

# Penempatan Kapasitor Pada Saluran Transmisi Purwosari - Pakis Malang Dengan Metode Algoritma Genetika

Dimas Prihara Yopi Prasetya\*<sup>1</sup>, Nurhadi<sup>2</sup>, Ermanu Azizul Hakim<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang  
E-mail: harapras@gmail.com

**Abstract** - Various sectors have experienced various advances, namely from the industrial sector, education, health and even in a small scale, namely households. This progress makes the need for electricity to increase every year. PLN (State Electricity Company) as a provider of electricity services for consumers has an important role, namely the availability of electricity. The process of distributing electricity itself goes through three stages, namely generation, transmission and distribution. The transmission line has an important role, namely as a means of sending large amounts of electricity before it reaches the distributed to consumers. However, the process of sending power or transmission often experiences various kinds of problems, including power losses. In this study, research on the transmission line GI Purwosari – GI Pakis Malang was carried out by analyzing power losses and how to improve the voltage value using a capacitor. The genetic algorithm method is used to determine the optimum location for the capacitor placement. The result showed an increase in stress which was 0.328% from the initial stress.

**Keywords** — *Optimization, Transmission, Voltage, Capacitors, Genetic Algorithms.*

**Abstrak**—Berbagai macam sektor telah mengalami berbagai kemajuan yaitu mulai sektor industri, pendidikan, kesehatan dan bahkan dalam skala kecil yaitu rumah tangga. Kemajuan ini membuat kebutuhan akan listrik meningkat setiap tahunnya. PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai penyedia layanan listrik untuk konsumen memiliki peran penting yaitu tercukupinya ketersediaan listrik. Proses penyaluran listrik sendiri melalui tiga tahapan yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi. Pada saluran transmisi memiliki peran penting yaitu sebagai sarana pengiriman listrik dalam jumlah yang besar sebelum sampai ke jaringan distribusi dan di sebar luaskan ke konsumen. Namun pada proses pengiriman daya atau transmisi sering kali mengalami berbagai macam kendala diantara adalah kerugian daya. Pada penelitian ini yaitu penelitian pada saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang dilakukan dengan menganalisa kerugian daya dan cara memperbaiki nilai tegangan dengan menggunakan kapasitor. Metode algoritma genetika di gunakan untuk menentukan letak optimum pada penempatan kapasitor. Hasil penelitian menunjukkan sebuah kenaikan tegangan yaitu sebesar 0,328 % dari tegangan awal.

**Kata Kunci** — *Optimasi, Transmisi, Tegangan, Kapasitor, Algoritma Genetika.*

## I. PENDAHULUAN

Berbagai macam sektor telah mengalami berbagai macam kemajuan mulai dari sektor industri, Pendidikan, kesehatan, dan bahkan dalam skala kecil yaitu rumah tangga. Dari beberapa sektor tersebut rata-rata memerlukan listrik sebagai penopang kebutuhan. PLN (Perusahaan Listrik Negara) yaitu sebagai penyedia layanan listrik utama untuk kebutuhan listrik konsumen memiliki peran penting sebagai penyedia dan pemenuhan daya listrik. Pada proses pengiriman listrik ke konsumen sendiri memiliki tiga tahapan diantaranya yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi. Namun seringkali pada saat pengiriman daya mengalami beberapa kendala diantara adalah rugi-rugi daya. Kerugian daya ini sangat berpengaruh pada penerimaan suplai listrik ke konsumen mengingat jumlah daya yang cukup besar pada proses transmisi maka di perlukan optimasi yang optimal agar kebutuhan listrik terpenuhi secara maksimal [1].

Pada proses transmisi, listrik dialirkan melalui sebuah kawat penghantar atau konduktor. Umumnya proses transmisi dilakukan dengan dua cara yaitu melalui saluran udara dan bawah tanah [1]. Jenis konduktor dan jenis tiang transmisi yang di gunakan juga akan mempengaruhi proses pengiriman daya listrik [2].

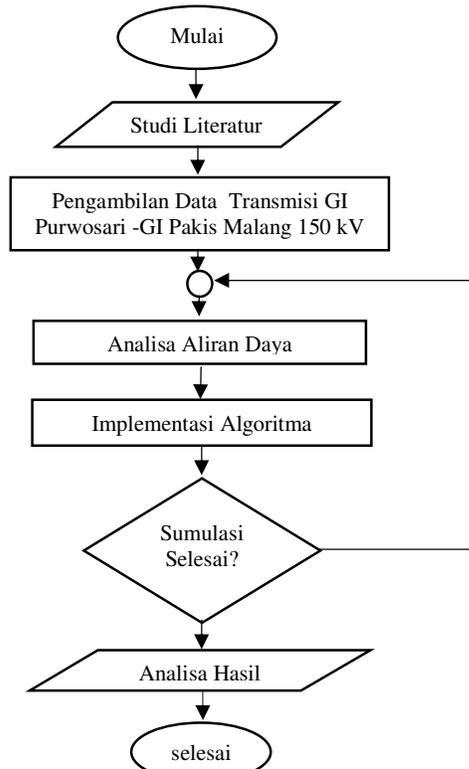
Kapasitor merupakan komponen listrik yang di gunakan untuk memperbaiki faktor daya. Namun penggunaan kapasitor sendiri tidak bisa di lakukan secara sembarangan karena mengingat akan mempengaruhi beberapa faktor diantaranya yaitu kontrol sistem, biaya dan batas tegangan. Maka di perlukan suatu metode untuk penempatan kapasitor yang optimal [3].

Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma optimasi yang terinspirasi dari teori evolusi. Metode algoritma genetika dapat di gunakan untuk masalah pemecahan berbagai macam solusi salah satunya adalah penempatan kapasitor untuk perbaikan tegangan [3].

Pada penelitian ini penulis meneliti tentang kerugian daya yang terjadi pada saluran transmisi gardu induk Purwosari – gardu induk Pakis Malang 150 kV dan perbaikan tegangan menggunakan kapasitor dengan metode algoritma genetika.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian kerugian daya di dilakukan di GI Purwosari – GI Pakis Malang dengan melakukan beberapa langkah – langkah. Untuk mempermudah dalam memahami proses penelitian maka di buat sebuah alir diagram penelitian Analisa kerugian daya dan perbaikan tegangan menggunakan kapasitor yang mana langkah-langkah tersebut di jelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1. penelitian di mulai dengan melakukan studi literatur yaitu serangkaian kegiatan pengumpulan data dimana untuk datanya di ambil secara langsung di Gardu Induk Pakis Malang 150 kV. Data – data yang diambil diantaranya adalah single line diagram, data konduktor, jenis tiang transmisi dan daya yang di terima. Berikutnya adalah melakukan analisa atau perhitungan pengolahan data yang menghasilkan nilai tahanan, induktansi, reaktansi dan impedansi saluran. Setelah itu yaitu penggunaan metode algoritma genetika sebagai penentu penempatan kapasitor yang optimal dan yang terakhir adalah Analisa hasil yaitu perbandingan sesudah dan sebelum pemasangan kapasitor pada saluran transmisi.

### A. Saluran Transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang

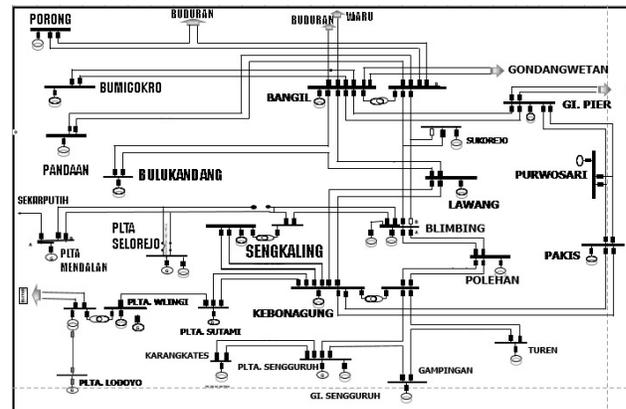
Dalam hal ini gardu induk pakis malang menerima daya dari gardu induk Purwosari yang mana daya tersebut sebagian

di salurkan ke gardu induk Kebon Agung Malang dan ke beberapa penyulang.

Tabel 1. Data Daya Yang Di Terima GI Pakis Malang

No	kV	I	MW
1	148,000	110	102,1

Gardu induk Pakis Malang menerima daya sebesar 148,000 dari gardu induk Purwosari Malang yang mana dapat di lihat pada tabel 1.



Gambar 2. Single Line Wilayah Kerja APP Malang

Pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT), gardu induk Pakis Malang terhubung oleh beberapa gardu induk di Malang raya diantaranya GI Bangil, GI Bumi Cokro, GI PIER, GI Bulukandang, GI Lawang, GI Sengkaling , Gi keon Agung, PLTA Sutami dan PLTA Wlingi dapat di lihat pada gambar 2.

Tabel 2. Data Teknis Saluran Transmisi Malang

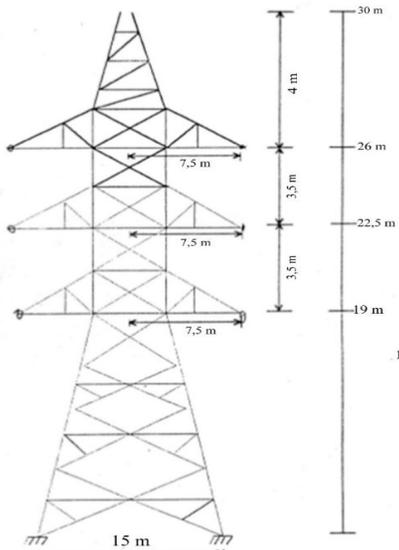
Gardu Induk	Jenis Penghantar	Panjang Saluran	Jarak Antar Tiang
GI Purwosari – GI Pakis	ACSR ZEBRA	15,000 km	±400 m
GI Kebon Agung – GI Pakis	ACSR ZEBRA	12,900 km	±400 m
GI Bangil – GI PIER	ACSR ZEBRA	5,150 km	±400 m

### B. Tiang Transmisi

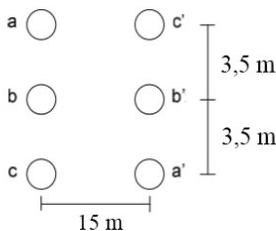
Pada saluran transmisi gardu induk purwosari – gardu induk pakis malang merupakan saluran transmisi jarak pendek yang mana memiliki Panjang saluran 15 kilometer. Pada saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang menggunakan kawat penghantar atau konduktor berjenis ACSR Zebra dengan tiang jenis suspension. Untuk jenis tiang dapat dilihat pada gambar 3.

Pada gambar 3. Tiang Transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang berjenis saluran transmisi ganda dimana pada sisi

kanan A terdapat tiga buah konduktor (R,S,T) begitupula pada sisi sebelah kiri B terdapat tiga konduktor (R,S,T). Untuk mempermudah dalam perhitungan GMD dan GMR maka konfigurasi di bedakan tiap tiap konduktornya menjadi A = R, S, T menjadi A = a, b, c dan B = a', b', c' dan untuk gambar konfigurasi salurannya dapat di lihat pada gambar 4.



Gambar 3. Tiang Transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang



Gambar 4. Konigurasi Saluran Transmisi GI Purwosari – GI pakis Malang

### C. Studi Aliran Daya

Analisa aliran daya merupakan sebuah studi analisis yang bertujuan untuk mengukap kinerja pada suatu sistem tenaga listrik dan juga aliran daya pada keadaan tertentu saat sistem aktif atau bekerja [5]. Pada proses pengiriman daya analisa aliran daya dilakukan dengan menghitung nilai kerguan daya atau *losses* yang terjadi [6].

Pada penelitian ini studi aliaran daya bertujuan untuk mengetahui besarnya *losses* yang terjadi pada saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang. Hasil paling utamanya yaitu untuk mengetahui rugi-rugi daya yang terjadi pada saat pengiriman daya.

Resistansi Merupakan sebuah nilai hambatan pada tegangan ataupun arus listrik pada suatu konduktor. untuk

menghitung nilai resistansi atau hambatan maka dapat dilakukan dengan rumus persamaan berikut.

$$R_{ac} = \rho \frac{l}{A} \quad (1)$$

Dimana untuk koduktor atau kawat yang dipilin dilakukan faktor koreksi 1,02 (yaitu faktor koreksi 2%) [7]. Dengan batas temperatur 10% sampai dengan 100% untuk kawat (Cu) dan Alumunium (Al) yang berlaku sebuah persamaan sebagai berikut.

$$Rt_2 = Rt_1 (1 + \alpha t_1 (t_2 - t_{21})) \quad (2)$$

Jadi

$$\alpha t_1 = \frac{1}{t_2 + t_1} \quad (3)$$

Sehingga

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{t_2 + t_1}{t_2 + t_1} \quad (4)$$

Induktansi merupakan sebuah medan magnet yang terjadi apabila konduktor di bebabni oleh tegangan atau arus listrik. Dimana untuk menghitung rekatnsi pada saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang dapat di lakukan dengan menghitung nilai GMD dan GMR terlebih dahulu. Setelah nilai GMD dan GMR diketahui maka untuk menghitung impedansi saluran dapat di lakukan dengan menggunakan rumus persaaan berikut.

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{GMD}{GMR} [H/m] \text{ perfasa} \quad (5)$$

Reaktansi merupakan sebuah perlawanan terhadap tegangan ataupun arus listrik saat di aliri listrik AC. Dimana untuk menghitung nilai reaktansi saluran dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$X_L = 2\pi f L [\Omega/km] \quad (6)$$

Pada Saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang menggunakan saluran jarak pendek sehingga untuk nilai XC pada saluran di abaikan. Dimana untuk Panjang saluran transmisi adalah untuk saluran jarak pendek yaitu kurang dari 80 km, saluran menengah 80 km sampai dengan 250 km dan saluran Panjang di atas 250 km.

Impedansi merupakan penjumlahan dari bilangan (real + imajiner) [8]. Dimana pada impedansi bilangan real'nya merupakan resitif karena sudutnya adalah 0 (nol) dan bilangan imajiner'nya adalah X tergantung apabila XL maka sudutnya 90° (Induktif) sedangkan apabila xj sifatnya adalah kapasitif yang sudutnya 270° atau - 90°.

### D. Jatuh Tegangan

Pada saluran transmisi jatuh tegangan merupakan selisih antara ujung kirim (sending end) dengan ujung terima [8]. Jatuh beban atau regulasi tegangan (voltage regulation) dapat di nyatakan oleh persamaan.

$$\frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 \quad (7)$$

Regulasi tegangan untuk jarak dekat hanya beberapa persen, sedangkan untuk jarak yang sedang dan jauh dapat mencapai 5-15% [7].

Pada suatu kondisi jatuh tegangan yaitu berdasarkan presentase didefinisikan sebagai presentase jatuh tegangan pada saluran dengan frekuensi tegangan pada posisi pengirim yang dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$(\Delta V)\% = \frac{V_i - V_r}{V_r} \times 100\% \quad (8)$$

Sehingga

$$(\Delta V)\% = \frac{S \times L (R \cos \theta + |X| \sin \theta)}{V^2} \times 100\% \quad (9)$$

### E. Kapasitor

Kumpulan beberapa kapasitor yang di jadikan sebuah kesatuan merupakan pengertian dari kapasitor bank. Dimana untuk besar ukuran kapasitor dinyatakan dalam satuan dasar yaitu Var. Pada sebuah rangkain yang terdapat sebuah kapasitor dan di berikan tegangan yang terjadi adalah elektro akan mengalir masuk ke kapasitor pada saat kapastor dalam kodisi penuh dengan muatan elektro maka akan merubah nilai tegangan [9].

Pada penelitian ini yaitu kerugian daya listrik pada proses transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang penggunaan kapasitor adalah sebagai perbaikan daya. Pada pengaplikasiannya kapasitor di pasang dengan cara di jumper pada konduktor atau pada saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang. Yang untuk rumus kenaikan tegangan setelah penambahan kapasitor sebagai berikut.

$$VR = \frac{QC \times XL \times I}{10 \times V^2} \quad (10)$$

Jadi besar daya kapsitor yang di butuhkan

$$QC = \frac{VR \times 10 \times V}{XL \times I} \quad (11)$$

### F. Faktor Daya

Faktor daya atau  $\cos \theta$  merupakan sebuah perbandingan antara arus yang di gunakan untuk dapat menghasilkan kerja pada rangkain terhadap arus total yang masuk atau dalam kata lain merupakan perbandingan antara daya aktif (KW) dan daya semu.

$$\cos \theta = P/S \quad (12)$$

maka untuk daya semu.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (13)$$

### G. Metode Algoritma Genetika

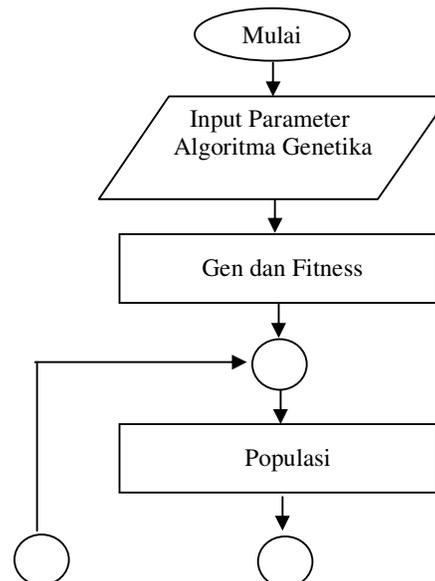
Untuk menentukan posisi yang optimal pada penempatan kapasitor pada saluran transmisi gardu induk Purwosari – Pakis Malang maka di gunakan sebuah metode yang dapat memecahkan masalah optimasi. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah algoritma genetika yang mana untuk langkah – langkahnya dapat di lihat pada gambar 5. Yang mana untuk proses eksusinya yaitu menggunakan bantuan softwere matlab sebgai sarana pemograman.

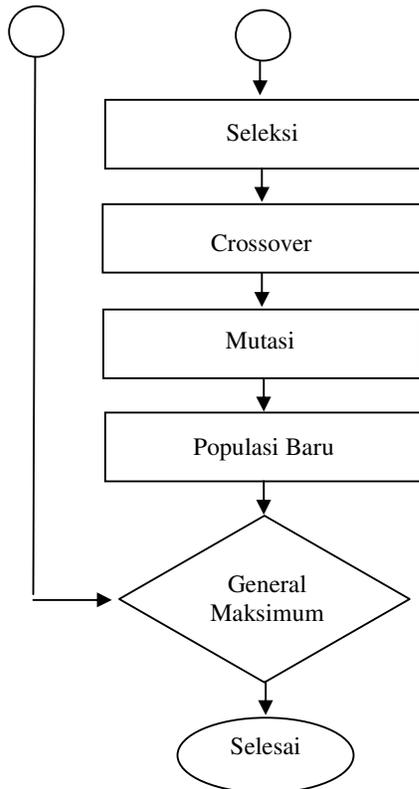
### H. Parameter Metode Algoritma Genetika

Pada metode algoritma genetika ini terdapat beberapa parameter yang di gunakan untuk mencari optimasi penempatan kapasitor diantaranya yaitu adalah (L) panjang saluran, (Z) nilai impedansi saluran, (S) daya semu, (V) tegangan GI Pakis Malang dan (Pr) daya terima. Parameter tersebut berfungsi sebagai perhitungan dalam metode algoritma genetika yaitu sebagai pembuatan gen dan nilai fitness. Nilai dari parameter tersebut sebagai di dapatkan dari proses perhitungan analisa aliran daya. Beberapa nilai dari parameter yang di dapatkan dari proses perhitungan aliran daya adalah (Z) nilai impedansi saluran GI Purwosari-Pakis Malang dan (S) Nilai daya semu GI Purwosari Pakis Malang.

### I. Eksekusi Program Algoritma Genetika

Pada proses eksekusi metode algoritma genetika di lakukan dengan beberapa tahapan yang mana untuk alurnya dapat dilihat pada gambar 5. Proses eksekusi program matlab dimulai dengan memasukan parameter yaitu hasil nilai aliran daya ke dalam program algoritma genetika.





Gambar 5. Diagram Alir penelitian dan Penggunaan Metode Algoritma Genetika

**J. Pembuatan Gen dan Fitness GI Purwosari – GI Pakis Malang**

Pada program algoritma genetika pertama yaitu membuat program *function* pada matlab untuk gen dan nilai fitness. Untuk mendapatkan gen dan nilai fitnessnya yaitu dengan memasukan beberapa parameter. Pada gen parameter yang di masukan adalah nilai tegangan dan Panjang saluran, sedangkan pada fitness nilai yang dimasukan berupa nilai hasil dari gen yaitu nilai tegangan sisi terima dan nilai penambahan kapasitor yang mana output dari fitnessnya berupa nilai kenaikan tegangan. Oleh karena itu nilai gen akan mempengaruhi nilai fitnessnya atau nilai fitness menyatakan baik tidaknya suatu gen. dimana untuk fungsi objektifnya yaitu sebagai berikut.

$$F(x) = VR / 100 \times \text{Tegangan Sisi terima} \quad (14)$$

VR pada penelitian ini berupa nilai kenaikan tegangan yaitu berupa nilai kenaikan tegangan setelah penambahan kapasitor dengan penentuan jarak pemasangan secara acak. Tegangan sisi terima merupakan tegangan yang di terima dari Gi Purwosari Pakis Malang ke malang dengan data penerimaan tegangan dapat melihat pada tabel.1. Dalam

penelitian ini nilai VR merupakan nilai fungsi yang di optimalakan.

Pada saluran transmisi GI Purwosari – GI pakis Malang yang memiliki Panjang saluran 15 kilometer. Dimana untuk nilai Panjang saluran ini dapat di lihat pada tabel 2. Maka untuk mencari opimasi penempatan kapasitor nilai dari panjang salurannya akan di bagi ke beberapa jarak. Pada program matlab untuk nilai bilangan acak dapat menggunakan nilai randi (*random integer*). Untuk mendapatkan nilai dari gen dan fitness yang terus berubah maka dapat memasukan parameter jarak dengan masukan nilai randi (15) yang mana 15 merupakan nilai dari Panjang saluran.

**K. Pembuatan Populasi GI Purwosari – Pakis Malang**

Setelah mendapatkan nilai gen dan fitnessnya langkah berikutnya adalah pembuatan populasi. Pada program matlab untuk membuat sebuah populasi dari suatu gen dan fitness dapat di lakukan dengan cara membuat perintah *struct* pada program matlab. Dimana dalam sebuah *struct* terdapat beberapa data yang dapat dimasukan diantaranya yaitu gen dan fitness. Pada penelitian ini untuk besar populasi adalah 10. Untuk mempermudah dalam pembuatan populasi maka di buat *looping* atau perulangan dari besar populasi. Dimana dalam perulangan tersebut dalam suatu poplasi untuk setiap individunya terdapat terdapat nilai fitness dan gen yang berbeda-beda.

**L. Seleksi**

Langkah selanjutnya setelah pembuatan populasi adalah seleksi. Seleksi adalah pencarian individu terbaik dari populasi yang mana hasilnya dari seleksi akan di silangkan atau *Crossover*. Pada penelitian ini terdapat 10 individu dari sebuah populasi. Dimana dalam setiap individu terdapat nilai gen dan fitness. Untuk mendapatkan nilai individu terbaik maka dapat di lakukan dengan cara masukan program pada matlab yaitu *max* dari nilai fitness dari besar populasi. Dimana pada pengambilan individu terbaik diambil sebanyak 2 individu. Hasil dari pengambilan 2 individu terbaik kemudian di jadikan *parent* yaitu *parent 1* dan *parent 2*. *Parent* merupakan sebuah calon solusi dari sebuah individu.

**M. Pindah Silang atau Crossover**

*Crossover* adalah penggabungan dari dua individu terbaik untuk dijadikan solusi Dari seleksi maka di peroleh 2 individu terbaik yang mana dua individu terbaik ini dinamakan *parent 1* dan *parent 2*. Pada proses seleksi berikutnya adalah menggabungkan antara nilai dari *parent 1* dan *parent 2*. Dari proses penggabungan 2 tersebut maka di peroleh 2 individu baru lagi yang bernama *child1* dan *child2*. Proses pindah silang atau *crossover* pada penelitian ini menggunakan metode *fixed point* untuk memperoleh nilai dari *Child 1* dan *child 2*. Pada penelitian ini yaitu pada program matlab untuk nilai CP (*Crossover point*) yaitu *round* dari *length* atau panjang nilai dari *parent1* di bagi dengan 2. Dimana nilai hasil dari CP tersebut untuk nilai dari gen *parent 1* yaitu nilai dari awal

sampai dengan CP akan diambil dan di silangkan dengan nilai pada gen *parent 2* dan dengan nilai CP.

#### N. Mutasi

Mutasi adalah perubahan komposisi suatu nilai yang ada pada suatu kromosom untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Pada laju mutasi atau besar mutasi umumnya menggunakan nilai 0,7 sampai dengan 1,0 namun ada juga yang menggunakan besar mutasi 0,6 sampai dengan 0,9 [3]. Pada penelitian ini untuk nilai besar laju mutasinya adalah 0,6 dimana nilai tersebut bertujuan untuk menjaga penyebaran dalam nilai probabilitas.

#### O. Regenerasi

Regenerasi adalah proses mendapat suatu populasi baru. Pada proses regenerasi hasil dari individu baru yaitu hasil dari mutasi di kembalikan ke dalam populasi, yaitu dengan cara mengambil 2 individu dengan nilai fitness terendah yang kemudian pengambilan 2 individu terendah tersebut di gantikan dengan 2 individu baru sehingga membentuk sebuah populasi baru. Dimana pada siklus ini dimulai dari populasi, seleksi, crossover, mutasi dan regenerasi ini akan terus berulang mengikuti *looping* sampai dengan menemukan nilai maksimal. Untuk mengetahui berapa banyak regenerasi maka pada program matlab di buat *function* regenerasi yang berisi tentang banyaknya looping terjadi. Dimana inisialisasi yaitu regenerasi = 0 + n, n merupakan banyaknya looping sehingga setiap terjadi looping nilai dari generasi akan di tambah 1. Maka pada saat di *run* bisa di tampilkan di *command window*.

#### P. Terminasi dan Looping

Proses yang terakhir adalah *looping* dan terminasi. *Looping* merupakan proses perulangan dari suatu program sedangkan terminasi adalah suatu fungsi yang di buat untuk memberikan logika *true* dan *false*. Pada penelitian ini untuk proses perulangannya menggunakan *while* yaitu sebuah *Looping* yang akan terus mencari suatu kondisi sampai dengan suatu kondisi itu terpenuhi. Untuk membuat kondisi terpenuhi atau *true* maka dibuat suatu fungsi terminasi.

Untuk mempermudah dalam menjelaskan cara kerja *looping* dan terminasi dalam penelitian ini maka nilai dari fitness penulis menggantinya dengan nilai Y yang mana nilai Y ini merupakan maksimum dari fitness atau nilai maksimum yang di dapat dari individu terbaik pada suatu populasi yang telah melalui proses seleksi, *crossover* dan mutasi. Saat regenerasi nilai Y tadi yang berisi 2 calon solusi di kembalikan lagi ke populasi dimana pada populasi tersebut terdapat 8 individu yang nilai terus berubah karena input yang di berikan berupa bilangan acak. Saat 2 individu di kembalikan ke populasi berikutnya yaitu pemilihan nilai max dalam suatu populasi. Nilai max yang di peroleh kemudian di tampilkan ke *command window* dengan menggunakan fungsi *logging*. Nilai Y akan di simpan dan dimasukkan kembali ke dalam perulangan berikutnya nilai Y hanya akan terгатikan

jika pada suatu populasi baru dimana ada individu yang memiliki nilai lebih besar daripada Y. Sedangkan untuk X yaitu sebuah nilai acak akan memberikan berungsi sebagai pemberenti program. saat nilai X mencapai batas maksimal maka otomatis pada fungsi terminasi akan memberikan logikan *true* sehingga program berhenti. Saat program berhenti saat itu juga di dapatkan nilai terbaik atau maksimal dari proses perulangan. Dimana ada beberapa nilai yang dapat di ambil yaitu maksimal dari teganga. Dari nilai maksimal tegangan juga akan menampilkan jarak dari keberapa maksimal tegangan itu di peroleh jadi disini juga mendapatkan data jarak optimal. selain itu juga dari nilai maksimal tegangan juga di peroleh maksimal besar daya kapasitor yang di butuhkan. Yang mana beberapa nilai tersebut kemudian di tampilkan dengan menggunakan fungsi *logging* di *command window*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Studi Aliran Daya

Pada penelitian ini yaitu mengenai rugi-rugi daya dan perbaikan tegangan menggunakan kapasitor pada saluran transmisi gardu induk purwosari – gardu induk pakis malang maka sebelum menentukan letak optimum di lakukan studi aliran daya terlebih dahulu untuk mengetahui rugi-rugi yang terjadi di saluran transmisi. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut, yaitu menghitung induktansi pada kabel, menghitung reaktansi dan impedansi saluran transmisi. Dalam perhitungan ini di lakukan dengan menggunakan bantuan software matlab untuk mendapat hasil yang lebih baik. Dari proses perhitungan menggunakan software matlab pada saluran transmisi maka untuk hasilnya dapat di lihat pada gambar 6.

#### B. Hasil Nilai Hambatan

Pada saluran tranmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang dengan menggunakan konduktor berjenis ACSR Zebra dimana untuk spesifikasi dapat di lihat pada tabel 3. Dengan menggunakan rumus persamaan 1 maka di peroleh hasil nilai dengan hambatan sebesar 0.079832 dimana nilai tersebut sudah mengalami faktor koreksi sebesar 2 % atau 1,02.

```
Command Window
-----STUDI ALIRAN DAYA-----
                          HAMBATAN
Nilai tahanan ACSR ZEBRA: 0.079832 ohm per km
-----
                          INDUKTANSI
Nilai GMR: 0.435851
Nilai GMD: 552.415435
-----
                          REAKTANSI
Nilai Reaktansi : 0.368664
-----
                          IMPEDANSI
Nilai R Impedansi: 0.011229
Nilai J Impedansi: 0.056428
Nilai hasil Impedansi: 0.057535 ohm
-----
                          Daya Semu
Nilai Daya Semu : 102.290224
-----
fx >>
```

Gambar 6. Hasil Studi Aliran Daya

### C. Nilai Hasil Induktansi

Jenis saluran transmisi GI Purwosari – Gi Pakis Malang merupakan jenis saluran transmisi ganda dengan menggunakan tiang jenis suspension. Untuk ukuran tiang dan jarak antar konduktor maka dapat di lihat pada gambar 3. tiang transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang. Untuk mempermudah dalam proses perhitungan maka dapat melihat konfigurasi konduktor pada gambar 4. Dengan menggunakan software matlab maka di peroleh nilai untuk GMRnya sebesar 0,435851 dan nilai GMDnya sebesar 552,415345.

### D. Nilai Hasil Reaktansi

Reaktansi induktif atau XL merupakan perlawanan terhadap arus atau tegangan yang di timbulkan oleh konduktor apabila di aliri sebuah tegangan AC (Sinusoidal). Pada penelitian ini nilai reaktansi akan berpengaruh pada nilai impedansi pada saluran GI Purwosari – Pakis Malang. Untuk menghitung nilai reaktansi (XL) maka menggunakan rumus pada persamaan (6).

Pada gambar 6. Hasil Studi Aliran Daya maka di peroleh untuk nilai reaktansinya (XL) sebesar 0,368664. Hasil tersebut di peroleh dari persamaan rumus 2.5 dengan memasukan hasil nilai GMR dan GMD saluran transmisi GI Purwosari – Pakis Malang.

### E. Nilai Hasil Impedansi

Impedansi merupakan penjumlahan dari bilangan kompleks (real + imajiner). Pada perhitungan menggunakan matlab maka pada gambar 6. di peroleh nilai untuk R impedansinya sebesar 0.01134 sedangkan untuk J adalah 0.056804. Pada saluran transmisi GI Purwosari - GI Pakis Malang merupakan saluran jarak pendek yaitu 15 kilometer, untuk saluran pendek maka nilai j pada XC diabaikan hanya mengambil nilai XL. Untuk batasan saluran Panjang transmisi adalah saluran transmisi dengan jarak pendek yaitu kurang

dari 80 km, saluran transmisi untuk jarak menengah yaitu mulai dari 80 kilometer sampai dengan 260 km dan saluran transmisi Panjang lebih dari 260 km. dari perhitungan menggunakan matlab untuk nilai impedansinya adalah sebesar 0.057535 ohm.

### F. Nilai Hasil Daya Semu

Untuk penggunaan metode algoritma genetika untuk optimasi penempatan kapasitor di perlukan beberapa parameter diantaranya adalah daya semu. Pada penelitian ini hasil dari nilai daya semu yaitu 102,290224 yang mana dapat di lihat dari hasil perhitungan pada matlab pada gambar 6. Dimana untuk rumus yang di gunakan pada program matlab tersebut menggunakan rumus (11) yaitu mencari daya semu.

### G. Hasil Penggunaan Algoritma Genetika

Metode Algoritma genetika di gunakan untuk menentukan optimasi penempatan kapasitor pada saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang. Dari penggunaan metode ini dengan menggunakan software matlab maka di peroleh hasil untuk pemasangan optimum kapasitor dapat di lihat pada gambar 7.

```
Command Window
-----ALGORITMA GENETIKA-----
kenaikan tegangan: 148.048683
jarak pemasangan: 15 km
generasi: 80
daya kapasitor: 3.191365e+04 kVAR
```

Gambar 7. Hasil Metode Algoritma Genetika

Penggunaan metode ini dilakukan dengan penempatan kapasitor pada saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang dengan pembagian ke beberapa jarak dengan menggunakan nilai random. Besar random nilai adalah 15 yang mana merupakan nilai dari Panjang saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang yaitu sepanjang 15 kilometer. Pada proses running di peroleh hasil untuk penempatan optimal kapasitor pada generasi 80. Generasi merupakan banyaknya looping jadi nilai generasi tidak tentu tergantung dengan berapa kali looping terjadi. Looping merupakan proses pencarian nilai secara berulang hingga memperoleh nilai terbaik. Untuk mencapai nilai optimal maka menggunakan fungsi objektif pada rumus (14). Pada gambar 7 di peroleh hasil nilai kenaikan tegangan yaitu dari 148,000 kV dapat di lihat pada **Tabel 1**. Tegangan awal yang di terima GI Pakis Malang naik menjadi 148,048 Kv. kenaikan tegangan tegangan ini sebesar 0,328 % dari tegangan awal. Untuk kebutuhan daya kapasitor yang di gunakan yaitu sebesar 300 MVAR.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu penggunaan metode algoritma genetika sebagai sarana optimasi penempatan kapasitor pada saluran transmisi 150 kv pada

gardu induk Purwosari – Pakis Malang maka di peroleh hasil nilai yang mana pada bagian ini mendapat beberapa kesimpulan.

Nilai kerugian daya pada saluran transmisi GI Purwosari Pakis Malang dapat di kurangi dengan cara menambahkan kapasitor bank dengan cara di jumper ke konduktor pada jarak 15 kilometer. Dimana dari haril penampahan kapasitor mendapatkan nilai perbaikan atau kenaikan tegangan sebesar 0,328% yaitu dari sebelumnya 148,000 kV menjadi 148,148 kV.

Jenis tiang transmisi akan mempengaruhi kofigurasi pada konduktor sehingga mempengaruhi hasil nilai induktansi dan reaktansi saluran . Nilai induktansi dan reaktansi akan berpengaruh juga pada impedansi saluran. Nilai impedansi saluran mempengaruhi nilai jatuh tegangan pada saluran transmisi. Selain itu dapat di simpulkan bahwa semakin panjang saluran maka nilai rugi daya juga akan semakin besar.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ghofur Barum Kosasih, “Analisa Rugi-rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150KV Pada Gardu Induk Jajar-Gondangrejo” Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, Bab 2, 2017.
- [2]. Salama Manjang, Yedi George, Ikhlas kitta, “Analysis Of Power Losses Of The 150kv Transmission Using Poynting Vector” Electrical Engineering”, Hasanuddin University Makassar, Politeknik Negeri Ujungpandang Makassar, IEEE Conference on Power Engineering and Renewable Energy, juli, 2012
- [3]. Syukri Yunus, Heru Dibyo Laksono, Putri Nidia, “Memperbaiki Tegangan dan Rugi-rugi Daya Pada Sistem Transmisi Dengan Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma Genetika”, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik , Universitas Andalas , Vol. 5, No. 2, pp. 291-296, Juli, 2016.
- [4]. Nandi Wardana, “Analisis Keandalan Komposit Pembangkit dan Transmisi (Kotigensi N-2) Sistem Tenaga Listrik” Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang, Vol. 1, No.4, pp. 301-3010, Desember, 2012.
- [5]. Adip Gutian Nigara, Yohanes Primadinoyo, “Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal Menggunakan Softwere Etap Power Stasion 4.0” Jurusan Teknik Elektro Universitas Semarang, Vol. 7, No.1, Juni, 2015.
- [6]. Mohamad Tresna Wikarsa, “Studi Analisis Program Percepatan 10.000 MW Tahap 1 Pada Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali”, Tesis Program Magister Teknik Elektro Kekhususan Tenaga Listrik, Universitas Indonesia, Bab 2, 2010.
- [7]. Jacklien Landang, Sartje Silimang, Maickel Tuegeh, “Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Jaringan Transmisi Teling-Tomohon Menggunkan Kecerdasan Buatan” E-journal Elektrodan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, UNSRAT, pp. 8-16, Manado, 2015.
- [8]. Hernawan Sujatmiko, ”Analisis Kerugian Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi 500 KV di PT.PLN (Persero) Penyaluran & Pusat dan Pengaturan Beban (P3B) Jawa Bali Regional Jawa Tengah & DIY Unit Pelayanan Transmisi Semarang” Teknik Elektro, Vol. 1, No. 1, pp. 33-52, Juni, 2009.
- [9]. Kadafi Alland, efrita Arfah Z, “Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor daya Pada Line Mess I di PT. Bumi Lamongan Sejati”, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITATS, Universitas Negeri Surabaya, pp. 29-35.
- [10]. Ryan Iriany, Agus Wahyu Widodo, Wayan Firdaus Mahmudy, “Pemanfaatan Algoritma Genetika Untuk Optimasi 0/1 Multi-Dimensional Knapsack Problem Dalam Pendistribusian Produk (Studi Kasus UD.Tosa)”, Jurnal Pengembangan Teknologi informasi dan Ilmu Komputer , Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Vol.1, No.4, pp. 257-269, April, 2017