

OPTIMASI TITIK PELIMPAHAN SEBAGIAN BEBAN *FEEDER* KTN 11 KE KTN 14 PT. PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PELAYANAN PELANGGAN (UP3) YOGYAKARTA UNTUK MEMINIMALKAN RUGI DAYA MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA

Deninta Wulansari^{*)}, Hermawan dan Nugroho Agus Darmanto

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: denintaw@gmail.com

Abstrak

PT. PLN (Persero) *UP3 Yogyakarta* merupakan Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan yang bertugas mengatur seluruh distribusi energi listrik di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Demi menunjang tugas dan fungsi pokok tersebut, PT. PLN (Persero) berusaha melakukan penjaminan kualitas penyaluran energi listrik dengan memperhatikan kemampuan pembebanan tiap *feeder*. Pada tahun 2018 pembebanan *feeder* KTN 11 GI Kentungan mencapai hampir 80% sehingga merupakan beban berlebih. Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan optimasi titik pelimpahan sebagian beban *feeder* KTN 11 ke KTN 14 dalam rangka meminimalkan rugi daya pada saluran tersebut. Metode yang digunakan dalam penentuan titik optimal pelimpahan sebagian beban adalah metode algoritma genetika dengan menggunakan simulasi *software* MATLAB R2016a. Untuk mengetahui seberapa besar perubahan rugi daya sebelum dan sesudah dilakukannya pelimpahan sebagian beban, maka dilakukan simulasi menggunakan *software* ETAP 12.6.0. Hasil yang diperoleh yaitu pelimpahan beban dari *feeder* KTN 11 (U3-284/76) ke *feeder* KTN 14 (U3-244/116) mengakibatkan penurunan rugi daya sebesar 11,6% dari kondisi awal.

Kata kunci: pelimpahan sebagian beban, algoritma genetika, rugi daya

Abstract

PT. PLN (Persero) *UP3 Yogyakarta* is a Customer Service Implementation Unit in charge of regulating all distribution of electrical energy in the Special Region of Yogyakarta. In order to support these main duties and functions, PT. PLN (Persero) tries to guarantee the quality of distribution of electrical energy by taking into account the loading capacity of each *feeder*. In 2018 the loading of the KTN 11 GI Kentungan *feeder* reached almost 80%, so it was an overload. This final project aims to optimize the load transfer point of the KTN 11 *feeder* to KTN 14 in order to minimize power loss on the channel. The method used in determining the optimal point of partial load transfer is the genetic algorithm method using the MATLAB R2016a simulation software. To find out how much the change in power loss before and after the transfer of part of the load is carried out, a simulation is carried out using ETAP 12.6.0 software. The results obtained are that the overloading of the *feeder* KTN 11 (U3-284 / 76) to *feeder* KTN 14 (U3-244 / 116) resulted in a decrease in power losses by 11.6% from the initial conditions.

Keywords: transfer part of a load, genetic algorithm, losses

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan energi listrik di bidang bisnis, industri maupun rumah tangga sekarang ini dihadapkan pada semakin tingginya tuntutan terhadap mutu dan keandalan sistem tenaga listrik seiring dengan meningkatnya kesadaran hak konsumen. Bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan adalah sistem distribusi. Dimana permasalahan yang dihadapi pada sektor ini antara lain meliputi bagian-bagian instalasi yang berbeban lebih, jatuh tegangan dan rugi-rugi daya dalam jaringan [1].

PT. PLN (Persero) *UP3 Yogyakarta* merupakan Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan yang bertugas mengatur seluruh distribusi energi listrik di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Demi menunjang tugas dan fungsi pokok tersebut, PT. PLN (Persero) berusaha melakukan penjaminan kualitas penyaluran energi listrik dengan memperhatikan kemampuan pembebanan tiap *feeder* [2].

Pada tahun 2018, pembebanan *feeder* KTN 11 GI Kentungan mencapai hampir 80% yaitu sebesar 338 Ampere, sehingga merupakan beban berlebih.

Berdasarkan SPLN 50: 1997 batas maksimal pembebanan transformator adalah sebesar 80%. Apabila tiap *feeder* lebih dari 80%, maka *feeder* tersebut tidak dapat digunakan sebagai *back up* [3]. Oleh karena itu PT. PLN (Persero) Rayon Kalasan berencana untuk melakukan pelimpahan sebagian beban *feeder* dengan cara membangun *joint feeder* KTN 14.

Dengan adanya pelimpahan sebagian beban *feeder* akan berdampak pada perubahan pola operasi dan pembebanan *feeder* pada saluran tegangan menengah. Perubahan pembebanan ini mempengaruhi rugi daya pada saluran [4]. Rugi-rugi daya atau susut daya atau hilang daya adalah berkurang atau hilangnya pasokan daya pada proses pengiriman daya listrik dari sumber (pembangkit) kepada beban (konsumen) pada penghantar [5]. Faktor penyebab rugi daya secara teknis adalah adanya tahanan dari penghantar yang dialiri arus [6]. Besarnya rugi-rugi daya pada saluran berbanding lurus dengan arus yang mengalir [7].

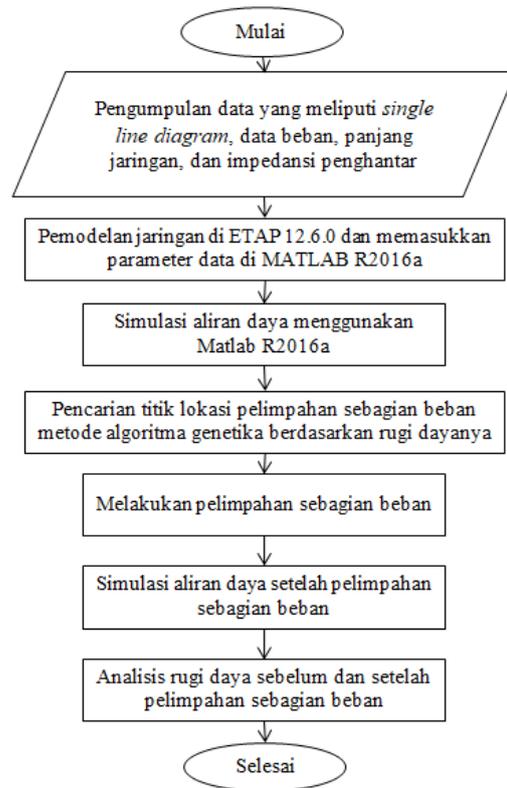
Untuk mendapatkan titik yang paling optimal dalam pelimpahan sebagian beban, maka dilakukan optimasi menggunakan metode algoritma genetika. *Genetic Algorithm* merupakan suatu algoritma pencarian yang terinspirasi dari proses seleksi alam. Metode algoritma genetika dipilih karena dinilai sederhana dan praktis untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Metode ini menitikberatkan pada upaya penurunan rugi daya saluran *feeder* KTN 11 dan KTN 14. Adapun tujuan utama dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui titik pelimpahan sebagian beban *feeder* berdasarkan metode algoritma genetika dengan menggunakan simulasi *software* MATLAB R2016a.
2. Mengetahui perbandingan rugi daya pada saluran sebelum dan setelah adanya pelimpahan sebagian beban *feeder* KTN 11 ke KTN 14.
3. Mengetahui perbandingan keefektifan jalur pelimpahan sebagian beban *feeder* KTN 11 ke KTN 14 berdasarkan metode pendekatan geografis yang digunakan oleh PLN dan metode algoritma genetika yang digunakan oleh penulis.

2. Metode

2.1. Langkah Penelitian

Metode penelitian dari tugas akhir ini diperlihatkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Data Penelitian

Pada tahap pengumpulan data secara langsung melalui kunjungan ke PT. PLN (Persero) UP3 Yogyakarta dan ULP Kalasan diperoleh data berupa *single line diagram*, data beban *feeder* KTN 11 dan KTN 14, panjang saluran dan jenis penghantar. Berikut merupakan data pada *feeder* yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Table 1. Data *Feeder* KTN 11 dan KTN 14

| <i>Feeder</i> | Beban (Ampere) | | Panjang Saluran (kms) |
|---------------|----------------|-----------|-----------------------|
| | Jam 10.00 | Jam 19.00 | |
| KTN 11 | 320 | 338 | 52,96 |
| KTN 14 | 194 | 245 | 51,52 |

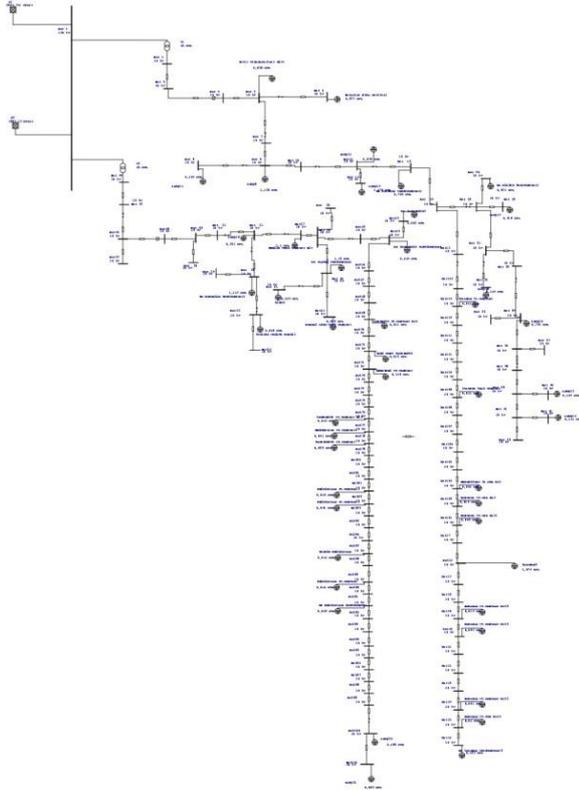
Jenis penghantar yang digunakan pada *feeder* KTN 11 dan KTN 14 adalah sebagai berikut:

Table 2. Jenis Penghantar *Feeder* KTN 11 dan KTN 14

| <i>Feeder</i> | Tipe Penghantar | Luas Penampang | Impedansi Urutan Positif [8] |
|---------------|-----------------|---------------------|------------------------------|
| KTN 11 | AAAC | 240 mm ² | 0,1344 +j0,3158 |
| KTN 14 | AAAC | 240 mm ² | 0,1344 +j0,3158 |

2.3. Perancangan Simulasi pada ETAP

Data *single line diagram* digunakan sebagai dasar untuk menggambar jaringan *feeder* KTN 11 dan KTN 14. Berikut ini merupakan gambar pemodelan jaringan pada ETAP 12.6.0 dari bus 1 sampai bus 115.



Gambar 2. Feeder KTN 11 dan KTN 14 pada ETAP 12.6.0

Komponen pada jaringan antara lain trafo daya, SUTM, *switch*, dan *lumped load*. *Setting* yang dilakukan pada masing-masing komponen yaitu sebagai berikut.

1. Trafo Daya

Parameter yang dimasukkan pada trafo daya adalah *rating* tegangan, yaitu 150 kV pada sisi primer dan 20 kV pada sisi sekunder. Kemudian kapasitas trafo adalah 60 MVA dengan persentase impedansi adalah 12,5.

2. SUTM

Parameter yang dimasukkan pada pemodelan jaringan SUTM adalah panjang saluran dan impedansi kabel yang digunakan. Untuk jenis kabel AAAC 240 mm² nilai impedansi urutan positifnya adalah 0,1344 + j0,3158 Ω/km dan impedansi urutan nolnya adalah 0,2824 + j1,6033 Ω/km serta memiliki nilai GMR sebesar 6,6238 mm [8]. Nilai GMD diperoleh berdasarkan konfigurasi tiang yang digunakan dalam simulasi. Berdasarkan SPLN 64: 1985 jarak antar konduktor A ke konduktor B

diasumsikan sejauh 800 m, jarak konduktor B ke konduktor C sejauh 800 m, dan jarak konduktor A ke konduktor C adalah sejauh 1600 m.

3. Beban

Jenis beban yang digunakan pada simulasi ETAP 12.6.0 adalah *lumped load*.

Setelah data-data tersebut dimasukkan ke dalam parameter di ETAP 12.6.0, maka simulasi dapat dijalankan untuk mendapatkan rugi daya jaringan. Pilih *load flow analysis* pada menu *toolbar* program, kemudian pada *edit study case* pilih Newton Raphson dengan jumlah iterasi 200 dan ketelitian 0,001. Untuk menjalankan program klik *run load flow* dan hasil *running* disajikan pada *report manager*.

2.4. Perancangan Simulasi pada MATLAB

Pencarian titik lokasi pelimpahan sebagian beban pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan menggunakan metode algoritma genetika. *Genetic Algorithm* merupakan suatu algoritma pencarian yang terinspirasi dari proses seleksi alam. Metode algoritma genetika dipilih karena dinilai sederhana dan praktis untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Berikut merupakan tahap-tahap dalam menjalankan metode algoritma genetika [9].

1. Pembacaan Data Awal

Program akan membaca data berupa *bus data*, *line data*, dan parameter GA. Pembacaan awal ini dilakukan untuk mengetahui data yang digunakan sebagai *constraint*/batasan dan parameter GA yang akan digunakan [9].

Berdasarkan data yang didapat dari PT. PLN (Persero) UP3 Yogyakarta dan ULP Kalasan serta melalui survey lapangan ke GI Kentungan diperoleh data sebagai berikut.

| | |
|------------------|-------------------|
| MVA_{base} | : 100 MVA |
| kV_{base} | : 20 kV |
| <i>Swing Bus</i> | : Bus 1 |
| <i>Load Bus</i> | : Bus 2 – Bus 115 |

Pembebanan pada bus 1 sampai bus 115 akan dimasukkan ke dalam *busdata* sebagai inputan program MATLAB R2016a. Untuk mengetahui nilai beban tiap bus dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \theta & (1) \\
 &= \sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 25,33 \cdot 0,85 \\
 &= 746.000 \text{ W} \\
 &= 0,746 \text{ MW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \theta & (2) \\
 &= \sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 25,33 \cdot 0,526 \\
 &= 462.000 \text{ W} \\
 &= 0,462 \text{ MW}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data impedansi penghantar yang telah diperoleh kemudian diubah dalam satuan pu (per unit) untuk dimasukkan ke dalam *linedata* sebagai inputan program MATLAB R2016a. Berikut merupakan perhitungannya.

$$Z_{base} = \frac{kV_{base}^2}{MVA_{base}} \quad (3)$$

$$= \frac{20^2}{100}$$

$$= 4$$

$$R_{pu} = \frac{R}{Z_{base}} \cdot l \quad (4)$$

$$= \frac{0,1344}{4} \cdot 2,1$$

$$= 0,0706$$

$$X_{pu} = \frac{X}{Z_{base}} \cdot l \quad (5)$$

$$= \frac{0,3158}{4} \cdot 2,1$$

$$= 0,1658$$

2. Inisialisasi Populasi

Pada tahap ini, dilakukan inisialisasi populasi awal yang terdiri dari sejumlah individu/kromosom sesuai dengan parameter GA yang telah ditentukan [9]. Satu lokasi pelimpahan sebagian beban direpresentasikan dalam dua kromosom yaitu bus kiri untuk KTN 14 dan bus kanan untuk KTN Masing-masing kromosom terdiri dari beberapa gen yang menyatakan bus sebagai lokasi pelimpahan sebagian beban.

3. Dekode Kromosom

Selanjutnya individu yang telah didekodekan akan digunakan untuk memperbarui *data line* sistem. Dari *data line* yang baru, kemudian proses *loadflow* dikerjakan sehingga nilai fitness dari masing-masing individu dapat diketahui.

4. Evaluasi Fitness

Pada Tugas Akhir ini, fungsi objektif yang diinginkan dari penentuan lokasi pelimpahan sebagian beban adalah total rugi daya yang paling minimal.

Total rugi daya aktif pada saluran [10],

$$P_{loss} = \sum_{j=1}^m (I_j^p)^2 \cdot r_j^p \quad (6)$$

Dimana:

m = jumlah saluran *feeder* dari *feeder* utama

I_j^p = arus fasa p dari saluran *feeder* j

r_j^p = resistansi fasa p dari saluran *feeder* j

Fungsi objektif,

$$\text{Minimize } F = P_L \quad (7)$$

Nilai fitness,

$$F = \frac{1}{P_L} \quad (8)$$

Dengan fungsi objektif yang telah ditetapkan maka setiap individu akan dievaluasi nilai fitnessnya untuk selanjutnya akan dipilih menjadi calon solusi [9].

5. Etilisme

Proses menampung individu pada setiap generasi dengan nilai fitness terbaik. Individu dengan nilai fitness terbaik akan dijaga sampai ditemukan individu baru dengan nilai fitness yang lebih baik [9].

6. Seleksi Induk

Metode seleksi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode seleksi *roulette wheel* (roda roulette) [9].

7. Pindah Silang

Metode *cross over* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode *cross over* satu titik. Pada metode satu titik, masing-masing kromosom orang tua dibagi menjadi dua bagian dan saling dipindah silangkan untuk menghasilkan dua keturunan baru [9].

8. Mutasi

Proses mutasi yang dilakukan adalah dengan menginversi nilai gen pada posisi tertentu suatu kromosom [9].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembebanan Feeder KTN 11

Analisis pembebanan digunakan sebagai dasar pemerataan beban atau pemecahan beban pada suatu *feeder* yang dianggap telah melampaui batas kemampuan yang ditentukan [11]. Beban pada *feeder* KTN 11 adalah sebesar 338 Ampere. Persentase pembebanan pada *feeder* KTN 11 didapat dengan menerapkan persamaan sebagai berikut.

$$\% \text{Pembesanan} = \frac{\text{Beban terukur}}{\text{Batas maksimal beban}} \times 100\% \quad (9)$$

$$= \frac{338 \text{ A}}{480 \text{ A}} \times 100\%$$

$$= 70,41 \%$$

Berdasarkan perhitungan diatas *feeder* KTN 11 telah melampaui 50% dari batas arus *setting* maksimalnya dan juga diperkirakan beban tersebut akan terus bertambah setiap tahunnya sehingga diperlukan pelimpahan sebagian beban.

3.2. Rugi Daya Feeder KTN 11 dan KTN 14 Sebelum Pelimpahan Sebagian Beban

Perhitungan dilakukan menggunakan simulasi pada *software* ETAP 12.6.0 dengan memanfaatkan fitur *Load Flow Analysis* dan menggunakan simulasi aliran daya *software* MATLAB R2016a dengan menggunakan metode Newton Raphson. Simulasi pada tingkat akurasi = 0,001 dan maksimal iterasi = 200 didapatkan hasil sebagai berikut.

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

| | MW | MVar | MVA | % PF |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------------|
| Source (Swing Buses): | 16.459 | 11.771 | 20.235 | 81.34 Lagging |
| Source (Non-Swing Buses): | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Demand: | 16.459 | 11.771 | 20.235 | 81.34 Lagging |
| Total Motor Load: | 15.743 | 9.757 | 18.522 | 85.00 Lagging |
| Total Static Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Constant I Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Generic Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Apparent Losses: | 0.716 | 2.014 | | |
| System Mismatch: | 0.000 | 0.000 | | |
| Number of Iterations: | 3 | | | |

Gambar 3. Summary ETAP 12.6.0

Berdasarkan Gambar 3 didapatkan nilai rugi daya sebesar 716 kW dan 2.014 kVar. Pada simulasi *software* ETAP 12.6.0 nilai yang ditampilkan merupakan rugi daya dalam keseluruhan sistem saat *feeder* KTN 11 dan KTN 14 beroperasi. Rugi daya ini merupakan selisih antara daya yang dikirimkan dengan daya yang dikonsumsi. Persentase rugi daya pada simulasi KTN 11 dan KTN 14 dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \% \Delta P &= \frac{P_S - P_R}{P_S} \cdot 100\% \\ &= \frac{16,459 - 15,743}{16,459} \cdot 100\% \\ &= \frac{0,716}{16,459} \cdot 100\% \\ &= 4,35\% \end{aligned} \quad (11)$$

Dari perhitungan diatas, pada *feeder* KTN 11 dan KTN 14 terdapat persentase rugi daya sebesar 4,35%. Berdasarkan SPLN 1:1978 sebuah jaringan tegangan menengah (JTM) dengan kriteria rugi daya yang dapat diizinkan tidak boleh lebih dari 2%. Sehingga rugi daya pada *feeder* KTN 11 dan KTN 14 dianggap tidak memenuhi standar spesifikasi jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV yang ditetapkan oleh PLN. Oleh karena itu dilakukan suatu usaha pelimpahan sebagian beban untuk meminimalkan nilai rugi daya.

3.3. Pelimpahan Sebagian Beban Feeder KTN 11 ke KTN 14

Dalam rangka meminimalkan nilai rugi daya maka dilakukan suatu usaha pelimpahan sebagian beban dari *feeder* KTN 11 ke *feeder* KTN 14

3.3.1. Metode Pendekatan Geografis

Merupakan metode yang digunakan oleh PT. PLN (Persero) UP3 Yogyakarta dalam menentukan titik pelimpahan sebagian beban *feeder*. Metode ini menitikberatkan pada kondisi real di lapangan yang memungkinkan terjadinya pelimpahan sebagian beban disuatu wilayah dengan kondisi geografis tertentu, seperti kepadatan rumah penduduk, kondisi alam seperti pepohonan, struktur tanah dan penampakan alam.

Pelimpahan sebagian beban *feeder* KTN 11 ke KTN 14 dilakukan melalui tiang U3-244/109 yang beralamat di Jl. Grenjeng, Sanggrahan, Purwomartani, Kalasan, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta 55571 menuju ke tiang U3-284/67 yang beralamat di Jl. Cangkringan, Babadan, Purwomartani, Kec. Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55571. Jarak tiang U3-244/109 ke U3-284/67 adalah 1,1 km.

3.3.2. Metode Algoritma Genetika

Merupakan metode yang digunakan oleh penulis dalam menentukan titik pelimpahan sebagian beban *feeder*. Pada metode ini terdapat beberapa parameter yang diperhatikan yaitu ukuran populasi, maksimal generasi, probabilitas pindah silang, dan probabilitas mutasi.

Pindah silang bisa dilakukan dengan suatu probabilitas tertentu ($P_{\text{pindahsilang}}$). Artinya, pindah silang bisa dilakukan hanya jika suatu bilangan random $[0,1]$ yang dibangkitkan kurang dari $P_{\text{pindahsilang}}$ yang ditentukan. Pada umumnya $P_{\text{pindahsilang}}$ diset mendekati 1, misalnya 0,8 [12].

Pada prosedur mutasi, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi (P_{mutasi}) yang ditentukan maka gen akan bermutasi. Biasanya P_{mutasi} diset sebagai $\frac{1}{n}$ dimana n adalah jumlah gen dalam kromosom [12]. Pada kasus optimasi titik pelimpahan sebagian beban ini jumlah gen yang terdapat pada keseluruhan kromosom adalah 61, sehingga $\frac{1}{61} = 0,016$.

Dari variasi percobaan yang telah dilakukan dengan menetapkan parameter algoritma genetika berupa ukuran populasi = 50, maksimal generasi = 10, probabilitas pindah silang = 0,8 dan probabilitas mutasi = 0,1 maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Table 3. Hasil Optimasi Titik Pelimpahan Sebagian Beban Feeder KTN 11 dan KTN 14

| No. | Hasil Running | Titik Pelimpahan Sebagian Beban | Nilai Fitness |
|-----|-----------------|---------------------------------|---------------|
| 1. | Running pertama | Bus 64 dan bus 109 | 1.579,21009 |
| 2. | Running kedua | Bus 66 dan bus 110 | 1.578,61282 |
| 3. | Running ketiga | Bus 64 dan bus 111 | 1.578,76084 |
| 4. | Running keempat | Bus 64 dan bus 109 | 1.579,21009 |
| 5. | Running kelima | Bus 64 dan bus 109 | 1.579,21009 |

Berdasarkan keempat hasil *running* simulasi MATLAB R2016a nilai fitness tertinggi yang diperoleh yaitu 1.579,21009 dan titik pelimpahan sebagian beban yang akurat untuk mendapatkan rugi daya terkecil berada diantara bus 64 dan bus 109. Bus 64 merupakan bagian dari *feeder* KTN 14 yaitu tiang U3-244/116 dan bus 109 merupakan bagian dari *feeder* KTN 11 yaitu tiang U3-284/76. Setelah mendapatkan dua titik bus tersebut maka dilakukan simulasi pelimpahan sebagian beban pada *feeder* KTN 11 ke KTN 14 menggunakan aplikasi ETAP 12.6.0.

3.4. Rugi Daya Feeder KTN 11 dan KTN 14 Setelah Pelimpahan Sebagian Beban

Setelah dilakukan pelimpahan sebagian beban *feeder* KTN 11 ke KTN 14 terdapat perbedaan arus penghantar yang mengalir pada masing-masing *feeder*. Hal ini akan berpengaruh pada rugi daya yang terdapat pada sistem tersebut. Berikut merupakan perbandingan rugi daya *feeder* setelah pelimpahan sebagian beban menggunakan kedua metode diatas yang didapatkan dari hasil simulasi ETAP 12.6.0.

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

| | MW | Mvar | MVA | % PF |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------------|
| Source (Swing Buses): | 16.378 | 11.592 | 20.065 | 81.62 Lagging |
| Source (Non-Swing Buses): | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Demand: | 16.378 | 11.592 | 20.065 | 81.62 Lagging |
| Total Motor Load: | 15.743 | 9.757 | 18.522 | 85.00 Lagging |
| Total Static Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Constant I Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Generic Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Apparent Losses: | 0.635 | 1.835 | | |
| System Mismatch: | 0.000 | 0.000 | | |

Number of Iterations: 3

Gambar 4. Metode Pendekatan Geografis

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND

| | MW | Mvar | MVA | % PF |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------------|
| Source (Swing Buses): | 16.377 | 11.588 | 20.062 | 81.63 Lagging |
| Source (Non-Swing Buses): | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Demand: | 16.377 | 11.588 | 20.062 | 81.63 Lagging |
| Total Motor Load: | 15.743 | 9.757 | 18.522 | 85.00 Lagging |
| Total Static Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Constant I Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Total Generic Load: | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Apparent Losses: | 0.633 | 1.832 | | |
| System Mismatch: | 0.000 | 0.000 | | |

Number of Iterations: 3

Gambar 5. Metode Algoritma Genetika

Berdasarkan *report* ETAP 12.6.0 pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan hasil rugi daya. Dengan menggunakan pendekatan geografis didapat rugi daya sebesar 635 kW dan 1.835 kvar, sedangkan dengan menggunakan algoritma genetika didapat rugi daya sebesar 633 kW dan 1.832 kvar. Selisih yang didapatkan dari penggunaan dua metode tersebut adalah sebesar 2 kW dan 2 kvar. Perbedaan hasil tersebut dapat disebabkan karena adanya perbedaan alternatif pemutusan bus yang terjadi selama proses pelimpahan sebagian beban [13].

Persentase rugi daya setelah pelimpahan sebagian beban *feeder* KTN 11 ke KTN 14 menggunakan metode algoritma genetika dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \% \Delta P &= \frac{P_S - P_R}{P_S} \cdot 100\% \\
 &= \frac{16,377 - 15,743}{16,377} \cdot 100\% \\
 &= \frac{0,634}{16,377} \cdot 100\% \\
 &= 3,87\%
 \end{aligned}$$

Hasil simulasi rugi daya pada KTN 11 dan KTN 14 menunjukkan nilai 3,87%. Berdasarkan SPLN 1:1978 sebuah jaringan tegangan menengah (JTM) dengan kriteria rugi daya yang dapat diizinkan tidak boleh lebih dari 2% [14]. Rugi daya tersebut belum memenuhi standar spesifikasi jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV yang ditetapkan oleh PLN, karena dipengaruhi oleh panjang jaringan *feeder* KTN 11 dan KTN 14 yang termasuk dalam saluran yang sangat panjang sehingga impedansi penghantar semakin berdampak pada nilai rugi dayanya [15].

4. Kesimpulan

Berdasarkan optimasi titik pelimpahan sebagian beban pada *feeder* KTN 11 ke KTN 14 terhadap rugi daya dengan menggunakan metode algoritma genetika yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Hasil kondisi *Eksisting* pada *feeder* KTN 11 mengalami *overload* dengan arus yang mengalir ke *feeder* sebesar 338,3 Ampere, sehingga perlu dilakukan pelimpahan sebagian beban ke *feeder* KTN 14. Pelimpahan sebagian beban *feeder* KTN 11 ke *feeder* KTN 14 dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB R2016a berdasarkan metode algoritma genetika. Titik pelimpahan sebagian beban yang diperoleh pada *feeder* KTN 11 adalah bus 109 (U3-284/76) dan pada *feeder* KTN 14 adalah bus 64 (U3-244/116). Nilai rugi daya sebelum pelimpahan sebagian beban adalah 716 kW sedangkan nilai rugi daya setelah pelimpahan sebagian beban adalah 633 kW. Terdapat penurunan nilai rugi daya sebelum dan setelah pelimpahan sebagian beban sebesar 83 kW atau sekitar 11,6% dari kondisi awal. Keefektifan metode algoritma genetika jika dibandingkan dengan metode yang dilakukan PLN yang berdasar pada kondisi geografis terlihat pada hasil rugi daya yang diperoleh antar kedua metode yang berselisih 2 kW.

Referensi

- [1]. D. Marsudi. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2006, hal 13-14.
- [2]. RUPTL PLN 2018-2027
- [3]. D. Widyandarko, "Pengaruh Pelimpahan Beban *Feeder* SRL 01 ke SRL 06 Gardu Induk Sronol Terhadap Keandalan dan Jatuh Tegangan," Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2015
- [4]. A. Y. Dewi, "Analisa Dampak Pemecahan Beban Feeder Tiku Terhadap Susut Teknis Jaringan Tegangan Menengah," dalam *Seminar Nasional Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (PIMMD-4)*, Padang, 2017, hal. 233.
- [5]. T. F. Aziz, "Penentuan Target Indeks Keandalan, Drop Tegangan, dan Rugi Daya pada *Feeder* SRL 07 GI Sronol Menggunakan ETAP 7.5.0," Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2015.
- [6]. A S Pabla. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta, Indonesia: Erlangga, 1994.
- [7]. W. S. Baykuni, "Evaluasi Perhitungan Susut Daya Listrik pada Jaringan Distribusi Penyulang JJR-7 Gardu Induk Jajar", Laporan Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [8]. Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah, SPLN 64:1985.
- [9]. R. Taharat PB, "Penentuan Lokasi dan Kapasitas Optimal STATCOM untuk Meminimasi Rugi Daya Menggunakan *Genetic Algorithm* pada Sistem Transmisi JAMALI Tahun 2018", Laporan Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [10]. M. Fayyadl, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik dengan Metode Algoritma Genetika", Laporan Tugas Akhir, Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.
- [11]. H. Cahyadi, " Analisis Skenario Konfigurasi Penyulang PBG-10 untuk Memecah Beban dan Meminimalisir Susut Daya di Penyulang PBG-01, PBG-05, dan MRA-07", Laporan Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2018.
- [12]. Suyanto. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta, Indonesia: Penerbit Andi. 2006, hal 5-18.
- [13]. Suhadi, dkk. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008, hal 4-27.
- [14]. Sulasno. *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Semarang, Indonesia: Badan Penerbit Universitas Diponegoro), 2001, hal 57.
- [15]. Badruddin. *Modul II Sistem Distribusi Tenaga Listrik Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta, Indonesia: Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB, 2013, hal 1-6.