

# Analisa Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Berawa Untuk Menurunkan Losses dan Drop Tegangan Penyaluran Tenaga Listrik

I Gusti Nyoman Indra Wiguna<sup>[1]</sup>, I Gede Dyana Arjana<sup>[2]</sup>, Tjok. Gede Indra P<sup>[3]</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Email: [gustinyomanindrawiguna@gmail.com](mailto:gustinyomanindrawiguna@gmail.com)

## Abstrak

Beban puncak Penyulang Berawa sangatlah tinggi melebihi batas maksimum yang ditetapkan PLN menyebabkan nilai *Losses* dan drop tegangan tinggi, sehingga dilakukan rekonfigurasi Penyulang melalui LBS Cangu Club dan LBS Damai Residence, menggunakan 3 lokasi pemindahan beban. Arus sebelum direkonfigurasi pada Penyulang Berawa sebesar 242A menjadi 180,2A, Sedangkan Penyulang Bumbak sebelumnya 82A menjadi 144,7A. *losses* penghantar Penyulang Bumbak sebelumnya 5,2kW menjadi 22,15kW, sedangkan Penyulang Berawa sebelumnya 117,1kW menjadi 55,11kW setelah di rekonfigurasi, *drop* tegangan Penyulang Bumbak sebelumnya 102kVA menjadi 24kVA, Sedangkan Penyulang Berawa sebelumnya 775,4kVA menjadi 490,2kVA setelah di rekonfigurasi. Perubahan beban disebabkan perubahan beban dan panjang saluran setelah direkonfigurasi.

**Kata Kunci :** Rekonfigurasi, LBS, *Losses* dan *Drop* Tegangan

## Abstract

*Peak load on Berawa Feeder is very high exceeding the maximum limit set by PLN which causes Losses and high voltage drop values, so reconfiguration of Repeater via LBS Cangu Club and LBS Damai Residence is carried out, using 3 distribution points. The flow before being reconfigured in the Swamp Feeder was 242A to 180.2A, while the previous Bumbak Feeder was 82A to 144.7A. losses previous deliveries of Bumbak Feeder were 5.2kW to 22.15kW, while previous Berawa Berulang was 117.1kW to 55.11kW, drop the previous Bumbak Feeder voltage was 102kVA to 24kVA, whereas the previous Swamp Feeder was 775.4kVA to 490.2kVA. Load surges and decreases are caused by changes in load and channel length after being reconfigured.*

**Keywords :** *Rekonfigurasi, LBS, Losses dan Drop Tegangan*

## 1. PENDAHULUAN

Data beban puncak PT. PLN (persero) APD Bali pada Penyulang Berawa sudah mencapai 81 % pada tanggal 23 maret 2017 dengan beban sebesar 242 A dimana pemebebanan maksimal yang dianjurkan oleh PLN sebesar 80% (240 A), rata-rata pembebanan Penyulang Berawa sebesar 70,3% [1], maka dilakukan pemerataan beban dengan pemindahan sebagian beban penyulang berawa ke beban penyulang yang lebih rendah untuk menurunkan losses dan Drop tegangan.

Rekonfigurasi jaringan merupakan suatu usaha merubah bentuk konfigurasi

jaringan distribusi dengan mengoprasikan pensaklaran terkontrol jarak jauh (*switching remotely controlled*) pada LBS jaringan distribusi tanpa menimbulkan akibat yang beresiko dalam operasi sistem jaringan distribusi secara keseluruhan [2] dengan menentukan nilai *losses* dan *drop* tegangan terkecil pada titik pemindahan beban rekonfigurasi penyulang. Penyulang Berawa akan dipindahkan sebagian bebannya ke Penyulang Bumbak yang terhubung terhubung dengan LBS Cangu Club atau LBS Damai Residence, sebagian beban lainnya akan oleh Penyulang Batu Belig yang terhubung dengan LBS Kayu

Putih, Penyulang Berawa dan Penyulang Batu Belig disuplai oleh Transformator 2 pada Gardu Induk Padang Sambian.

**2. KAJIAN PUSTAKA**

Rekonfigurasi jaringan distribusi merupakan upaya yang dilakukan untuk menyalurkan tenaga listrik yang maksimal dalam mempermudah melokalisir jaringan apabila terjadi suatu gangguan ke penyulang lain. Rekonfigurasi dilakukan pada jaringan distribusi yang mengalami *overload* beban, untuk mengatasi masalah pada sistem jaringan tersebut dengan menentukan lokasi pemindahan bebanrekonfigurasi berdasarkan *losses* dan *drop* tegangan terkecil [3]

**A. Drop Tegangan**

Standar Drop tegangan yang ditentukan oleh PLN (SPLN) adalah maksimum sebesar 10%. Tegangan jatuh pada jaringan disebabkan adanya rugi tegangan akibat hambatan listrik (R) dan reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor  $V_d$  pada suatu penghantar yang mempunyai impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dijabarkan dengan rumus [4]

$$(\Delta V) = I(R.\cos \phi + X.\sin \phi) \times L \quad (1)$$

Keterangan :

$\Delta V$  = Drop Tegangan

I = Arus beban ( Ampere )

R = Tahanan rangkaian ( Ohm )

X = Reaktansi rangkaian ( Ohm )

**B. Losses penghantar**

*Losses* atau rugi-rugi daya yaitu kehilangan daya listrik saat penyaluran daya dari sumber ke konsumen [4] nilai *losses* dapat dirumuskan dengan:

$$\Delta V = I \times ( r.\cos\theta + x . \sin\theta ) \times L$$

$$\Delta P = I^2 \times r \times L \quad (2)$$

Keterangan:

$\Delta P$  = losses penghantar

I = Arusnya yang mengalir pada penghantar

r = Tahanan pada penghantar per km

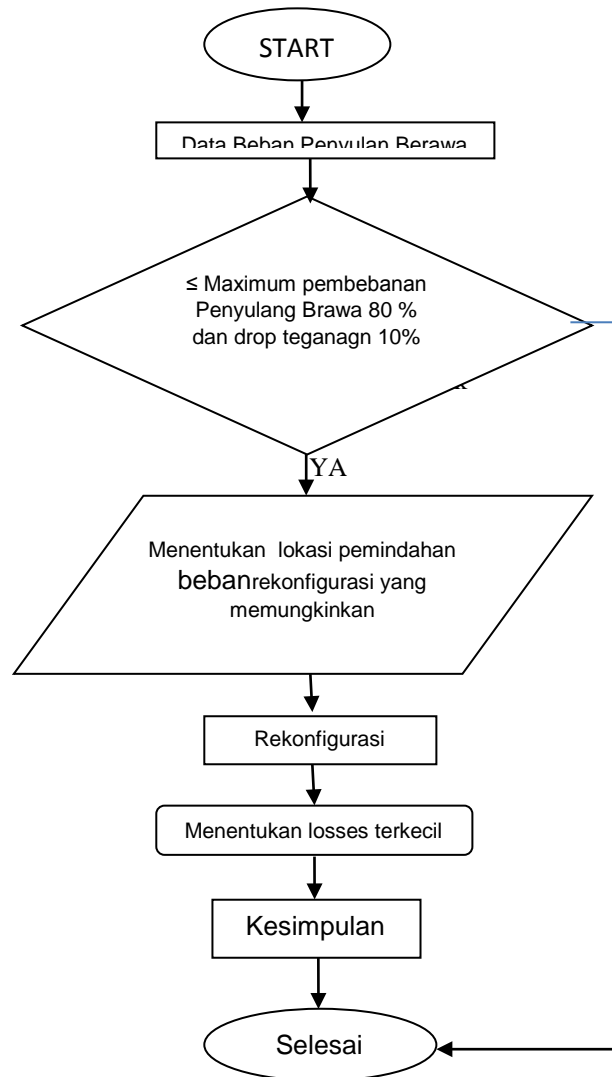
x= Reaktansi pada penghantar per km

Cos Q= Faktor daya beban

**3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di Penyulang Berawa daerah Berawa, Badung, Bali. Data yang digunakan pada penelitian kali ini hasil primer dari Pengukuran beban Penyulang Berawa pada PT. PLN(Persero) Area Bali Selatan. Penelitian kali ini dilakukan dengan membandingkan *losses* dan drop tegangan terkecil menggunakan 3 metode untuk menentukan titik perpotongan rekonfigurasi jaringan.

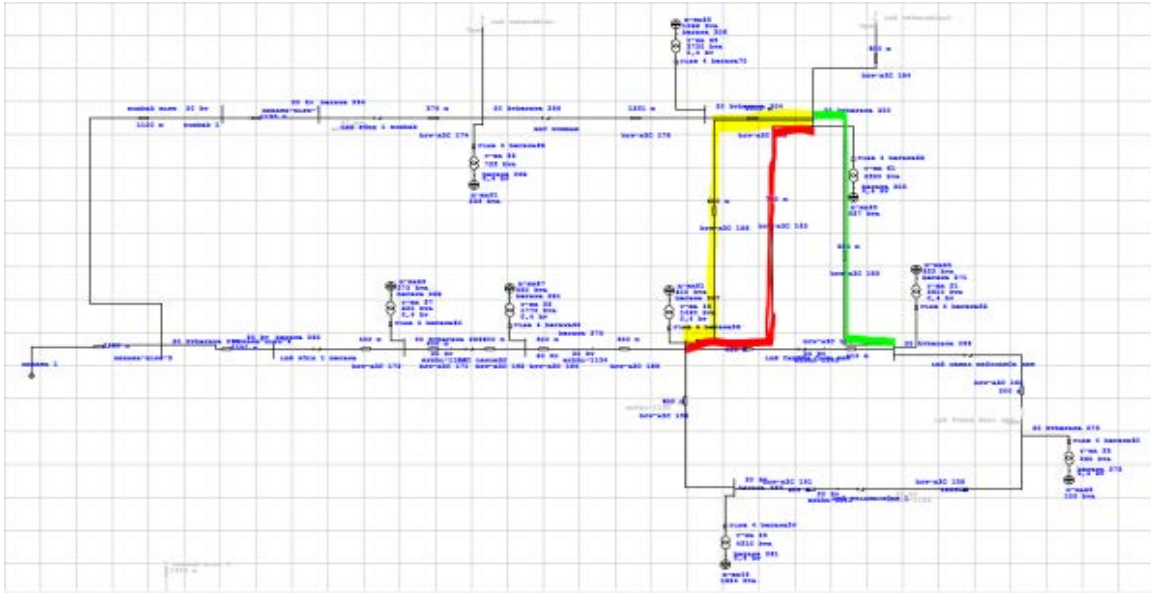
Tiga lokasi pemindahan beban yang berbeda akan dibandingkan untuk menentukan titik perpotongan rekonfigurasi dan melihat pengaruh rekonfigurasi dalam jangka panjang. [2]



Gambar 1 Skema Metode Aliran Daya Newton Rapshon

A. Simulasi rekonfigurasiPenyulang Berawa

4. HASIL PEMBAHASAN



Gambar 2 simulasi etap penyulang berawa

Simulasi rekonfigurasi Penyulang Berawa ini menggunakan aplikasi Etap untuk menentukan drop tegangan, losses, dan titik rekonfigurasi yang paling *efisien*. menggunakan tiga *sample*, melalui LBS Cangu Club 2 jalur dan dari LBS Damai Residence dengan menentukan *losses* dan drop tegangan terkecil. Gambar *single line* Etap Penyulang Berawa setelah direkonfigurasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar2.

Skenario Pertama merupakan lokasi pemindahan beban LBS Cangu Club 1 dengan melalui Jalan Batu Sari terhubung Transformato KA 2294, skenario kedua merupakan lokasi pemindahan beban LBS Cangu Club 2 dengan melalui Jalan Baman Beji yang terhubung dengan transformato KA 1692, dan skenario ketiga merupakan lokasi pemindahan beban ketiga pada LBS Damai Residence melalui Jalan Bango yang terhubung ke transformator KA636 pada Penyulang Bumbak yang terdapat pada table 1.

Tabel 1 Tabel Skenario rekonfigurasi Jaringan

No	Rekonfigurasi Penyulang	Titik Perpotongan	Titik penyambungan	Jalur Penghantar	Panjang saluran
1	Penyulang Berawa dan Penyulang Bumbak	LBS Cangu Club	KA 2294 pada Penyulang Bumbak	Melalui jalan Batu Sari	0,6 kms
2	Penyulang Berawa dan Penyulang Bumbak	LBS Cangu Club	KA 1692 pada Penyulang Bumbak	Melalui jalan Gang Villa Beji	0,71 kms
3	Penyulang Berawa dan Penyulang Bumbak	LBS Damai Residence	KA 636 pada Penyulang Bumbak	Melalui jalan Gang Bango	0,87 kms

Perhitungan losses dan drop tegangan setelah dilakukan rekonfigurasi dapat dilihat pada rumus (3) dan (4) yang terpasang pada LBS Damai Residence.

Losses Penghantar LBS Damai Residence setelah direkonfigurasi :

$$\Delta P = I^2 x R \quad (3)$$

$$\Delta P = I^2 x \frac{\rho x l}{A}$$

$$\Delta P = 85^2 \times \frac{0,03 \times 0,87}{150}$$

$$\Delta P = 1.25 \text{ kW}$$

Drop tegangan LBS Damai residence

$$\Delta V = I \times (r \cdot \cos\theta + x \cdot \sin\theta) \times L \quad (4)$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 167 \times (0,2 \cdot 0,86) + (0) \times 5,16$$

$$\Delta V = 289,2 \times 0,185 \times 5,16$$

$$\Delta V = 244 \text{ kVA}$$

Tabel 2 data beban setelah di rekonfigurasi

PENYULANG BUMBAK					
	SEBELUM	SESUDAH	% SEBELUM	% SESUDAH	KETERANGAN
DAYA	2837 kVA	5728 kVA	-	-	Meningkat
PANJANG SALURAN	3,89 kms	5,16 kms	-	-	Meningkat
ARUS	82 A	167 A	27,3 %	55,67 %	Meningkat
LOSSES	5,2 kW	28,78 kW	0,22 %	0,62 %	Meningkat
DROP TEGANGAN	102,2 kVA	276,1 kVA	3,6 %	4,8 %	Meningkat
PENYULANG BERAWA					
	SEBELUM	SESUDAH	% SEBELUM	% SESUDAH	KETERANGAN
DAYA	8369 kVA	5428 kVA	-	-	Menurun
PANJANG SALURAN	10 kms	7,73 kms	-	-	Menurun
ARUS	242 A	157 A	80,67 %	52,3 %	Menurun
LOSSES	117,12 kW	38,10 kW	1,7 %	0,7 %	Menurun
DROP TEGANGAN	775,4 kVA	387,5 kVA	9,29 %	7,13 %	Menurun

Pemilihan titik perpotongan untuk rekonfigurasi kali ini saya menggunakan lokasi pemindahan beban pada LBS Damai Residence karena memiliki *Losses* dan Drop tegangan terkecil dari yang lainnya, dengan *losses* 1,25 kW dan drop tegangan 1,2 % (max 10 %). Arus pembebanan Penyulang Berawa sebelum dilakukan rekonfigurasi sebesar 242 A (81%) menjadi 157 A (55,6%) setelah di rekonfigurasi, Beban Penyulang Bumbak sebelum dilakukan rekonfigurasi sebesar 85 A (28,3%) menjadi 167 A (52,3%) setelah di rekonfigurasi. Perhitungan *losses* penghantar sebelum di rekonfigurasi sebesar 5,2 kW (0,22%), setelah direkonfigurasi pada penyulang Bumbak menjadi 28,78 kW (0,62%), sedangkan *losses* pada Penyulang Berawa sebesar 117,1 kW (1.7%) setelah di rekonfigurasi *losses*nya menurun menjadi 38,10 kW

(1.1%)., dengan drop tegangan pada Penyulang Bumbak sebelum di rekonfigurasi sebesar 102,2 kVA (3,6%), setelah direkonfigurasi meningkat menjadi 244,1 kVA (4,9%). Drop tegangan pada penyulang Berawa sebelum direkonfigurasi sebesar 775,4 kVA (9,26%) setelah direkonfigurasi menurun menjadi 494 kVA (7,9 %).

## 5. PENUTUP

### A. KESIMPULAN

Arus pembebanan Penyulang Berawa sebelum dilakukan rekonfigurasi sebesar 242 A (81%) menjadi 167 A (55,6%) setelah di rekonfigurasi, Beban Penyulang Bumbak sebelum dilakukan rekonfigurasi sebesar 85 A (28,3%) menjadi 157 A (52,3%) setelah di rekonfigurasi

*losses* penghantar sebelum di rekonfigurasi sebesar 5,2 kW (0,22%), setelah direkonfigurasi pada penyulang Bumbak menjadi 28,78 kW (0,62%), sedangkan *losses* pada Penyulang Berawa sebesar 117,1 kW (1.7%) setelah di rekonfigurasi *losses*nya menurun menjadi 38,10 kW (1.1%)

Drop tegangan pada Penyulang Bumbak sebelum di rekonfigurasi sebesar 102,2 kVA (3,6%), setelah direkonfigurasi meningkat menjadi 244,1 kVA (4,9%). Drop tegangan pada penyulang Berawa sebelum direkonfigurasi sebesar 775,4 kVA (9,26%) setelah direkonfigurasi menurun menjadi 494 kVA (7,9 %)

### A. SARAN

Rekonfigurasi harus dilakukan segera mungkin karena pertumbuhan beban pada penyulang Berawa sudah melebihi batas maksimum yang ditentukan, dalam menentukan besar beban yang akan di

rekonfigurasi harus diketahui perubahan beban dari tahun sebelumnya. Besar beban yang akan direkonfigurasi harus diperhatikan pertumbuhan bebannya, Jalur rekonfigurasi yang dipilih sebaiknya

dilakukan Mengikuti arah dari jalan sehingga nantinya jika terjadi penambahan beban lebih mudah dan tidak ada biaya lahan untuk pemasangan tiang.

## B. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero) APD BALI. 2017 Data Penyulang Berawa
- [2]Mahendra, Surya. 2015. Studi Rekonfigurasi Jaringan dan Penentuan Lokasi *Distributed Generation* (DG) Pada Sistem Distribusi 3 Phasa Metode *Newthon Rhapsod* Untuk Meningkatkan Keluaran Daya Aktif DG. Vol. 4, No. 2, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print).
- [3] PT. PLN (Persero). 2010. Standar Kontruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Jakarta.
- [4] F,Iskandar.2015. Studi Pengaruh Rekonfigurasi Jaringan Terhadap Drop Voltage Menggunakan Metode GA Di Bandara Ngurah Rai. E-Journal SPEKTRUM Vol. 2, No. 2.
- [5] Hidayah,Nurul. 2015. Analisa Manuver Jaringan Terhadap Keandalan Kontinyuitas Penyaluran Tenaga Listrik Penyulang Ampean. Vol. 3, No. 1 : 109 -115
- [6] PT. PLN (Persero). 1984. Himpunan buku Petunjuk operasi dan Pemeliharaan peralatan penyaluran tenaga listrik Perusahaan Listrik Umum negara. Jakarta.
- [7] Jamaah, Akhmad. 2013. Analisa Beban *Section* untuk Menentukan Alternatif Manuver Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang BRG-3PT PLN (Persero) Unit Layanan Salatiga. Vol. 2 No. 3 : 159 – 158.
- [8] Priadi Hendra, 2015. Evaluasi Untuk Mengatasi Beban Lebih Pada Penyulang Batu Belig. E-Journal SPEKTRUM Vol. 2, No. 1.
- [9] Rahmadan, Fahmi. 2015. Analisis Keandalan Pada Penyulang Batu Belig. Vol. 2, No. 2.
- [10] Zebua, Osea. 2016. Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Mminimisasi Rugi-rugi pada Penyulang Kabut di gardu Induk Teluk Betung Menggunakan Metode Binary Perticle Swarm Optimization (BPSO). Vol: 5, No. 1, ISSN: 2302 -2949.
- [11]Samudra Hery, 2016. Studi Peningkatan Kualitas Pelayanan Penyulang Menggunakan *Load Break switch* (LBS) *Three Way*. Teknologi Elektro, Vol. 15, No.1.