

# Penentuan Lokasi dan Kapasitas Kapasitor Bank pada Jaringan Distribusi Penyulang Americano untuk Meminimalkan Rugi-Rugi Daya dengan Metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO)

Kevin Elvredo Banjar Nahor<sup>1</sup>, Osea Zebua<sup>2</sup>, Lukmanul Hakim<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145  
banjarkevin01@gmail.com

**Intisari** — Pemasangan kapasitor bank merupakan salah satu cara untuk mengurangi rugi-rugi daya dan menaikkan profil tegangan. Kapasitor bank yang terpasang akan menyuplai daya reaktif yang bersifat kapasitif, sehingga nilai impedansi atau tahanan dari saluran dapat berkurang. Meningkatnya resistansi menyebabkan turunnya profil tegangan dan naiknya reduksi daya. Berdasarkan percobaan simulasi ETAP 19.01 penurunan profil tegangan di penyulang Americano pada saat beban siang sebesar 4,1 kV dengan total rugi-rugi daya sebesar 449,5 kW dan saat beban malam sebesar 6 kV dengan total rugi-rugi daya sebesar 917 kW Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penambahan kapasitor bank dengan menggunakan metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO) untuk membantu proses pencarian lokasi dan kapasitas dari kapasitor bank. Penurunan rugi-rugi daya aktif setelah dilakukan pemasangan kapasitor bank pada saat beban siang sebesar 148,5 kW, dengan kenaikan rata-rata tegangan sebesar 1,212 kV dan pada saat beban malam didapatkan penurunan daya aktif sebesar 374 kW, dengan kenaikan rata-rata tegangan sebesar 1,46 kV. Dengan ditentukan lokasi dan kapasitas kapasitor bank, maka didapatkan nilai penurunan daya dan kenaikan profil tegangan yang maksimal.

**Kata Kunci** —

**Abstract** — The installation of capacitor banks is one way to reduce power losses and increase the voltage profile. Banks capacitor will supply capacitive reactive power, so that the impedance value can be reduced resistance. The increase in resistance leads to a decrease in the voltage profile and an increase in power reduction. Based on data from the simulation experiment with software ETAP 19.01, the highest decrease in voltage profile in Americano feeder at daylight load was 4.1 kV with total power losses of 449.5 kW and during night loads of 6 kV with total power losses of 917 kW. Based on this, the adding of capacitor banks is carried out using the Gray Wolf Optimizer (GWO) method to help the process of finding the location and capacity of capacitor banks. Decrease in active power loss after installing the capacitor bank during daytime loads was 148.5 kW, with an increase in the average voltage of 1,212 kV and during night loads was 374 kW, with an increase in the average voltage of 1.46 kV. Determining the location and capacity of the capacitor bank, the value of the power decrease and the maximum voltage profile increase are obtained.

**Keyword** —

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok masyarakat, sebab tenaga listrik sangat membantu pekerjaan agar lebih mudah. Energi listrik yang dibutuhkan harus handal dan mampu memenuhi kebutuhan perlu dilakukan penyaluran/penjaringan, agar masyarakat dapat memperoleh energi listrik. Salah satu upaya dalam penyaluran energy listrik, penjaringan distribusi. Jaringan distribusi yang disalurkan dari Gardu Induk biasanya akan dibagi menjadi

beberapa penyulang listrik. Penyulang listrik bertujuan untuk menyalurkan listrik ke konsumen. Tetapi pada penyulang listrik yang berada jauh dari Gardu Induk dapat menimbulkan rugi-rugi saluran yang disebabkan oleh panjangnya saluran. Rugi- rugi saluran menyimpan nilai impedansi yang bersifat induktif, yang dapat menimbulkan panas, sehingga panas tersebut menyebabkan saluran mengalami penurunan tegangan. Panas pada saluran disebabkan arus yang tertahan oleh sifat

pemasangan kapasitor bank dapat melakukan normalisasi, agar rugi-rugi daya berkurang.

Penyulang Americano merupakan salah satu penyulang di gardu induk Liwa, yang mengalami penurunan profil tegangan dan rugi-rugi daya. Penurunan penyulang Americano berdasarkan hasil simulasi ETAP 19.01 pada beban siang sebesar 20% dan penurunan daya sebesar 917 KW (hasil simulasi ETAP), maka untuk memperbaiki profil tegangan dan rugi-rugi daya pada penyulang Americano, peneliti menggunakan kapasitor bank. Penggunaan kapasitor bank ini sebagai kompensasi daya reaktif beban, sehingga arus pada saluran berkurang yang dapat memperbaiki tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya pada penyulang [4]. Penggunaan kapasitor bank dibantu dengan metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO) untuk menentukan lokasi dan kapasitas kapasitor bank.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Jaringan Sistem Tenaga Listrik

Pembebanan pada distribusi ditentukan oleh jenis saluran penghantar, kapasitas transformator dan tegangan jatuh menurut standar PLN ialah 10% dan +5%. Berdasarkan konfigurasi saluran, berikut merupakan beberapa jenis saluran distribusi tegangan menengah yang digunakan:

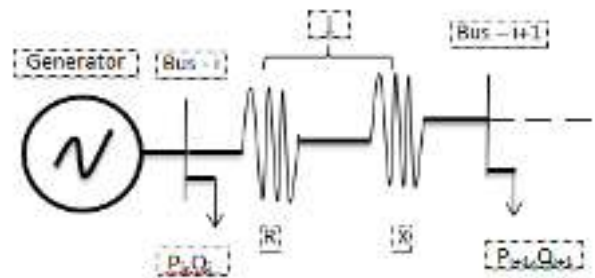
1. Jaringan radial menjadi interkoneksi antar gardu distribusi, sebab jaringan ini ditarik secara radial ke pusat-pusat beban atau konsumen [9].
2. Sistem jaringan ini disebut rangkaian tertutup karena saluran primer yang menyalurkan daya sepanjang daerah beban yang dilayani membentuk suatu rangkaian tertutup [9].
3. Konfigurasi spindel merupakan 2 gardu distribusi yang terhubung secara seri, dan di antara ujungnya dihubungkan dengan busbar. *Repeater express* ini berfungsi sebagai *repeater* cadangan yang akan mensuplai daya beban ketika salah satu pengumpan (*feeder*) terganggu. [7].

### B. Analisis Jaringan

Profil tegangan dapat mengalami penurunan dikarenakan tegangan yang digunakan konsumen tidak sama dengan tegangan pada keluaran GI. Hal tersebut dapat dipicu dengan panjangnya penghantar, dll. Jatuhnya profil tegangan atau sering disebut regulasi tegangan VR. Apabila perbedaan nilai tegangan tersebut melebihi standar yang ditentukan maka mutu penyaluran daya tersebut rendah. Dalam saluran distribusi persoalan tegangan sangat penting, sehingga harus selesai diperhatikan tegangan pada setiap titik saluran [2]. Pada jaringan distribusi radial, rugi-rugi daya pada saluran dapat dinyatakan dengan:

$$P_{rugi}(i, i + 1) = R_{i,i+1} \frac{P_i^2 + Q_i^2}{|V_i|^2} \quad (1)$$

Dengan:  $P_{rugi}(i, i + 1)$  = rugi-rugi saluran di antara bus  $i$  dan bus  $i+1$



Gbr.1 One Line Diagram Penyulang

Rugi-rugi daya pada satu penyulang tersebut dinyatakan dengan:

$$P_{totalrugi} = \sum_{i=1}^n P_{rugi}(i, i + 1) \quad (2)$$

Keterangan:

$R_{i,i+1}$  = Hambatan di bus  $i$  dengan  $i + 1$ .

$P_i$  = Daya aktif di bus  $i$

$Q_i$  = Daya reaktif di bus  $i$

### C. Kapasitor Bank

Kapasitor Bank merupakan suatu rangkaian yang tersusun dari beberapa unit kapasitor. Kapasitor Bank digunakan dalam daya besar, sebab tujuan pemasangan kapasitor bank ialah

untuk memperbaiki faktor daya. Berdasarkan dari cara kerjanya, kapasitor bank dibedakan menjadi 2:

1. *Fixed type*, yaitu dengan memberikan sebuah beban kapasitif yang tetap ataupun berubah-ubah pada beban [1].
2. *Automatic type*, yaitu memberikan beban kapasitif yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan kapasitor bank yang terpasang dan tipe ini terjadi perubahan beban, maka PFC secara otomatis akan memperbaiki  $\cos \phi$ .

Kapasitor bank memberikan manfaat yang besar untuk kinerja sistem distribusi. Dengan memberi kompensasi daya reaktif pada motor dan beban lainnya dengan *power* faktor yang rendah, kapasitor akan menurunkan arus jaringan. Penurunan arus ini akan mengurangi rugi-rugi jaringan secara signifikan. Kapasitor bank dapat memperbaiki profil tegangan dengan kompensasi daya reaktif akan meningkatkan tegangan jaringan [1].

#### D. Grey Wolf Optimizer (GWO)

Metode optimasi *Grey Wolf Optimizer* (GWO) merupakan salah satu metode optimasi metaheuristik yang ditemukan oleh Seyedali Mirjalili pada tahun 2014 [11] yang terinspirasi dari tingkah laku atau hierarki sosial dan mekanisme perburuan dari sekumpulan serigala abu-abu. Metode GWO memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lain yaitu lebih cepat dalam mencapai nilai konvergen dan mendapatkan hasil yang kualitatif [9]. Langkah teknik GWO adalah hierarki sosial, pelacakan, pengepungan dan penyerangan mangsa. Berikut merupakan 3 langkah dari teknik GWO:

##### 1) *Encercling Prey*

Saat serigala abu-abu menyerang mangsa, mereka cenderung mengepungnya. Persamaan berikut mengGbrkan perilaku pengepungan, yakni:

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}_p(t) - \vec{X}(t)| \quad (2)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_p(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (3)$$

Dimana  $t$  adalah iterasi saat ini,  $\vec{X}$  adalah vektor posisi dari serigala abu-abu,  $\vec{X}_p$  adalah vektor posisi dari mangsa dan  $\vec{A}$  dan  $\vec{C}$  adalah vektor koefisien yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$\vec{A} = 2\vec{a} \cdot \vec{r}_1 - \vec{a} \quad (4)$$

$$\vec{C} = 2 \cdot \vec{r}_2 \quad (5)$$

##### 2) *Hunting*

Pada perilaku perburuan, tiga solusi (penyelesaian) disimpan dan kemudian memperbaharui posisi ruang pencarian (termasuk omega) sesuai dengan iterasi saat ini.

$$\vec{D}_\alpha = |\vec{C}1 \cdot \vec{X}_\alpha - \vec{X}| \quad (6)$$

$$\vec{D}_\beta = |\vec{C}2 \cdot \vec{X}_\beta - \vec{X}| \quad (7)$$

$$\vec{X}2 = \vec{X}_\beta - \vec{A}2 \cdot (\vec{X}_\beta) \quad (8)$$

$$\vec{X}3 = \vec{X}_\delta - \vec{A}3 \cdot (\vec{X}_\delta) \quad (9)$$

$$\vec{X}(t+1) = \frac{\vec{X}1 + \vec{X}2 + \vec{X}3}{3} \quad (10)$$

##### 3) *Prey*

Ketika mangsa tidak berdaya, maka serigala abu-abu menyelesaikan perburuannya dengan menyerang mangsa. Perilaku ini dapat diGbrkan dengan persamaan matematis mendekati mangsa dimana berkurangnya nilai  $A$  merupakan nilai acak pada selang interval  $[-2a, 2a]$  dimana  $a$  yaitu suatu nilai yang berkurang dari 2 ke 0 selama iterasi. Ketika nilai acak  $A$  dalam selang interval  $[-1, 1]$ , *search agent* dapat menempati posisi dimana saja yaitu antara posisi saat ini dengan posisi keberadaan mangsa. Saat  $|A| < 1$  maka serigala dapat menyerang mangsanya [9].

### III. METODE PENELITIAN

Metode simulasi pada penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data-data gardu distribusi di penyulang Americano, baik data per-bus dan data saluran. Setelah itu melakukan pengolahan data, dengan melakukan simulasi penyulang Americano menggunakan perangkat lunak ETAP 19.01, Simulasi ETAP akan menampilkan nilai tegangan disetiap busnya, dan mengetahui reduksi daya yang berdasarkan simulasi, lalu dilakukan perhitungan aliran daya, dengan

menggunakan matpower untuk menjalankan program GWO.

Pada kasus penelitian ini, dilakukan pembebanan siang dan malam, dengan lokasi dan kapasitas kapasitor bank yang sama setiap bebannya. Jumlah kapasitor yang digunakan sebanyak 5 unit, dengan kapasitas 50 kVAR – 300 kVAR. Minimalisasi rugi-rugi daya total dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\min P_{totalrugi} = \min \sum_{i=1}^n P_{rugi}(i, i + 1) \quad (11)$$

Dengan memenuhi beberapa *constraint*, yakni:

- Kapasitor bank hanya bisa dipasang di antara bus 2 sampai bus  $n$ ,  

$$2 \leq L_{cap,k} \leq n$$
dimana  $k$  adalah nomor kapasitor dan  $n$  adalah jumlah bus maksimum, yakni  $n=99$ .
- Kapasitas setiap kapasitor bank memenuhi:  

$$1 \leq C_{cap,k} \leq 6, \quad C = 1,2,3,4,5,6$$
dimana  $k$  adalah nomor kapasitor dan nilai  $C$  adalah kapasitas kapasitor bank dimana setiap unitnya mempunyai kapasitas 50 kVAR.
- Jumlah kapasitor paralel yang dipasang adalah 5, atau  $k=5$ .

Prosedur simulasi untuk menentukan lokasi dan kapasitas kapasitor *bank* menggunakan metode GWO dapat dijelaskan sebagai berikut:

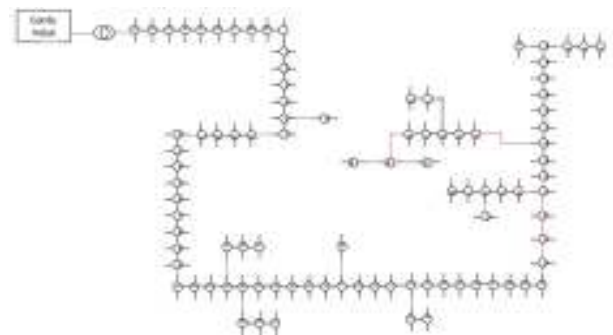
- Memasukkan data-data bus dan saluran serta beban penyulang Americano.
- Melakukan simulasi aliran daya menggunakan ETAP.
- Menentukan parameter simulasi pada metode GWO, yakni *search agent* sebanyak 500, jumlah maksimum iterasi sebanyak 100, dengan jumlah ruang dimensi pencarian adalah 10.
- Melakukan evaluasi fungsi objektif untuk setiap nilai *search agent* serta lokasi dan kapasitor yang optimal untuk pembebanan siang dan pembebanan malam.
- Melakukan kombinasi hasil lokasi dan kapasitas kapasitor yang diperoleh dari pembebanan siang dan pembebanan malam. Evaluasi fungsi objektif dari semua kombinasi yang diperoleh.

- Menentukan lokasi dan kapasitas kapasitor optimal dari hasil evaluasi kombinasi.
- Mencetak hasil akhir dan profil tegangan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil simulasi ETAP, diketahui bahwa panjangnya saluran penyulang Americano merupakan salah satu penyebab terjadinya penurunan profil tegangan mengalami kenaikan rugi-rugi daya pada saat pembebanan siang hari dan malam hari. Maka dari hasil tersebut dilakukan analisa penambahan kapasitor bank di jaringan penyulang Americano, dengan menggunakan *Grey Wolf Optimizer* (GWO), agar dapat menentukan lokasi dan kapasitas dari kapasitor.

Simulasi pada penyulang Americano dilakukan dengan 2 tahapan yaitu sebelum pemasangan kapasitor bank di jaringan dengan kapasitor bank dan setelah pemasangan kapasitor bank di jaringan dengan kapasitor bank. Namun sebelum melakukan simulasi, perlu dilakukan pencarian dan pengumpulan data penyulang Americano. Lalu setelah mendapatkan data penyulang, dilakukan simulasi penyulang Americano dengan aplikasi ETAP (seperti Gbr 2). Lalu mencari perhitungan aliran daya pada mathpower untuk mengetahui letak dan kapasitas kapasitor dengan metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO).



Gbr.2 Diagram Rangkaian Penyulang Americano 99 bus

##### A. Hasil Sebelum Penambahan Kapasitor

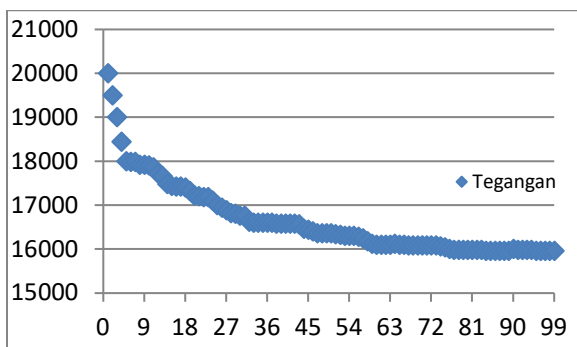
Konfigurasi penyulang Americano saat pembebanan siang dan malam, diperlukan beberapa data penyulang seperti data trafo, beban dan saluran setiap gardu distribusinya. Setelah itu melakukan rangkaian setiap

komponen penyulang dan melakukan penginputan nilai disteiap komponennya. Setelah semua penginputan selesai, simulasi akan berjalan sehingga dapat menampilkan profil tegangan seperti Gbr 3. Dari proses simulasi sebelum peamasangan kapasitor bank ini, dapat diketahui persentasi penurunan tegang dan besarnya rugi-rugi daya.



Gbr.3 Hasil Simulasi pada ETAP

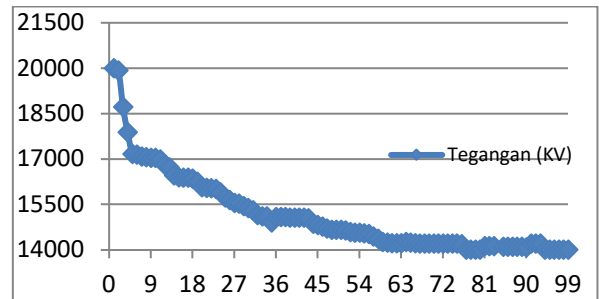
Simulasi penyulang Americano saat pembebanan siang, dapat dilakukan perhitungan simulasi aliran daya. Berdasarkan hasil perhitungan simulasi didapatkan hasil total rugi-rugi daya aktif sebesar 449,5 kW. Berdasarkan Gbr 4, dapat diketahui bahwa saat sebelum dipasang kapasitor bank nilai penurunan tegangan dimulai dari bus 2 sebesar 0,5 kV, dan pada bus 25 mengalami penurunan sebesar 3 kV, dan penurunan sebesar 4kV saat bus 76, dan penurunan tegangan tertinggi pada bus 99 sebesar 4,1 kV atau 20% dari tegangan Gardu Induk, hal tersebut melebihi batas minimum pada standar tegangan.



Gbr.4 Grafik Profil Tegangan Penyulang Americano pada Beban Siang Sebelum Penambahan Kapasitor Bank.

Sebelum Penambahan Kapasitor Bank. Simulasi saat pembebanan malam, dilakukan

perhitungan simulasi aliran daya. Berdasarkan hasil perhitungan simulasi didapatkan hasil total rugi-rugi daya aktif sebesar 917 kW.

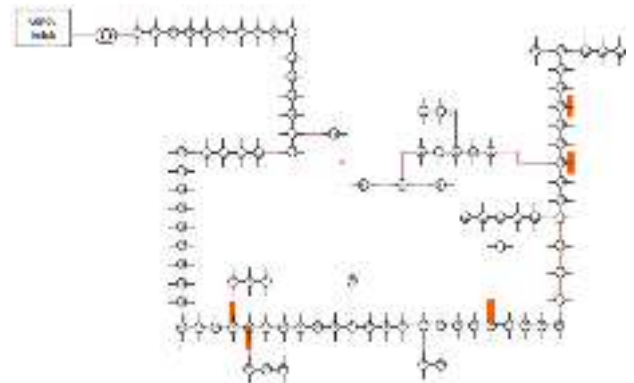


Gbr.5 Grafik Profil Tegangan Penyulang Americano pada Beban Malam Sebelum Penambahan Kapasitor Bank

Berdasarkan Gbr 5, sebelum dipasang kapasitor bank nilai penurunan tegangan dimulai dari bus 2 sebesar 80 V, dan selisih penurunan sebesar saat bus3,4 sebesar 900V, penuruna sebesar 4kV saat bus 23, penurunan 5kV pada saat bus 43 dan penurunan tegangan tertinggi pada bus 99 sebesar 6 kV atau 30% dari tegangan Gardu Induk, hal tersebut melebihi batas minum pada standar tegangan.

#### B. Hasil Setelah Penambahan Kapasitor

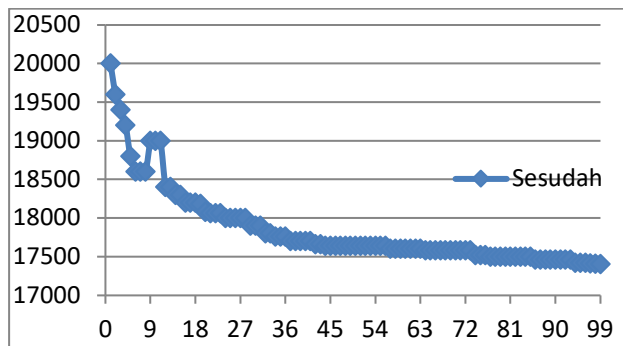
Penambahan kapasitor bank bertujuan untuk mengurangi daya reaktif yang bersifat induktif, dengan bantuan daya reaktif kapasitif dari kapasitor. Untuk mendapatkan hasil yang optimal perlu dilakukan penentuan lokasi dan kapasitas dari kapasitor bank dengan metode *Grey Wolf Optimizer (GWO)* karena lebih cepat dalam mencapai nilai konvergen dan mendapatkan hasil yang kualitatif.



Gbr.6 Peletakan kapasitor bank dan kapasitasnya.

Penambahan kapasitor bank di saluran, sesuai yang jelaskan di metode penelitian Berdasarkan hasil perhitungan pada metode Grey Wolf Optimizer, didapatkan lokasi kapasitor bank, terletak di bus 35, bus 39, bus 59,76, dan bus 79 dengan ukuran kapasitas kapasitor ialah 300kVAR.

Setelah dilakukan perhitungan simulasi aliran daya pada beban siang didapatkan total rugi-rugi daya aktif sebesar 301 kW dan, berdasarkan hasil simulasi diketahui bahwa saat dipasang kapasitor bank nilai penurunan tegangan dimulai dari bus 2 sebesar 0,4 kV, dan pada bus 25 mengalami penurunan sebesar 2 kV, dan penuruna sebesar 2,5 kV saat bus 77, dan penurunan tegangan tertinggi pada bus 99 sebesar 2,6 kV atau 13% dari standar tegangan.



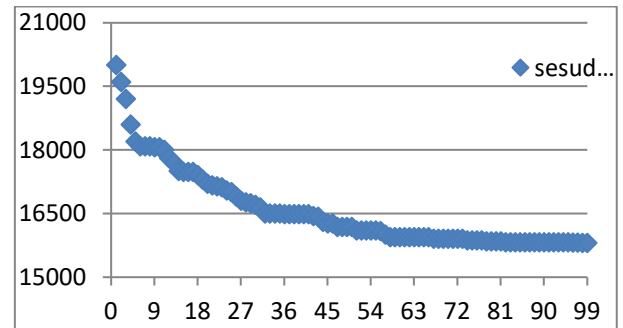
Gbr.7 Grafik Profil Tegangan Penyulang Americano pada Beban Siang Sesudah Penambahan Kapasitor Bank

Setelah dilakukan perhitungan simulasi aliran daya pada beban malam didapatkan total rugi-rugi daya aktif sebesar 543 kW dan, berdasarkan hasil simulasi diketahui bahwa saat dipasang kapasitor bank nilai penurunan tegangan dimulai dari bus 2 sebesar 0,4 kV, dan pada bus 25 mengalami penurunan sebesar 3 kV, dan penuruna sebesar 4 kV saat bus 57, dan penurunan tegangan tertinggi pada bus 99 sebesar 4,2 kV atau 21% dari standar tegangan.

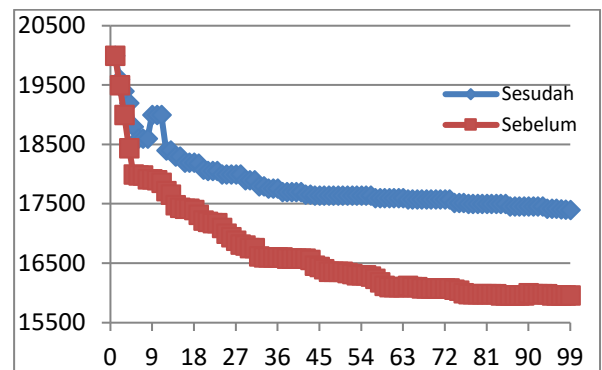
### C. Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah Pemasangan Kapasitor

Berdasarkan hasil simulasi penambahan kapasitor bank dengan menggunakan *Grey Wolf Optimizer* (GWO), diperoleh perbandingan data. Pada pemasangan di beban siang kenaikan rata-rata tegangan disetiap busnya ialah, 1,21 kV atau

sebesar 6%. Kenaikan tegangan terendah terjadi di bus 2 sebesar 100V, dan kenaikan tertinggi sebesar 1,54 kV yang terdapat di bus 84. Tegangan terendah dari penambahan kapasitor saat beban siang ialah 17,4 kV dan reduksi daya yang terjadi ialah 499,5 kW, maka saat sesudah ditambah kapasitor mengalami penurunan menjadi 301 kW.

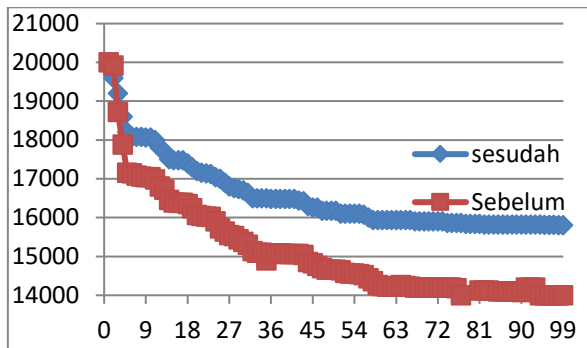


Gbr.8 Grafik Profil Tegangan Penyulang Americano pada Beban Malam Sesudah Penambahan Kapasitor Bank



Gbr.9 Hasil Perbandingan Tegangan pada Beban Siang

Pada pemasangan di beban malam kenaikan rata-rata tegangan disetiap busnya ialah, 1,43 kV atau sebesar 7,2%. Kenaikan tegangan terendah terjadi di bus 3 sebesar 480V, dan kenaikan tertinggi sebesar 1,86 kV yang terdapat di bus 84. Tegangan terendah dari penambahan kapasitor saat beban malam ialah 15,85 kV, dan reduksi daya yang terjadi ialah 917 kW, maka saat sesudah ditambah kapasitor mengalami penurunan menjadi 543 kW



Gbr.10 Hasil Perbandingan Tegangan pada Beban Malam

#### D. Hasil Kombinasi Lokasi Kapasitor pada Beban malam dan Beban siang

Tujuan kombinasi dari metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO) saat beban siang dan beban malam ialah untuk mendapatkan hasil reduksi daya yang paling optimal. Berdasarkan tabel 4.1 merupakan data hasil dari perhitungan aliran daya pada percobaan kombinasi didapatkan bahwa lokasi kapasitor pada bus 35, bus 39 bus 59, bus 76, dan bus 79 merupakan hasil kenaikan tegangan tertinggi. Hasil reduksi daya pada saat siang hari ialah 301 kW dan profil tegangan terkecil 17,4 kV, dan pada beban malam sebesar 543 kW dengan profil tegangan terkecil sebesar 15,85 kV.

Tabel 1 Data hasil kombinasi dari beban malam dan beban siang

No Bus	Siang		Malam	
	Daya (kW)	Tegangan (V)	Daya (kW)	Tegangan (V)
75,59,79,52,39	316	0,84	582	0,77
35,13,57,76, 26	294	0,84	562	0,775
75,13,79,76, 39	310	0,84	557	0,78
35,59,57,52, 26	302	0,84	551	0,78
59,79,76,39, 35	301	0,87	543	0,79
13,57,52,39, 35	313	0,81	561	0,774
75,79,76,35, 39	318	0,84	549	0,784
13,35,52,76, 79	308	0,84	536	0,79
13,35,39,52,76	297	0,84	540	0,787
26,35,75,76, 79	312	0,85	550	0,783
13,39,57,75,76	302	0,85	553	0,78
13,35,39,52,57	299	0,84	546	0,78
52,57,75,76,79	329	0,86	555	0,785
35,57,75,13,76	302	0,84	551	0,78
13,26,35,52,76	294	0,85	542	0,784

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini, sebagai berikut.

1. Metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO) lebih cepat dalam mencapai nilai konvergen dan mendapatkan hasil yang kualitatif, dan GWO dapat digunakan dalam penambahan kapasitor pada jaringan listrik yang dapat meminimalisasi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan pada penyelesaian rekonfigurasi jaringan.
2. Berdasarkan hasil simulasi dengan metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO) didapatkan hasil lokasi dari kapasitor yaitu pada bus 35, bus 39 bus 59, bus 76, dan bus 79. Hasil reduksi daya dari hasil beban siang ialah 301 kVAR pada beban siang dengan persentase reduksi sebesar 29,2 % dari total rugi-rugi sebelum rekonfigurasi. Hasil reduksi daya dari hasil beban malam ialah 543 kVAR pada beban siang dengan persentase reduksi sebesar 40 % dari total rugi-rugi sebelum rekonfigurasi.
3. Berdasarkan hasil simulasi pada beban siang dan beban malam dengan metode *Grey Wolf Optimizer* (GWO) didapatkan hasil profil tegangan yang membaik. Pada beban siang profil tegangan minimum sebelumnya 15,96 kV dan mengalami kenaikan menjadi 17,4 kV. Pada beban malam profil tegangan minimum sebelumnya 14 kV dan mengalami kenaikan menjadi 15,85 kV.

### B. Saran

Berdasarkan data hasil simulasi penyulang Americano belum mendapatkan hasil yang sesuai dengan standar, perlu dilakukan penelitian lanjut dengan penambahan Pembangkit Listrik mini atau pemekaran konfigurasi jaringan baru pada penyulang Americano.

## REFERENSI

- [1] Lutfan Akbar A. F. Hadi Suyono, Rini Nur H.. 2021. Kajian Implementasi Hibrid Kapasitor Bank dan Tap Trafo Untuk Perbaikan Profil Tegangan Pada Penyulang. Sumbermanjing Wetan. Jurnal Mahasiswa TEUB, Vol 9, No 5 (2021).
- [2] Ilham Affandy. 2021.” Pengaruh Rekonfigurasi Penyulang Terhadap Drop Tegangan Penyulang Penebel dan Penyulang Jatiluwih PT. PLN (Persero) ULP Tabanan”. Bali, Universitas Udayana.
- [3] Akbar Azizan Firdaos, Luthfan.2021. “ Kajian Implementasi Hibrid Kapasitor Bank Dan Tap Trafo Untuk Perbaikan Profil Tegangan Pada PenyulangSumbermanjing Wetan”. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- [4] Torang Harison. 2017. “Analisa Rekonfigurasi pada Feeder Sibuk untuk Mengurangi RugiRugi Daya dan Drop Tegangan dengan Menggunakan ETAP 12.6.0” Pekanbaru, Universitas Riau.
- [5] M. Harbi Rai Pangestu.2021. “Rekonfigurasi Jaringan Distribusi untuk Meminimalisasi Rugi-Rugi Daya dengan Menggunakan Metode Grey Wolf Optimizer (GWO)”. Bandar Lampung, Universitas Lampung.
- [6] Choirul Saleh. 2017. “Implementasi Bank Kapasitor Untuk Perbaikan Profil Tegangan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Software ETAP Power Station di Rayon Besuki”. Malang, Elekrika.
- [7] Abrar Tanjung. 2014. “Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 KV Gardu Induk Teluk Lembu dan PLTMG Langgam Power Untuk Mengurangi Rugi Daya dan Drop Tegangan”. Universitas Lancang Kuning, Jurnal Sains Teknologi dan Industri.
- [8] Abrar Tanjung. 2019. “Analisis Profil Tegangan dan Rugi Daya Jaringan Distribusi 20 KV PT PLN (Persero) Rayon Siak Sri Indrapura dengan Beroperasinya PLTMG Rawa Minyak”. Pekanbaru, Universitas Lancang Kuning.
- [9] S. Mirjalili, S. M. Mirjalili dan A. Lewis. 2014. *Grey Wolf Optimizer*. Advances in Engineering Software, ELSEVIER, vol. 69, pp. 46-61.
- [10] D. P. Setianata. 2020. Penyelesaian Economic Dispatch Menggunakan Metode Grey Wolf Optimization (GWO). Teknik Elektro, Universitas Lampung.