at the Sukarame and Teluk Betung substations. The results of the research on the reconfiguration of the Tissot feeder were found to reduce the power loss by 3.8044 % and can improve the voltage profile from 0.97826 p.u to 0.97902 p.u. The results of the research on the Topan feeder were found to be able to reduce power losses by 4.3325% and to improve the voltage profile from 0.9849 to 0.98524 p.u. Poor loop selection during choosing initial parameter for network reconfiguration resulted in the selection of the algorithm not being able to find the best fitness function.

Keywords: Power losses, line of distribution, supply feeder, BPSO

ABSTRAK

Masalah dengan jaringan tenaga listrik termasuk penurunan tegangan dan kehilangan daya. Banyak faktor, seperti reaktansi pada feeder dan arus resistansi, mempengaruhi keduanya. Faktor-faktor di atas memungkinkan adanya kemungkinan konfigurasi ulang jaringan untuk mengurangi kerugian ini. Temuan penelitian menunjukkan bagaimana pendekatan Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) digunakan untuk mengubah penyulang Tissot dan Topan di GI Sukarame dan Teluk Betung. Hasil penelitian pada rekonfigurasi penyulang Tissot didapatkan dengan hasil menurunkan rugi daya sebesar 3,8044 % dan dapat memperbaiki profil tegangan dari sebelumnya 0,97826 p.u menjadi 0,97902 p.u. Hasil penelitian pada penyulang Topan didapatkan dapat mengurangi rugi daya sebesar 4,1534 % dan dapat memperbaiki profil tegangan dari sebelumnya 0,9849 menjadi 0,98524 p.u. Pemilihan loop yang buruk saat melakukan inisiasi parameter rekonfigurasi pada jaringan mengakibatkan pemilihan algoritma tidak bisa menemukan fungsi fitness terbaik.

Kata kunci: Rugi daya, jaringan distribusi, BPSO, penyulang

1. PENDAHULUAN

Selain menambah beban pada saluran distribusi, ada juga penambahan jaringan baru. Akibatnya, kemungkinan munculnya gangguan listrik dan rugi daya pada saluran distribusi akan meningkat seiring dengan waktu[1]. Rugi daya dan jatuh tegangan adalah masalah yang terjadi pada sistem tenaga listrik. Beberapa parameter, termasuk arus resistansi dan reaktansi penyulang, memengaruhi keduanya. Oleh karena itu, rekonfigurasi jaringan dapat dilakukan untuk mengurangi rugi-rugi tersebut[2]. Rekonfigurasi jaringan distribusi dapat dilakukan dengan mengubah lokasi atau status saklar pemisah dan saklar penghubung, Selain hal tersebut, dapat juga dilakukan dengan mengubah jenis kabel yang saat ini digunakan atau dengan mengubah struktur jaringan[3].

Rekonfigurasi jaringan akan dilakukan dengan metode Binary Particle Swarm Optimization[4][5]. Pada rekonfigurasi ini hanya sebatas mengubah tieswitch yang dalam keadaan open kedalam keadaan close dan menjaga agar keadaan jaringan tetap menjadi radial. Dilakukan suatu perencanaan terhadap rekonfigurasi jaringan. Pada artikel ini rekonfigurasi jaringan metoda Binary Particle Swarm Optimization diaplikasikan pada sample yang diambil di kota Lampung. Penyulang yang digunakan dalam artikel ini yaitu penyulang Tissot. Adapun alasan pemilihan kedua penyulang tersebut karena besarnya beban penyulang tersebut dan panjang penyulang tersebut. Penyulang Tissot panjang penyulang 13,5 km. Penyulang tersebut memiliki total beban dan panjang besar dan panjang yang terhubung di Gardu Induk Sukarame.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Dalam menganalisis data pada artikel ini dengan menggunakan metoda Binary Particle Swarm Optimization (BPSO). Dimana pada artikel ini akan menggunakan aplikasi MATLAB dalam pengcodingan algoritma BPSO dan menganalisa terhadap power losses serta voltage drop sebelum dan sesudah terhadap gabungan gabungan switch yang didapatkan dari loop jaringan[6]. Setelah didapatkan hasil maka dapat dibandingkan hasil tersebut, apabila power losses dan voltage drop yang didapatkan lebih baik dibandingkan yang sudah ada maka rancangan rekonfigurasi dapat dilaksanakan, apabila power losses dan voltage drop tidak lebih baik dibandingkan yang sebelumnya maka rancangan rekonfigurasi tidak digunakan atau tidak dilaksanakan[7].

Pada proses rekonfigurasi jaringan dengan menggunakan metoda Binary Particle Swarm Optimization (BPSO), suatu penyulang haruslah memiliki tie switch pada penyulang tersebut. Tujuan dari penggunaan tie switch tersebut untuk mengubah struktur jaringan penyulang tersebut[8]. Pada penyulang yang diteliti yaitu penyulang Tissot, tidak memiliki konfigurasi tie switch. Oleh karena itu pada penyulang Tissot, akan dibuat suatu perencanaan pembuatan tie switch pada penyulang tersebut dengan memperhatikan beberapa kriteria sebagai berikut :

1. Jalur serta jarak panjang dari tie switch diambil dengan memperhatikan jalan yang diamati melewati web based AMADIS.
2. Tipe kabel yang digunakan pada tie switch adalah tipe yang sama dengan tipe kabel yang digunakan pada saluran penyulang Tissot dan Topan, yaitu kabel AAAC 150 mm².

2.1. Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial

Struktur jaringan radial memiliki keunggulan karena lebih murah dan lebih mudah digunakan. Rugi rugi total satu penyulang pada jaringan distribusi radial dapat dirumuskan dengan[9] :

$$P_{totalloss} = \sum_{i=1}^n P_{loss}(i, i + 1) \tag{1}$$

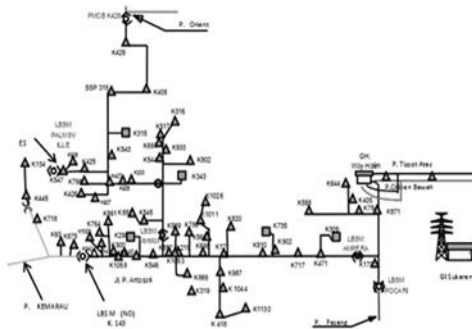
2.2. Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)

Binary Particle Swarm Optimization (BPSO) adalah salah satu metode heuritic yang digunakan untuk merekonfigurasi jaringan[10]. Dalam rekonfigurasi jaringan, hanya ada dua keadaan switch, yaitu buka atau tutup. karena keadaan status switch dapat diganti dengan bilangan biner, sehingga BPSO dapat beroperasi dalam ruang pencarian. Metode BPSO menempatkan partikel partikel pada saluran antar bus dan digunakan untuk rekonfigurasi jaringan. Metode ini membutuhkan fungsi tujuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyulang Tissot mempunyai total keseluruhan panjang sebesar 21,162 km dengan total beban penyulang tersebut sebesar 146,37 A. Pada penyulang Tissot juga memiliki bus sebanyak 50 bus dengan 49 saluran didalamnya.

PENYULANG TISSOT (SKR21)

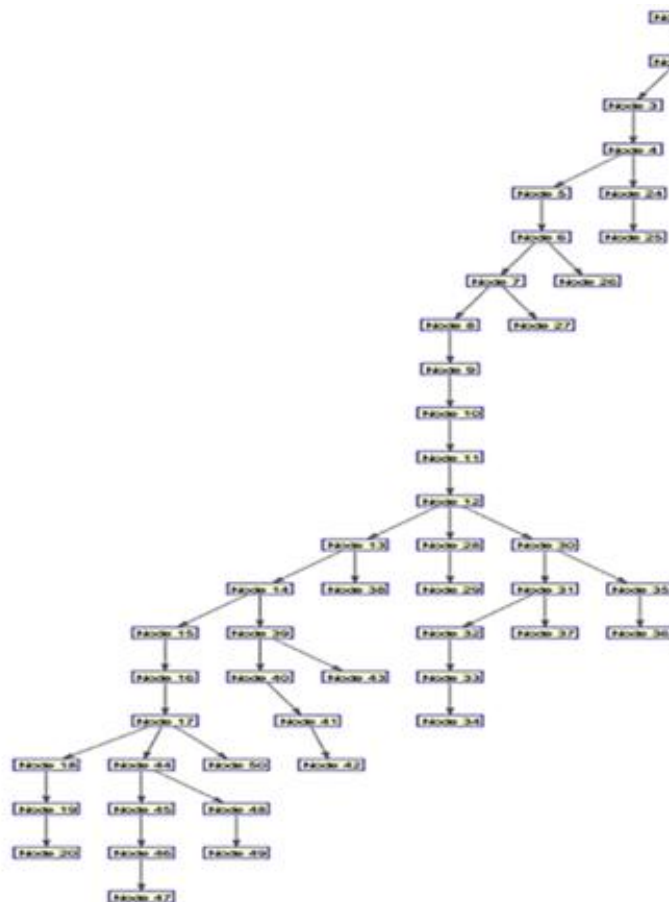


Gambar 1. SLD Penyulang Tissot

Tabel 1. Tie Switch Penyulang Tissot

No	Bus		Panjang (Km)	R (Ω)	X (Ω)
	Dari	Ke			
50	23	25	0.458	0.0990196	0.151369
51	27	2	1.4	0.30268	0.4627
52	23	8	1.14	0.246468	0.37677
53	8	43	0.541	0.1169642	0.1788005

54	49	42	0.804	0.1738248	0.265722
55	20	50	0.176	0.0380512	0.058168
56	49	47	1.7	0.36754	0.56185
57	29	49	1.93	0.417266	0.637865
58	37	36	0.089	0.0192418	0.0294145
59	37	34	0.595	0.128639	0.1966475
60	29	34	0.593	0.1282066	0.1959865
61	29	27	2.1	0.45402	0.69405



Gambar 2. Diagram Bus Penyulang Tissot

Rekonfigurasi jaringan dengan Binary Particle Swarm Optimization memerlukan penggunaan sejumlah parameter inisiasi. Parameter yang pertama diberikan BaseKV= 20 KV, dan BaseMVA = 60 MVA. Parameter inisiasi Binary Particle Swarm Optimization yang digunakan adalah sebagai berikut :

Jumlah Iterasi = 200

Dimensi pencarian = 20 x 12

Bobot (w) = 0.8

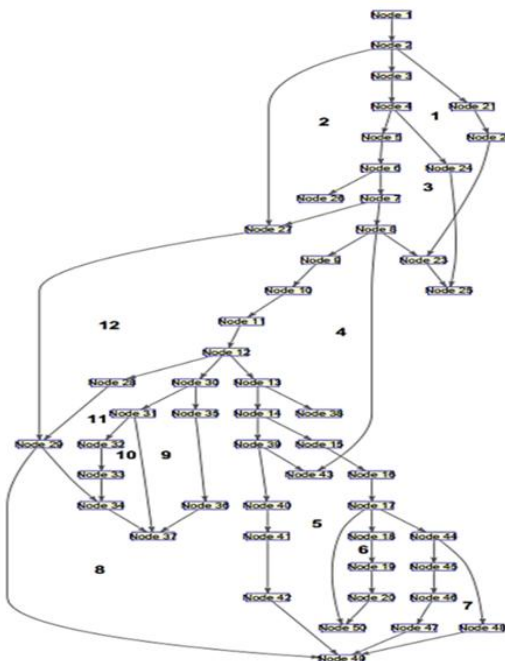
Konstanta Percepatan (C1, C2) = 0.8

Velocity (Vstart) = random (20 x 12)

Posisi awal (x) = random (20 x 12)

Pbest = random (20 x 12)

Gbest = 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61.



Gambar 3. Diagram Penyulang Tissot Setelah ditambahkan Tie Switch

Tabel 2. Kombinasi Switch pada Penyulang Tissot

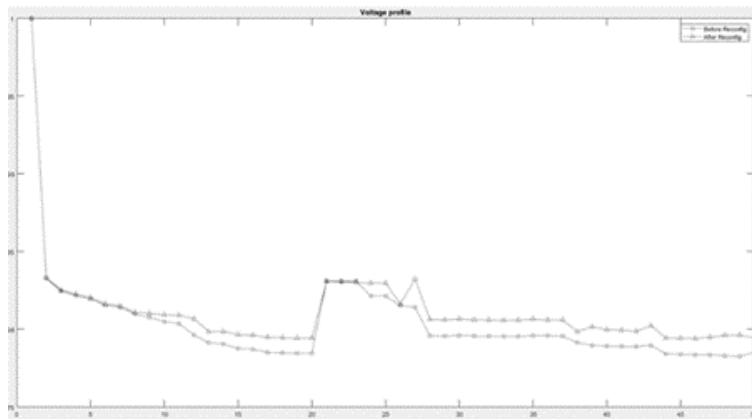
Rekonfigurasi	P (kW)	Q (KVAr)	Pengurangan Rugi Daya %	Tegangan Minimum (p.u)	Open Switch
Sebelum	38.2027	58.3996	-	0.97826	50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61
Sesudah	36.7493	56.1779	3.8044 %	0.97902	12 23 26 35 46 47 52 55 57 59 60 61

Tabel 3. Hasil Daya serta Switch pada Penyulang Tissot Sebelum dan Sesudah Rekonfigurasi

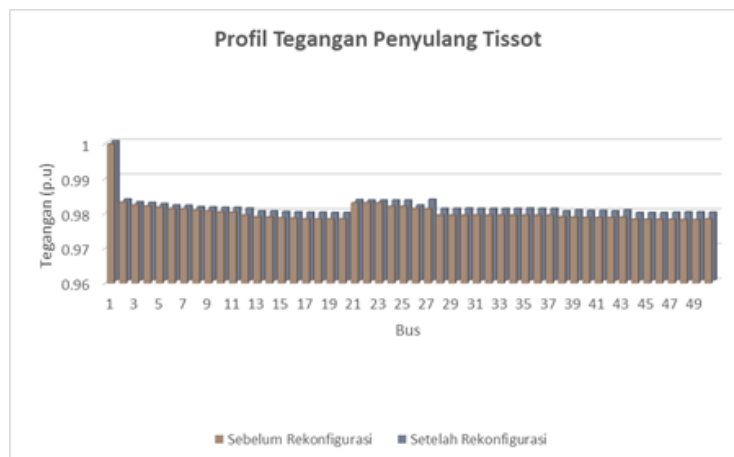
Loop	Switch
1	2, 3, 20, 21, 22, 23, 24, 50
2	4,5, 6, 26, 51
3	7, 52
4	8, 9, 10, 11, 12, 13, 38, 42, 53

5	14, 15, 16, 39, 40, 41, 43, 47, 48, 54
6	17, 18, 19, 49, 55
7	44, 45, 46, 56
8	57
9	30, 34, 35, 36, 58
10	31, 32, 33, 59
11	27, 28, 60
12	61

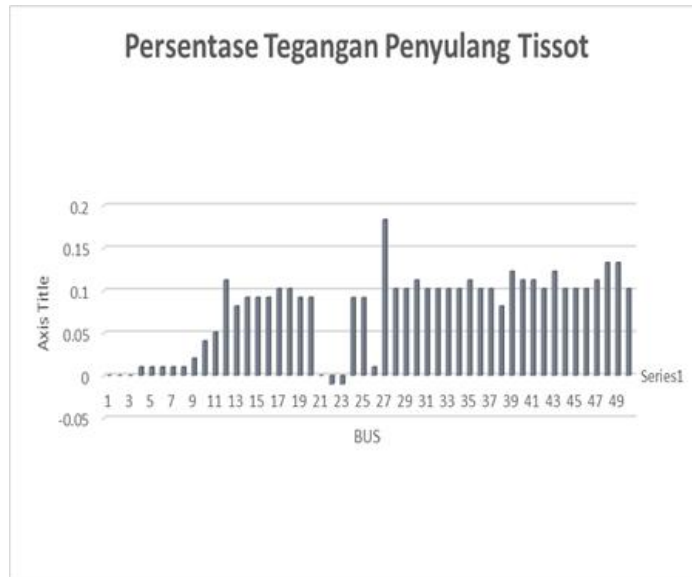
Setelah parameter-parameter inisiasi dimasukkan pada software MATLAB, maka simulasi untuk melakukan rekonfigurasi jaringan pada penyulang Tissot dapat dilakukan. Simulasi dilakukan dengan perhitungan algoritma Binary Particle Swarm Optimization. Hasil dari simulasi tersebut ditunjukkan pada tabel berikut:



Gambar 4. Profil Tegangan Bus Penyulang Tissot sebelum dan sesudah Rekonfigurasi



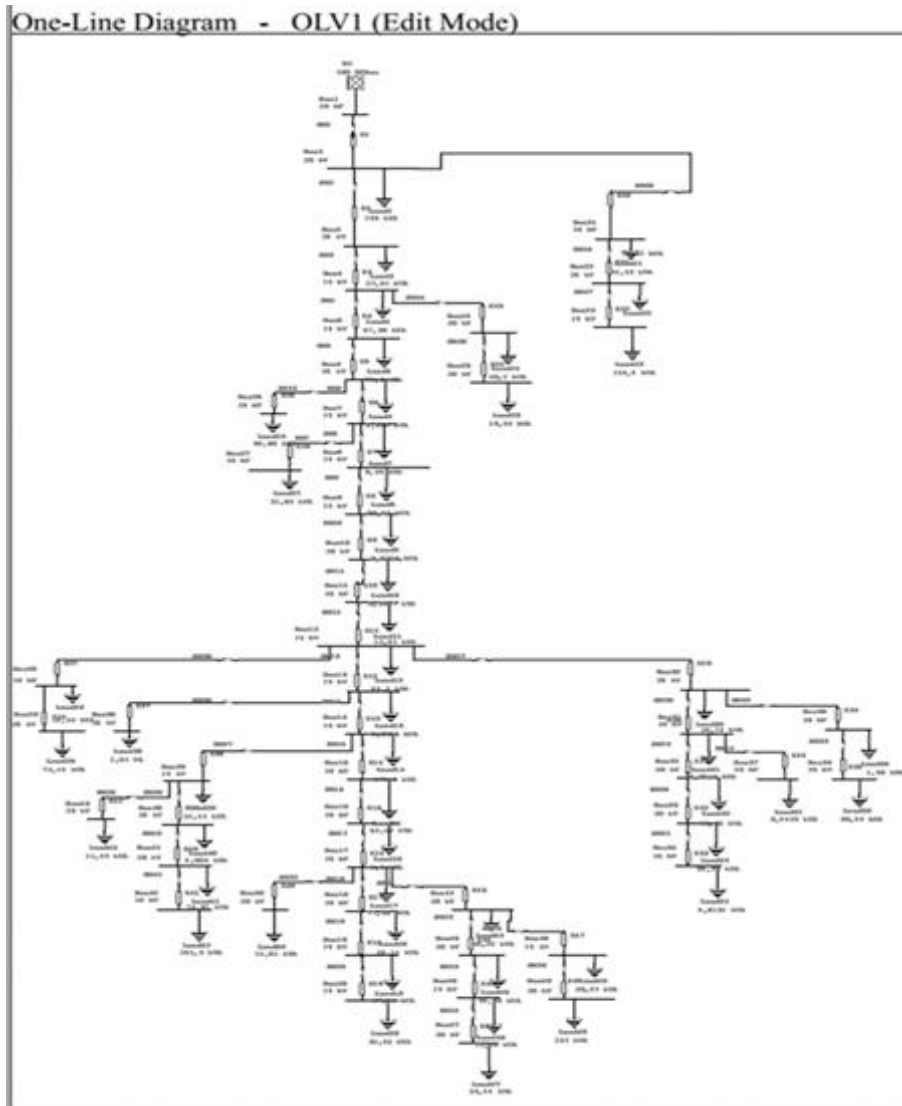
Gambar 5. Profil Tegangan Bus pada Penyulang Tissot sebelum dan sesudah Rekonfigurasi



Gambar 6. Persentase Jatuh Tegangan Bus pada Penyulang Tissot

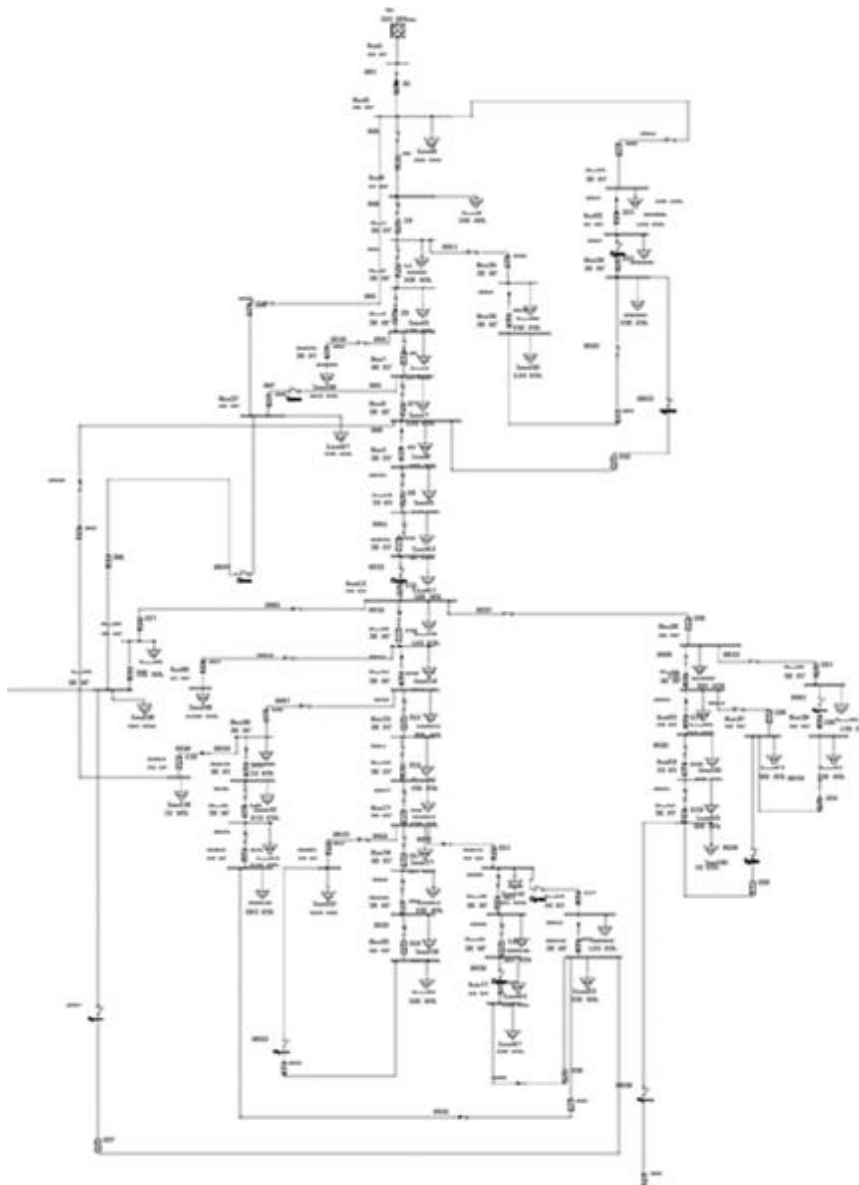


Gambar 7. Diagram Bus Penyulang Tissot setelah Rekonfigurasi



Gambar 8. SLD Penyulang Tissot sebelum rekonfigurasi dengan ETAP

One-Line Diagram - OLVI (Edit Mode)



Gambar 9. SLD Penyulang Tissot Setelah Penambahan Tie Switch

Tabel 4. Hasil losses penyulang Tissot saat running ETAP

	Sebelum Rekonfigurasi	Sesudah Rekonfigurasi
P	0.0369 MW	0.0356 MW
Q	0.0564 MVar	0.0544 MVar

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada rekonfigurasi penyulang Tissot didapatkan hasil kombinasi Open Switch yang terbaik dengan kombinasi yaitu 12, 23, 26, 35, 46, 47, 52, 55, 57, 59, 60 dan 61. Dengan membuka switch ini, rugi daya dapat dikurangi sebesar 3.8044 % dan tegangan penyulang minimum adalah 0.97902 p.u.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi PLN dalam hal ini juga adalah LPPM (Redaksi SUTET) yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel ini sehingga dapat publish.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Gligor, I. Vlasa, C.-D. Dumitru, C. E. Moldovan, and C. Damian, "Power Demand Forecast for Optimization of the Distribution Costs," *Procedia Manuf.*, vol. 46, pp. 384–390, 2020.
- [2] "ANALISA PERBAIKAN LOSSES DAN JATUH TEGANGAN PADA JARINGAN SAMBUNGAN RUMAH TIDAK STANDAR DENGAN SIMULASI SOFTWARE ETAP 7.5.0," 2015.
- [3] F. Ocsyilia, F. Pulansari, and D. Samanhudi, "Analisis Kualitas Layanan Distribusi Dengan Metode Physical Distribution Service Quality (Pdsq) Di Pt. X," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 14, no. 1, pp. 26–33, 2019.
- [4] K. Prakash, F. R. Islam, K. A. Mamun, and H. R. Pota, "Configurations of Aromatic Networks for Power Distribution System," *Sustainability*, vol. 12, no. 10, p. 4317, May 2020.
- [5] S. Zhang, H. Cheng, D. Wang, L. Zhang, F. Li, and L. Yao, "Distributed generation planning in active distribution network considering demand side management and network reconfiguration," *Appl. Energy*, vol. 228, no. July, pp. 1921–1936, 2018.
- [6] A. A. Firdaus, O. Penangsang, A. Soeprijanto, and U. P. Dimas Fajar, "Distribution network reconfiguration using binary particle swarm optimization to minimize losses and decrease voltage stability index," *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 7, no. 4, pp. 514–521, 2018.
- [7] S. Zhang, Y. Wang, Y. Zhang, D. Wang, and N. Zhang, "Load probability density forecasting by transforming and combining quantile forecasts," *Appl. Energy*, vol. 277, p. 115600, 2020.
- [8] O. Handayani, A. Senen, C. Widyastuti, and D. Y. Sukma, "Micro-Spatial Electricity Planning in Urban Area Based on Energy Demand," 2021 3rd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2021, pp. 155–160, 2021.
- [9] C. Widyastuti, A. Senen, and O. Handayani, "Micro-Spatial Electricity Load Forecasting Using Clustering Technique," in 2020 2nd International Conference on Industrial Electrical and Electronics (ICIEE), 2020, vol. 11005, pp. 17–21.
- [10] J. Energi, "OPTIMASI REKONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL," vol. 10, no. 2, pp. 102–111, 2018.