

ANALISIS PENGARUH FAKTOR DAYA TERHADAP DROP TEGANGAN DAN RUGI DAYA PENYULANG PUNCAK MUNDI MENGGUNAKAN ETAP 12.6 DI PT PLN (PERSERO) ULP KLUNGKUNG

Ni Putu Mas Pramita Dewi¹⁾, I Gusti Ketut Abasana²⁾, I Nengah Sunaya³⁾, dan I Wayan Jondra⁴⁾

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran Badung, 80364

²Dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran Badung, 80364

³Dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran Badung, 80364

⁴Dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran Badung, 80364

E-mail: mitadewi591@mail.com

Abstract

Losses are the energy lost in power distribution which the value is directly proportional to the line impedance value and the load. Losses and power factor are related to the large amount of inductive load which eventually causes a voltage drop. Drop voltage measured at Puncak Mundi is 5.2% which exceeded the voltage drop limit according to the SPLN 72:1987 standard, which is 5%. So that a reconfiguration simulation is carried out which results a decrease in the voltage drop to 2.76% and it is also known that there is an increase in the value of the feeder power factor. In this paper, research on the load flow of Puncak Mundi Feeder was carried out with two schemes, which using a power factor of 0.89 and 0.95 to know the effect of power factor on the value of voltage drop and losses. From the simulation results, it was found that there was an increase in electrical energy efficiency with a power factor value of 0.95 compared to 0.89. The percentage of voltage drop decreased from 2.76% to 2.06% and the percentage of power loss also decreased from 4.80% to 4.49%.

Keywords: Drop voltage, Losses, Power Factor, Feeder, ETAP 12.6

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari energi listrik merupakan sumber energi utama yang banyak dimanfaatkan dan dibutuhkan oleh manusia (Ulinuha & Widodo, 2018). Sehingga kualitas dan efisiensi penyaluran tenaga listrik harus sesuai dengan standar mutu pelayanan tenaga listrik. *Losses* atau rugi-rugi daya merupakan energi yang hilang dalam penyaluran energi listrik yang berbanding lurus dengan nilai impedansi saluran dan besar beban (Hontong & Patra, 2015; Octary dkk, 2020). *Losses* dan faktor daya berhubungan dengan banyak faktor, salah satunya jumlah beban induktif yang besar yang akhirnya menyebabkan terjadinya drop tegangan (Agu & Gianto, 2022; Hidayat & Muslimin, 2020). Rendahnya faktor daya berimbas pada besarnya drop tegangan, dimana faktor daya yang rendah menyebabkan arus yang mengalir akan meningkat

sehingga terjadi rugi-rugi (panas) dalam penghantar dan berujung pada rendahnya tegangan yang diterima (Hidayat & Muslimin, 2020). Faktor daya merupakan cosinus dari beda sudut fasa antara arus dan tegangan (Ulya, 2019). Drop tegangan merupakan selisih antara tegangan kirim dengan tegangan terima di jaringan distribusi yang disebabkan oleh arus, impedansi saluran, dan jarak (Suardika dkk, 2018).

Penyulang Puncak Mundi mengalami drop tegangan sebesar 5,2% dengan tegangan ujung terendahnya sebesar 18,96 kV. Sehingga dilakukan simulasi rekonfigurasi Penyulang Puncak Mundi terhadap Penyulang Wibrata, Penyulang Bukit Jati, dan Penyulang Goa Lawah untuk menekan drop tegangan yang terjadi. Dalam simulasi rekonfigurasi didapatkan bahwa terjadi peningkatan nilai faktor daya yang diikuti penurunan drop tegangan menjadi 2,76%.

Selanjutnya penulis melakukan penelitian lebih mendalam dalam skema rekonfigurasi yang telah dilakukan terhadap nilai drop tegangan dan rugi-rugi daya (*losses*) apabila nilai faktor daya ditingkatkan dalam nilai daya semu yang sama. Sehingga dapat diketahui lebih mendalam mengenai pengaruh nilai faktor daya terhadap besarnya drop tegangan dan rugi-rugi daya (*losses*) penyulang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kuantitatif deskriptif untuk membahas mengenai nilai faktor daya yang dilakukannya simulasi rekonfigurasi dan pengaruhnya terhadap nilai drop tegangan Penyulang Puncak Mundi. Penelitian ini menggunakan data-data kuantitatif dari sumber primer maupun sekunder yang diperoleh dengan metode wawancara (*interview*), dokumentasi, dan observasi. Data tersebut diolah secara matematis dengan perhitungan manual dikombinasikan dengan *software* ETAP 12.6. Dari simulasi yang dilakukan menggunakan *software* ETAP 12.6 akan diperoleh nilai tegangan kirim dan ujung, beban, dan nilai faktor daya Penyulang Puncak Mundi

Penelitian dilakukan dengan melakukan simulasi dalam *software* ETAP 12.6. Simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini hanya menggunakan dua buah skema yaitu:

Skema 1 : Kondisi Penyulang Puncak Mundi dengan faktor daya 0,89

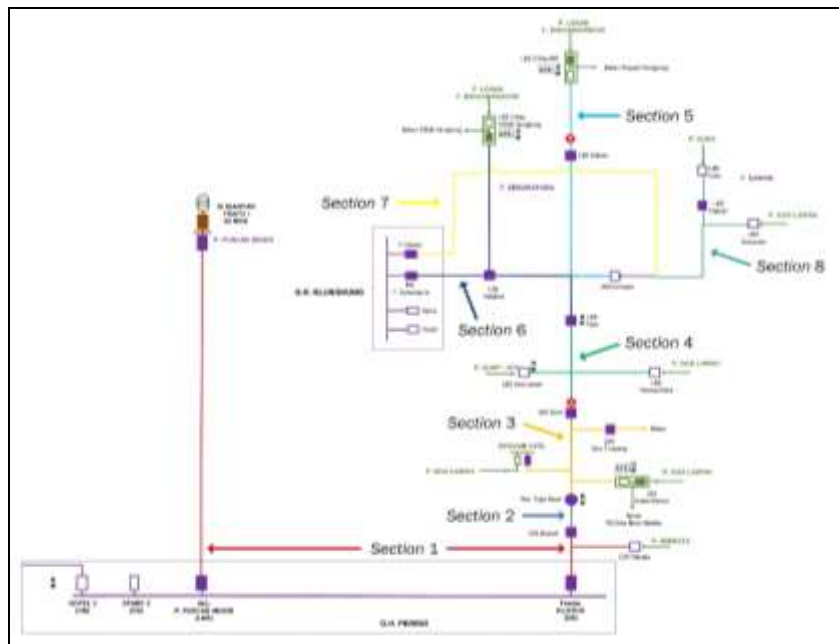
Skema 2 : Kondisi Penyulang Puncak Mundi dengan faktor daya 0,95

Data yang diperoleh dari hasil simulasi yang telah dilakukan akan dianalisis untuk mengetahui perbedaan kondisi parameter aliran daya Penyulang Puncak Mundi dengan sampel nilai faktor daya di masing-masing gardu distribusi sebesar 0,89 dan 0,95. Dari hasil analisis akan diketahui mengenai pengaruh faktor daya terhadap drop tegangan dan rugi-rugi daya (*losses*) Penyulang Puncak Mundi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini meninjau mengenai profil tegangan terima yang terukur di masing-masing *section* Penyulang Puncak Mundi. Dalam penelitian ini penulis membagi Penyulang Puncak Mundi menjadi 9 *section* berdasarkan *keypoint* yang berupa peralatan hubung dan *recloser*. Selanjutnya peninjauan mengenai arus beban dan faktor daya yang terbaca akan dilakukan di bus-bus tertentu. Titik peninjauan dibagi menjadi tiga titik yaitu:

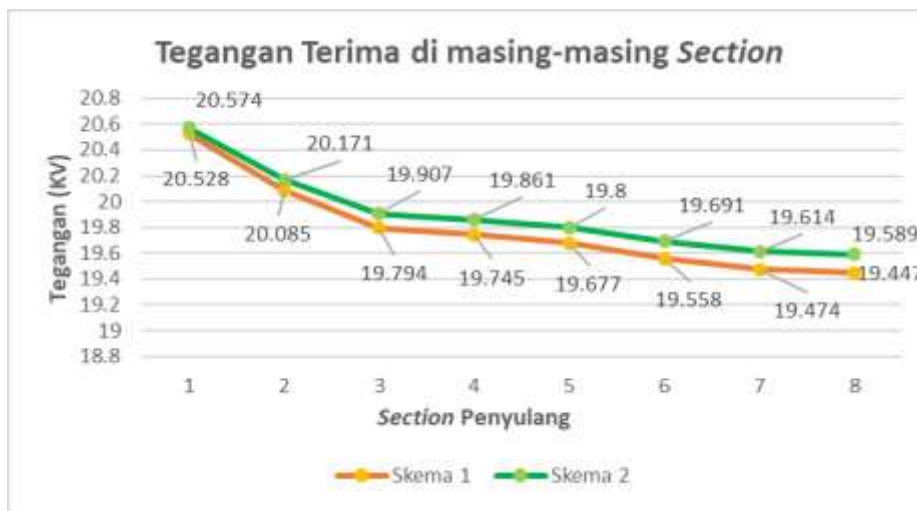
1. Bus GH Pering : Titik pangkal terdekat beban Penyulang Puncak Mundi
2. Bus LBS Satra : Titik tengah Penyulang Puncak Mundi
3. Bus DW0021 : Titik ujung beban terakhir penyulang



Gambar 1. Pembagian *section* Penyulang Puncak Mundi

Hasil

Dari hasil simulasi antara skema 1 dan skema 2 terdapat peningkatan tegangan terima di masing-masing *section* setelah ditingkatkannya nilai faktor daya menjadi 0,95. Peningkatan tegangan yang diterima di masing-masing *section* berkisar antara 46 Volt hingga 142 Volt dengan tegangan kirim dari Gardu Induk Gianyar muncul sebesar 20,943 kV. Berikut merupakan grafik perbandingan tegangan terima di masing-masing *section*.



Gambar 2. Grafik tegangan terima di masing-masing *section*

- Skema 1 (Kondisi Penyulang Puncak Mundi dengan faktor daya 0,89)

Hasil simulasi skema 1 didapatkan nilai rugi-dugi daya aktif (*losses*) sebesar 150 kW dengan total beban (*demand*) sebesar 3,126 MW. Selanjutnya diketahui nilai drop tegangan sebesar 2,76% dari standar SPLN 72:1987 dengan nilai faktor daya 87,7% yang muncul di pangkal penyulang. Adapun hasil peninjauan tegangan, arus beban, dan nilai faktor daya di titik-titik yang telah ditentukan tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1
Hasil peninjauan tegangan, arus beban, daya dan faktor daya skema 1

Titik Peninjauan	Tegangan (kV)	Arus (A)	Daya Aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)	Daya Semu (kVA)	PF (%)
GH Pering	20,763	97,9	3107	1665	3520	88,3
LBS Satra	19,794	62,1	1893	973	2128	88,9
DW0021	19,447	0,8	24	12	27	88,8

- Skema 2 (Kondisi Penyulang Puncak Mundi dengan faktor daya 0,95)

Hasil simulasi skema 2 didapatkan nilai rugi-rugi daya aktif (*losses*) yang sama dengan skema 1 yaitu sebesar 150 kW namun dengan total beban (*demand*) sebesar 3,338 MW. Simulasi rekonfigurasi menunjukkan nilai drop tegangan sebesar 2,04% dari standar SPLN 72:1987 dengan nilai faktor daya sebesar 94,2% yang muncul di pangkal penyulang. Adapun hasil peninjauan tegangan, arus beban, dan nilai faktor daya di titik-titik yang telah ditentukan setelah dilakukannya pemindahan beban tercantum dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2
Hasil peninjauan tegangan, arus beban, dan faktor daya skema 2

Titik Peninjauan	Tegangan (kV)	Arus (A)	Daya Aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)	Daya Semu (kVA)	PF (%)
GH Pering	20,795	97,8	3319	1177	3522	94,2
LBS Satra	19,907	61,9	2026	674	2135	94,9
DW0021	19,589	0,8	25	8	27	94,9

Pembahasan

Dari hasil simulasi aliran daya di kedua skema, diketahui bahwa dengan meningkatnya nilai faktor daya menyebabkan terjadinya peningkatan tegangan ujung sebesar 142 Volt atau meningkat sebesar 0,73%. Sehingga drop tegangan penyulang dengan faktor daya 0,95 adalah sebesar 2,06%. Selain itu terdapat penurunan arus beban sebesar 0,1 A dipengaruhi oleh nilai faktor daya yang berubah, dimana dalam simulasi ini nilai sampel faktor daya gardu distribusi meningkat dari 0,89 menjadi 0,95. Diketahui jika semakin tinggi arus yang mengalir maka semakin tinggi penurunan tegangan, arus yang mengalir berbanding terbalik dengan level tegangan untuk jumlah daya (Kurniawan & Supardi, 2020). Peningkatan nilai faktor daya ini dipengaruhi dari penurunan jenis beban induktif yang digunakan. Beban induktif menyebabkan pergeseran fasa pada arus sehingga bersifat *lagging* (Noor dkk, 2017). Sehingga terdapat penurunan besar sudut antara daya aktif dan daya semu yang menyebabkan nilai faktor daya meningkat (Dani & Hasanuddin, 2018). Sedangkan beban resistif tidak menyebabkan adanya geser fasa antara arus dan tegangan dalam rangkaian arus bolak-balik (Noor dkk, 2017). Selain itu, peningkatan nilai faktor daya dapat menekan drop tegangan yang terjadi, sehingga hal ini juga berdampak dengan penurunan persentase

rugi-rugi daya (*losses*) (Yuliastuti, 2021). Didapatkan bahwa rugi-rugi daya (*losses*) tidak mengalami penurunan, dimana nilai rugi-rugi daya aktif (*losses*) di masing-masing skema yaitu 150 kW. Namun terdapat peningkatan beban penyulang (*demand*) sebesar 6,78% setelah ditingkatkannya nilai faktor daya. Dimana beban penyulang (*demand*) sebelumnya 3,126 MW meningkat menjadi 3,338 MW. Terjadinya penurunan besar sudut antara daya aktif dan daya semu dalam nilai daya semu yang sama menyebabkan daya aktif yang dapat digunakan/dimanfaatkan semakin besar (Putri & Pasaribu, 2018). Penurunan besar sudut daya tersebut disebabkan oleh penurunan penggunaan beban reaktif induktif yang ditandai dengan penurunan nilai daya reaktif yang tertera di tabel 1 dan tabel 2. Dari nilai rugi-rugi daya (*losses*) dan beban penyulang (*demand*) yang muncul dari hasil analisis aliran daya *software* ETAP 12.6 diketahui terjadi penurunan persentase rugi-rugi daya (*losses*) setelah nilai faktor daya ditingkatkan yaitu menjadi 4,49% dari yang sebelumnya sebesar 4,80%. Sehingga dapat dikatakan bahwa peningkatan nilai faktor daya berdampak dengan meningkatnya efisiensi daya yang disediakan di jaringan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa simpulan:

1. Terjadinya perubahan aliran daya yang cenderung meningkatkan efisiensi penyaluran energi listrik di Penyulang Puncak Mundi setelah ditingkatkannya nilai faktor daya dari 0,89 menjadi 0,95 dalam simulasi aliran daya *software* ETAP 12.6.
2. Peningkatan nilai faktor daya menyebabkan terjadinya peningkatan nilai tegangan ujung penyulang atau penurunan drop tegangan di Penyulang Puncak Mundi yang awalnya sebesar 2,76% menjadi 2,06%.
3. Peningkatan nilai faktor daya menyebabkan penurunan rugi-rugi daya (*losses*) di Penyulang Puncak Mundi yang menurun menjadi 4,49% dari yang sebelumnya sebesar 4,80%.

Saran

Penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya agar dapat mengambil data faktor daya seluruh gardu distribusi sehingga didapatkan nilai faktor daya beban gardu yang lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agu, S. B., & Gianto, R. (2022). Evaluasi Perbaikan Losses dan Faktor Daya pada Jaringan Listrik PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk-Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- Dani, A., & Hasanuddin, M. (2018). Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Sebagai Kompensator Daya Reaktif (Studi Kasus Stt Sinar Husni). *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 1(1), pp. 673-678.
- Hidayat, N., & Muslimin, S.Y. (2020). *Simulasi Sistem Perbaikan Faktor Daya (Power Factor Correction, PFC) Menggunakan Perangkat Lunak PSCAD*. (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Makassar, 2020) Diakses dari: https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/12437-Full_Text.pdf
- Hontong, N. J., Tuegeh, M., & Patras, L. S. (2015). Analisa rugi-rugi daya pada jaringan distribusi di PT. PLN Palu. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(1), 64-71.
- Kurniawan, R. T., & Supardi, A. (2020). *Analisis Hasil Pengukuran Beban dan Rugi-Rugi Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Menengah di Area Boyolali* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta). Diakses dari: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/80372>
- Noor, F. A., Ananta, H., & Sunardiyo, S. (2017). Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap tegangan, arus, faktor daya, dan daya aktif pada beban listrik di minimarket. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 66-73.
- Octary, W., Eteruddin, H., & Tanjung, A. (2020). Susut Tegangan pada Penghantar ACCC di Saluran Transmisi 150 kV di PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Transmisi Pekanbaru. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, 5(1), 1-7.

- Putri, M., & Pasaribu, F. I. (2018). Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (XL) di Industri. *JET (Journal Of Electrical Technology)*, 3(2), 81-85.
- Suardika, I. P. A., Arjana, I. G. D., & Pemayun, A. A. G. M. (2018). Rekonfigurasi Saluran Distribusi 20 kV Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Abang. *Jurnal SPEKTRUM*, 5(2), 231-238.
- Ulinuha, A., & Widodo, W. A. (2018). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Skala Mikro Untuk Keperluan Penerangan Jalan. *Proceeding of The URECOL*, 128-135.
- Ulya, A. U. (2019). Analisis Dan Simulasi Pengaruh Pemasangan Capacitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Simulink Pada Sistem Tenaga Listrik Di PT. Bogowonto Primalaras. *Media ElektriKa*, 12(1), 1-11.
- Yuliasuti, N. A. (2021). *Penggunaan Capacitor Bank untuk Kompensasi Daya Reaktif Rumah Sakit di Yogyakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta). Diakses dari: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/93196>