

# OPTIMASI DAYA REAKTIF UNTUK MEREDUKSI RUGI DAYA PADA SISTEM JAMALI 500 kV MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA

Reza Pahlefi<sup>\*)</sup>, Yuningtyastuti, and Susatyo Handoko,

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudarto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: rezapahlefi20@yahoo.co.id

## Abstrak

Permintaan kebutuhan beban pada sistem JAMALI 500kV semakin bertambah dari waktu ke waktu. Karena permintaan suplai daya reaktif akibat beban yang bersifat induktif meningkat, suatu jaringan yang tidak memiliki sumber daya reaktif di daerah sekitar beban maka semua kebutuhan beban reaktifnya dipikul oleh generator sehingga akan mengalir arus reaktif pada jaringan yang mengakibatkan drop tegangan. Permasalahan ini merujuk pada wilayah transmisi jamali yang memerlukan pengaturan daya reaktif. Untuk memperbaiki daya reaktif tersebut dapat dilakukan dengan mengatur tegangan generator dan mengatur nilai daya reaktif yang optimal sesuai batas-batas yang ditentukan. Algoritma genetika merupakan salah satu teknik komputasi yang sesuai dengan ruang solusi yang sangat besar. Variabel yang digunakan untuk fungsi objektif pada algoritma genetika adalah variabel keadaan dan variabel kontrol. Variabel keadaan dan variabel kontrol ini harus sesuai dengan batas minimum dan batas maksimum nilai variabel yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa optimasi daya reaktif menggunakan metode algoritma genetika dapat meningkatkan nilai profil tegangan sehingga nilai rugi daya berkurang. Hasil aliran daya sebelum optimasi tanpa daya reaktif terdapat 5 bus dengan profil tegangan dalam kondisi kritis dengan rugi daya 274,611 MW dan 2679,647 MVAR. Pengujian I terdapat 4 bus dengan profil tegangan dalam kondisi kritis dengan rugi daya 262,088 MW dan 2543,943 MVAR. Pengujian II terdapat 1 bus dengan profil tegangan dalam kondisi kritis dengan rugi daya 250,179 MW dan 2415,701 MVAR. Pengujian III sudah tidak terdapat profil tegangan dalam kondisi kritis dengan rugi daya 245,711 MW dan 2367,308 MVAR. Secara keseluruhan pengujian I rugi daya turun sebesar 16,509 MW atau 6,01%. Pengujian II rugi daya turun sebesar 12,52 MW atau 4,7%. Pengujian III rugi daya turun sebesar 28,9 MW atau 11,7%

*Kata Kunci: Sistem Tenaga Listrik, Algoritma Genetika, Pengaruh daya reaktif*

## Abstract

Load requirements demand on the JAMALI 500kV system is increasing over time, whereas the amount of power that can be generated in the system and the power plants capacity that can be distributed by the network are likely to remain so as the ability to deliver power is decline one of them due to power loss. The bigger the power loss will cause a voltage drop on the receiving end, so efforts should be made to improve the ability to deliver power. Genetic algorithm is one of the computational techniques that fit a very large solution space. Variables used for the objective function in genetic algorithm are state variables and control variables. State variables and the control variables must be in accordance with the minimum and maximum limits specified variable value. The test results showed that the reactive power optimization using genetic algorithms method can increase the value of the voltage profile sehingga value reduced power losses. Results before the power flow without reactive power optimization there are 5 buses with voltage profiles in critical condition with power losses 274,611 MW and 2679,647 MVAR. Testing I there are 4 buses with voltage profiles in critical condition with power losses 262,088 MW and 2543,943 MVAR. Testing II there are 2 buses with voltage profiles in critical condition with power losses 250,179 MW and 2415,701 MVAR. Testing III voltage profile does not exist already in a critical condition with power losses 245,711 MW and 2367,308 MVAR. Overall testing I power losses decreased by 16.509 MW or 6.01%. Testing II power losses decreased by 12.52 MW or 4,7%. Testing III power losses decrease by 28.9 MW or 11,7%.

*Keywords : Power system, Genetic Algorithm, Effect of reactive power*

## 1. Pendahuluan

Penyaluran daya aktif mengakibatkan suatu perbedaan sudut phasa antara tegangan pada sisi kirim dan tegangan

pada sisi terima, sedangkan penyaluran daya reaktif mengakibatkan suatu perbedaan magnitude dari tegangan tersebut. Daya reaktif sudah lama dikenal sebagai faktor yang signifikan di dalam desain dan pengoperasian pada sistem tenaga listrik. Daya reaktif tidak hanya dikonsumsi

oleh elemen-elemen jaringan, tetapi juga dibutuhkan di dalam sistem kelistrikan untuk pengoperasian peralatan-peralatan seperti motor, transformator dan peralatan elektronika daya. Jika suatu sistem memerlukan penyaluran daya reaktif dapat dilakukan dengan mengatur batas maksimum dan minimum pembangkit atau membangkitkan sumber daya reaktif yang telah terpasang pada lokasi-lokasi tertentu pada sistem.

Berikut beberapa penelitian mengenai pengaruh daya reaktif dan aplikasi algoritma genetika. Djiteng Marsudi dalam buku Operasi Sistem Tenaga Listrik mengatakan bahwa variabel pengaturan yang dapat mengatur daya reaktif dalam sistem meliputi eksitasi generator, kapasitor, reaktor dan posisi tap trafo<sup>[7]</sup>. Ngakan Putu dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa setelah pemasangan kapasitor, tegangan terendah dapat meningkat 1,5% dari tegangan sebelum dipasang kapasitor<sup>[14]</sup>. Sudaryanto Sudirham dalam buku Analisis Sistem Tenaga mengatakan bahwa untuk menambah daya reaktif dengan menambah arus eksitasi, berarti semakin tinggi pula kenaikan temperatur pada belitan eksitasi. Dan semakin daya reaktif bernilai negatif, semakin kecil arus eksitasi pada generator sehingga kerja generator tidak melebihi batas eksitasi atau sering dikenal dengan *over-excited*<sup>[6]</sup>. Suyanto dalam buku Algoritma Genetika dalam Matlab mengatakan bahwa aplikasi Algoritma Genetika salah satunya ialah permasalahan optimisasi kombinasi, yaitu mendapatkan suatu nilai solusi yang optimal terhadap suatu permasalahan yang memiliki banyak kemungkinan solusi<sup>[9]</sup>.

Berdasarkan penelitian yang telah disebutkan diatas, penulis melakukan penelitian mengenai optimasi daya reaktif pada sistem JAMALI 500 kV untuk mereduksi rugi daya dengan menggunakan Algoritma Genetika *software* Matlab 7.7.0 R2008b.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan penelitian ini adalah

1. Melakukan penelitian mengenai optimasi daya reaktif untuk mereduksi rugi daya pada sistem Jamali 500 kV.
2. Mendapatkan nilai optimum profil tegangan dari pengaruh variasi daya reaktif.

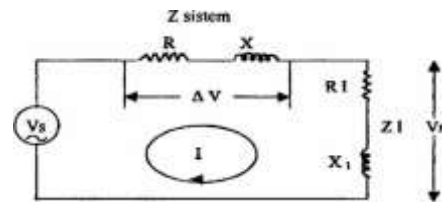
Untuk menyederhanakan permasalahan dalam penelitian ini maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Matlab 7.7.0 R2008b.
2. Metode penyelesaian aliran daya menggunakan metode Newton-Rhapson dan kondisi sistem dianggap seimbang (*balance system*).
3. Simulasi ini hanya untuk melihat pengaruh besar nilai var saja.
4. Asumsi *setting* tap trafo = 1 (satu) .

## 2. Metode

### 2.1 Rugi-Rugi

Rugi-rugi yang terdapat pada sistem tenaga listrik meliputi rugi tegangan dan rugi daya. Rugi-rugi terjadi pada pembangkit dan jaringan. Disini yang dibahas hanya Rugi-rugi pada jaringan. Rugi-rugi di jaringan ini disebabkan oleh nilai resistansi dan induktansi dari kawat saluran, seperti pada gambar 1. berikut :



Gambar 1. Single line diagram saluran transmisi

Rugi daya adalah selisih antara daya yang dialirkan atau dikirim dari suatu bus generator (sending) menuju bus beban (receive). Rugi daya merupakan hal yang tidak dapat dihindari, tetapi dapat dikurangi. Besarnya rugi daya dapat diperoleh melalui proses matematis berikut:

$$\Delta S = I^2 \times Z_{sistem} \quad (1)$$

Dimana

$$\Delta S = \text{Rugi daya (VA)}$$

$$I = \text{Arus yang mengalir pada saluran (A)}$$

$$Z_{sistem} = \text{Impedansi Saluran (ohm)}$$

Rugi tegangan adalah selisih antara tegangan yang dikirim dari gardu induk dengan tegangan yang diterima oleh konsumen atau biasa disebut dengan penurunan tegangan.

$$\Delta V = V_s - V_r \quad (2)$$

$$\Delta V = I \times Z_{sistem} \quad (3)$$

Dimana,

$$\Delta V = \text{Rugi tegangan (volt)}$$

$$V_s = \text{tegangan sisi sumber (volt)}$$

$$V_r = \text{tegangan sisi terima (volt)}$$

$$I = \text{ arus yang mengalir pada saluran (A)}$$

$$Z_{sistem} = \text{Impedansi saluran (ohm)}$$

## 2.2 Prinsip Daya Reaktif

### 2.2.1 Pembangkitan daya reaktif

- a. Generator sinkron (*Overexcited*)

Generator ini beroperasi saat arus *leading* (kapasitif) atau terjadi *overexcited* dan dapat membangkitkan daya reaktif yang diinjeksikan ke dalam sistem tenaga.

b. Kapasitor

Kapasitor shunt dapat menghasilkan nilai var, terutama untuk memperbaiki kurangnya faktor daya pada beban.

2.2.2 Penyerapan Daya Reaktif

a. Generator sinkron (*Underexcited*)

Generator ini beroperasi pada arus *lagging* (induktif) dan menyerap daya reaktif pada jaringan.

b. Reaktor

Reaktor shunt sering digunakan untuk membatasi kelebihan pembangkitan var dari jaringan untuk membantu mengendalikan tegangan sistem.

2.3 Keseimbangan Daya Reaktif

Profil tegangan dari operasi sistem tenaga ditentukan oleh keseimbangan daya reaktif pada sistem dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$\sum Q_{gi} - \sum Q_{cl} = \sum Q_{ok} + \sum Q_L \quad (4)$$

menjadi

$$\sum Q_L = \sum Q_{gi} - \sum Q_{cl} - \sum Q_{ok} \quad (5)$$

Dengan,

- $\sum Q_L$  = Rugi daya reaktif sistem
- $\sum Q_{ok}$  = Beban daya reaktif pada bus beban k
- $\sum Q_{cl}$  = Injeksi daya reaktif dari sumber lain
- $\sum Q_{gi}$  = Daya reaktif yang dibangkitkan oleh generator

Salah satu model optimisasi daya reaktif dengan fungsi objektif mendapatkan nilai rugi daya aktif saluran transmisi yang minimum adalah sebagai berikut:

**Fungsi Objektif :**

$$F(x) = \min ( P_{loss} ) \quad (6)$$

**Variabel Keadaan :**

$$Q_{Gmin} \leq Q \leq Q_{Gmax} \quad (7)$$

$$V_{Lmin} \leq V_L \leq V_{Lmax} \quad (8)$$

**Variabel Kontrol :**

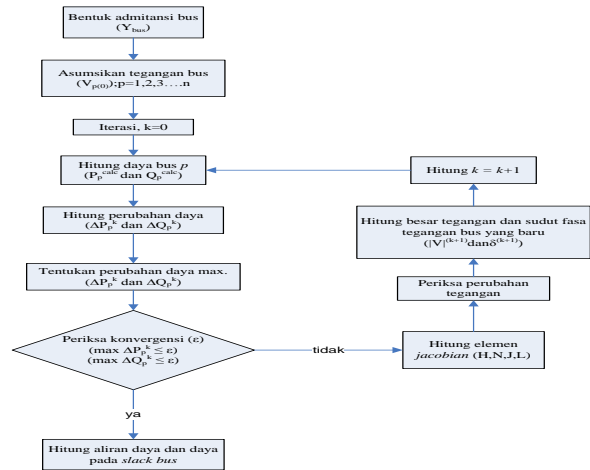
$$Q_{injectmin} \leq Q_{inject} \leq Q_{injectmax} \quad (9)$$

Dengan,

- $P_{loss}$  = Rugi daya aktif sistem
- $V_L$  = Magnitude tegangan bus beban
- $Q_{inject}$  = Injeksi daya reaktif dari kapasitor shunt
- $Q_G$  = Daya reaktif yang dibangkitkan generator

2.4 Metode Aliran Daya Newton Raphson

Secara umum prosedur penyelesaian aliran daya dapat dilihat pada diagram alir Gambar 2.2 berikut :



Gambar 2. Diagram alir proses aliran daya metode algoritma genetika

2.5 Algoritma Genetika

2.5.1 Dasar Algoritma Genetika

Algoritma ini bekerja dengan sebuah populasi yang terdiri dari individu – individu, yang masing – masing individu mempresentasikan sebuah solusi yang mungkin bagi persoalan yang ada.

2.5.2 Parameter-parameter Algoritma Genetika

Jenis parameter yang digunakan bergantung pada permasalahan yang diselesaikan, namun ada beberapa parameter yang menjadi standar, yaitu:

- a. Ukuran populasi (*pop\_size*)
- b. Probabilitas *crossover* ( $p_c$ )
- c. Probabilitas mutasi ( $p_m$ )

2.5.3 Komponen – Komponen Algoritma Genetika

2.5.3.1 Skema Pengkodean

Terdapat tiga skema yang paling umum digunakan dalam pengkodean, yaitu :

- a) Real-number encoding. Pada skema ini, nilai gen berada dalam interval  $[0,R]$ , dimana R adalah bilangan real positif dan biasanya  $R = 1$
- b) Discrete decimal encoding. Setiap gen bisa bernilai salah satu bilangan bulat dalam interval  $[0,9]$
- c) Binary encoding. Setiap gen hanya bisa bernilai 0 atau 1

2.5.3.2 Nilai Fitness

Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya. Di dalam evolusi alam,

individu yang bernilai fitness tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai fitness rendah akan mati.

### 2.5.3.3 Seleksi Orang Tua

Pemilihan dua buah kromosom sebagai orang tua, yang akan dipindahkansilangkan, biasanya dilakukan secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya. Kromosom yang memiliki nilai fitness lebih besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai fitness rendah.

### 2.5.3.4 Pindah Silang

Salah satu komponen yang penting dalam algoritma genetika adalah crossover atau pindah silang. Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi yang bagus bisa diperoleh dari proses memindah-silangkan dua buah kromosom.

### 2.5.3.5 Mutasi

Prosedur mutasi sangatlah sederhana. Untuk semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi  $P_{mut}$  yang ditentukan maka ubah gen tersebut menjadi nilai kebalikannya (dalam binary encoding, 0 diubah 1, dan 1 diubah 0). Pada algoritma genetika sederhana, nilai  $P_{mut}$  adalah tetap selama evolusi.

### 2.5.3.6 Elitisme

Karena seleksi dilakukan secara random, maka tidak ada jaminan bahwa suatu individu bernilai fitness tertinggi akan selalu terpilih. Untuk menjaga agar individu bernilai fitness tertinggi tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa kopinya. Prosedur ini dikenal elitisme.

### 2.5.3.7 Penggantian Populasi

Dalam algoritma genetika dikenal skema penggantian populasi yang disebut generational replacement, yang berarti semua individu (misal N individu dalam suatu populasi) dari suatu generasi digantikan sekaligus oleh N individu baru hasil pindah silang dan mutasi.

## 3. Hasil dan Analisa

Pada simulasi aliran daya yang diuji menggunakan metode *newton – raphson*, metode ini digunakan untuk mengetahui perubahan sebelum optimasi pada sistem JAMALI 500 kV dengan pengaturan daya reaktif. Pada program ini terdapat dua proses aliran daya, yaitu aliran daya sebelum optimasi (kondisi awal) dan aliran daya setelah optimasi (optimasi).

### 3.1 Aliran daya sebelum optimasi

Tabel 1. Hasil aliran daya JAMALI 500 kV tanpa *Injected MVAR*

No Bus	Kode bus	Mag Bus (p.u)	Pembangkitan	
			MW	Mvar
1	1	1,02	1429	1614,5
2	0	1,01	0	0
3	0	0,96	0	0
4	0	0,96	0	0
5	0	0,96	0	0
6	0	0,96	0	0
7	0	0,96	0	0
8	2	1	1760	1624,2
9	0	0,98	0	0
10	2	0,98	948	746,7
11	2	0,97	698,4	185,11
12	0	0,95	0	0
13	0	0,92	0	0
14	0	0,92	0	0
15	2	1	1321,6	486,2
16	0	0,97	0	0
17	2	0,98	900	581
18	0	0,96	0	0
19	0	0,91	0	0
20	0	0,91	0	0
21	0	0,93	0	0
22	2	1	3180	748,28
23	2	0,99	398,6	377,5
24	0	0,98	0	0
25	0	0,95	0	0
Jumlah			10635,6	6244,6

Berdasar hasil aliran daya sebelum optimasi didapatkan nilai rugi daya saat tanpa daya reaktif sebesar 274,611 MW dan 2679,647 MVAR, sedangkan saat diberi daya reaktif sebesar 258,102 MW dan 2501,208 MVAR.

### 3.2 Aliran daya setelah optimasi daya reaktif

Pada Aliran daya setelah optimasi ini, data yang digunakan tanpa injected MVAR. Karena dari pengujian ini dapat dihasilkan nilai yang baik dibanding menggunakan data dengan injected MVAR. Untuk melakukan pengujian optimasi daya reaktif ini, dilakukan tiga kali pengujian, pengujian I (daya reaktif -100 s.d 100), pengujian II (daya reaktif -200 s.d 200), dan pengujian ketiga (daya reaktif -300 s.d 300).

3.2.1 Pengujian I (daya reaktif -100 s.d 100)

Tabel 2. Hasil pengujian I (daya reaktif -100 s.d 100)

No Bus	Kode Bus	Teg. Mag. Bus (p.u.)	Pembangkit		Injected MVAR
			MW	MVAR	
1	1	1,020	1417,47	1415,67	0
2	0	1,016	0	0	0
3	0	0,971	0	0	0
4	0	0,972	0	0	0
5	0	0,971	0	0	0
6	0	0,967	0	0	0
7	0	0,962	0	0	0
8	2	1	1760	1516,80	0
9	0	0,9834	0	0	0
10	2	0,9800	948	746,175	0
11	2	0,9700	698,4	36,69	0
12	0	0,953	0	0	0
13	0	0,929	0	0	98,24
14	0	0,944	0	0	95,31
15	2	1	1321,6	383,43	0
16	0	0,983	0	0	0
17	2	0,990	900	541,23	0
18	0	0,970	0	0	0
19	0	0,939	0	0	97,26
20	0	0,935	0	0	99,41
21	0	0,952	0	0	98,24
22	2	1	3180	425,19	0
23	2	1	398,6	566,43	0
24	0	0,987	0	0	0
25	0	0,970	0	0	0
Jumlah			10623,08	5620,46	488,47

3.2.2 Pengujian II (daya reaktif -200 s.d 200)

Tabel 3. Hasil pengujian II (daya reaktif -200 sampai 200)

No Bus	Kode Bus	Teg. Mag. Bus (p.u.)	Pembangkit		Injected MVAR
			MW	MVAR	
1	1	1,020	1406,58	1272,03	0
2	0	1,017	0	0	0
3	0	0,977	0	0	0
4	0	0,978	0	0	0
5	0	0,978	0	0	0
6	0	0,970	0	0	0
7	0	0,966	0	0	0
8	2	1	1760	1388,08	0
9	0	0,983	0	0	0

10	2	0,980	948	53,530	0
11	2	0,980	698,4	774,16	0
12	0	0,963	0	0	0
13	0	0,941	0	0	198,82
14	0	0,957	0	0	184,75
15	2	1	1321,6	297,85	0
16	0	0,984	0	0	0
17	2	0,990	900	449,52	0
18	0	0,978	0	0	0
19	0	0,962	0	0	194,53
20	0	0,956	0	0	161,32
21	0	0,968	0	0	196,48
22	2	1	3180	146,75	0
23	2	1	398,6	537,43	0
24	0	0,991	0	0	0
25	0	0,973	0	0	0
Jumlah			10611,17	5044,76	935,93

3.2.3 Pengujian III (daya reaktif -300 s.d 300)

Tabel 4. Hasil pengujian III (daya reaktif -300 sampai 300)

No Bus	Kode Bus	Teg. Mag. Bus (p.u.)	Pembangkit		Injected MVAR
			MW	MVAR	
1	1	1,020	1406,58	1192,13	0
2	0	1,017	0	0	0
3	0	0,981	0	0	0
4	0	0,982	0	0	0
5	0	0,980	0	0	0
6	0	0,972	0	0	0
7	0	0,968	0	0	0
8	2	1	1760	1312,35	0
9	0	0,983	0	0	0
10	2	0,980	948	53,34	0
11	2	0,980	698,4	635,48	0
12	0	0,965	0	0	0
13	0	0,950	0	0	158,78
14	0	0,970	0	0	294,14
15	2	1	1321,6	207,11	0
16	0	0,992	0	0	0
17	2	1,000	900	578,78	0
18	0	0,982	0	0	0
19	0	0,983	0	0	253,71
20	0	0,976	0	0	298,82
21	0	0,984	0	0	223,82
22	2	1	3180	4,630	0
23	2	1	398,6	350,59	0
24	0	0,993	0	0	0

25	0	0,983	0	0	0
	Jumlah		10606,98	4703,42	1229,29

25	0	0,9579	0,970	0,973	0,983
----	---	--------	-------	-------	-------

### 3.3 Pembahasan dan Analisis Hasil Simulasi Program

Berdasarkan parameter setiap pengujian pada simulasi program, dapat diketahui bahwa dengan parameter yang sama setiap pengujian dapat dihasilkan nilai yang berbeda – beda, karena metode algoritma genetika mengacak setiap individu untuk menghasilkan mutasi yang lebih naik atau optimal.

#### 3.3.1 Perbandingan profil tegangan dengan hasil pengujian

Hasil dari pengujian ini selain menghasilkan rugi daya minimum juga mengetahui perubahan profil tegangan setelah diberikan pengaturan daya reaktif. Dari hasil pengujian untuk mengetahui perubahan profil tegangan dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 5. Perbandingan profil tegangan dengan hasil pengujian

No	Kode Bus	Nilai Sebelum Aliran Daya	Profil Tegangan (p.u)		
			Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
1	1	1,0200	1,020	1,020	1,020
2	0	1,0163	1,016	1,017	1,017
3	0	0,9671	0,971	0,977	0,981
4	0	0,9681	0,972	0,978	0,982
5	0	0,9683	0,971	0,978	0,980
6	0	0,9660	0,967	0,970	0,972
7	0	0,9604	0,962	0,966	0,968
8	2	1	1	1	1
9	0	0,9834	0,9834	0,983	0,983
10	2	0,9800	0,9800	0,980	0,980
11	2	0,9700	0,9700	0,980	0,980
12	0	0,9506	0,953	0,963	0,965
13	0	0,9214	0,929	0,941	0,950
14	0	0,9283	0,944	0,957	0,970
15	2	1	1	1	1
16	0	0,9723	0,983	0,984	0,992
17	2	0,9800	0,990	0,990	1,000
18	0	0,9662	0,970	0,978	0,982
19	0	0,9159	0,939	0,962	0,983
20	0	0,9123	0,935	0,956	0,976
21	0	0,9337	0,952	0,968	0,984
22	2	1	1	1	1
23	2	0,9900	1	1	1
24	0	0,9854	0,987	0,991	0,993

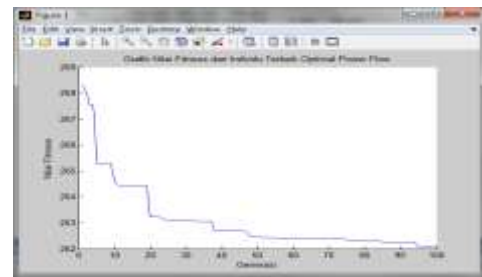
Dari hasil perbandingan nilai profil tegangan sebelum optimasi dengan nilai pengujian I, II, II terjadi perbaikan profil tegangan pada setiap hasil pengujian. Hal ini disebabkan karena daya reaktif dapat memperbaiki profil tegangan pada sistem JAMALI 500 kV.

### 3.4. Perbandingan hasil rugi daya setiap pengujian

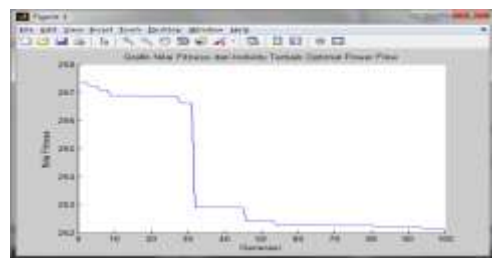
Tabel 6. Hasil rugi daya setiap pengujian

No	Pengujian	Hasil rugi daya (MW)
1	Pengujian I	262,088
2	Pengujian II	250,179
3	Pengujian III	245,711

Dari hasil rugi daya setiap pengujian dapat dilihat kurva karakteristik yang menunjukkan kurva penurunan rugi daya (*fitness*) setelah diberikan pengaturan daya reaktif, seperti pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3. Kurva karakteristik nilai *fitness* terhadap generasi pengujian I



Gambar 4. Kurva karakteristik nilai *fitness* terhadap generasi pengujian II



Gambar 5. Kurva karakteristik nilai *fitness* terhadap generasi pengujian III

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil setiap pengujian menggunakan metode algoritma genetika dapat menghasilkan profil tegangan dan rugi daya yang optimal.
2. Hasil aliran daya sebelum optimasi menggunakan data JAMALI 500 kV tanpa injeksi MVAR terdapat 5 bus yang profil tegangan dalam kondisi kritis (kurang dari 0,95 sesuai dengan SPLN 1 : 1985) dengan rugi daya 274,611 MW dan 2679,647 MVAR, sedangkan dari hasil aliran daya dengan injeksi MVAR terdapat 3 bus yang profil tegangan dalam kondisi kritis (kurang dari 0,95 sesuai dengan SPLN 1 : 1985) dengan rugi daya 258,102 MW dan 2501,208 MVAR, sehingga penurunan rugi daya aktif sebesar 16,509 MW atau 6,01%.
3. Hasil aliran daya setelah optimasi pengujian I terdapat 4 bus dengan profil tegangan dalam kondisi kritis (kurang dari 0,95 sesuai dengan SPLN 1 : 1985) yaitu bus 13, bus 14, bus 19, bus 20 dengan rugi daya 262,088 MW dan 2543,943 MVAR, sehingga penurunan rugi daya aktif sebesar 12,52 MW atau 4,7%.
4. Hasil aliran daya setelah optimasi pengujian II terdapat 1 bus dengan profil tegangan dalam kondisi kritis (kurang dari 0,95 sesuai dengan SPLN 1 : 1985) yaitu bus 13 dengan rugi daya 250,179 MW dan 2415,701 MVAR, sehingga penurunan rugi daya aktif sebesar 24,432 MW atau 9,7%.
5. Hasil aliran daya setelah optimasi pengujian III sudah tidak terdapat nilai bus yang kritis dengan rugi 245,711 MW dan 2367,308 MVAR, sehingga penurunan rugi daya aktif sebesar 28,9 MW atau 11,7%.
6. Pada hasil pengujian ini dibandingkan dengan software ETAP menunjukkan hasil yang sama dengan MATLAB dengan metode Algoritma Genetika, dengan nilai impedansi yang disetting sama dapat menghasilkan nilai keluaran yang sama.

Mendapatkan nilai rugi daya yang semakin baik sebaiknya juga dilakukan pengujian tegangan generator agar dihasilkan sistem dengan profil tegangan yang

optimal dengan menggunakan metode *fuzzy* dan *beecoloni algorithm*.

#### Referensi

- [1]. Alamajibuwono, Hadha. 2011. "Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma Genetika pada Sistem Distribusi untuk Memperbaiki Faktor Daya dan Tegangan". Semarang : Universitas Diponegoro.
- [2]. Belly, Alto., Asep Dadan H, Candra A., dkk. 2010. "Daya aktif, Reaktif & Nyata". Jakarta : Universitas Indonesia.
- [3]. Custer, Johny. 2012. "Optimasi Operasi Sistem Tenaga Listrik dengan Konstrain Kapabilitas Operasi Generator dan Kestabilan Steady State Global". Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- [4]. Hastanto, Ari. 2012. "Optimasi Penempatan SVC Untuk Memperbaiki Profil Tegangan Pada Sistem 500 kV JAMALI Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO)". Semarang : Universitas Diponegoro.
- [5]. Krisida, Refi Aulia. 2011. "Optimisasi Pengaturan Daya Reaktif Dan Tegangan Pada Sistem Interkoneksi Jawa-Bali 500 KV Menggunakan Quantum Behaved Particle Swarm Optimizatoin". Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- [6]. Marsudi, Djiteng. 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7]. Rizah, Julianto. 2012. "Analisa Kemampuan Sistem SeJawa Dalam Menyerap Daya Reaktif Dengan Masuknya Sistem Tegangan 500 kV". Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- [8]. Rusilawati. 2012. "Implementasi Kombinasi Algoritma". Banjarbaru : ATPN Banjarbaru.
- [9]. Saadat, Hadi. 1999. *Power System Analysis*. Singapura : McGraw-Hill.
- [10]. Sawai, Wilhelmina S.Y.M. 2008. "Studi Aliran Daya Sistem Jawa - Bali 500 kV tahun 2007 - 2011". Jakarta : Universitas Indonesia.
- [11]. Sudirham, Sudaryanto. 2012. "Analisis Sistem Tenaga". Bandung : Darpublik.
- [12]. Stevenson, William D. 1996. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- [13]. Sukmawijaya, Maula. 2008. "Perhitungan Profil Tegangan Pada Sistem Distribusi Menggunakan Matrix Admitansi Dan Matrix Impedansi Bus". Jakarta : Universitas Trisakti.
- [14]. Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- [15]. Utama, Ngakan Putu Satriya. 2008. "Memperbaiki Profil Tegangan Di Sistem Distribusi Primer Dengan Kapasitor Shunt". Bali : Universitas Udayana.
- [16]. Wijanarko, Eko. 2011. "Optimasi Penempatan Kapasitor Shunt Untuk Perbaikan Daya Reaktif Pada Penyulang Distribusi Primer Radial Dengan Algoritma Genetik". Semarang : Universitas Diponegoro.