

Peningkatan Kualitas Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Dengan Optimasi Konfigurasi

Rizky Jefry Naibaho*, Dian Yayan Sukma**

Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28291, Indonesia
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email : rizkyjefrynaibaho@gmail.com

Abstrak

Optimalitation of distribution line configuration on 20 Kv case for reconfiguration of distribution line without changed load sytem but with setting or regulate of switch in the feeder. In this case purpose is reduce losses in feeder.

In this case, did in IEEE 69 bus type distribution line analysis that consist of 1 head transformer from relay station, 73 of lines, 5 of tie lines, 69 switch and 8 lateral.

Keywords : Optimalitation, Distribution Line, Configuration.

I. PENDAHULUAN

Penambahan jumlah beban merupakan salah satu permasalahan dalam jaringan distribusi terutama pada tegangan menengah, hal tersebut dikarenakan pembagian beban-beban yang pada awalnya merata menjadi tidak merata lagi, hal ini akan berdampak langsung pada penyaluran listrik ke konsumen. Didukung lagi dengan tipe jaringan distribusi yang sering digunakan adalah konfigurasi jaringan distribusi dengan sistem radial yang memiliki kekurangan. Kondisi ini tentu tidak baik, karena pada sistem ketenagalistrikan, masalah diatas merupakan ukuran efisien atau tidak efisiennya suatu pengoperasian sistem tenaga listrik tersebut.

Tentunya banyak cara untuk mengurangi besarnya nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan distribusi salah satunya dengan mengatur *switch* yang terpasang sehingga didapatkan konfigurasi yang lebih efisien pada jaringan tegangan menengah (JTM) pada penyulang saat kondisi operasi normal terkait dengan

pertambahan beban hingga saat ini. Pada penelitian ini, penulis mencoba membahas rekonfigurasi jaringan dalam mengurangi rugi daya dengan optimalisasi konfigurasi pada jaringan distribusi menggunakan metode algoritma genetika.

Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian pada jaringan distribusi tegangan menengah standar IEEE 69 bus, dengan begitu diharapkan Tugas Akhir "Optimalisasi Konfigurasi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah dengan Metode Algoritma Genetika" ini mampu memberikan solusi serta rekomendasi yang valid terkait dengan apa yang tengah terjadi pada sistem tenaga listrik.

II. DASAR TEORI

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam sistem tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai

energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Suatu sistem distribusi menghubungkan semua beban yang terpisah satu dengan yang lain dengan saluran transmisi. Hal ini terjadi pada gardu induk (*substation*) dimana juga dilaksanakan transformasi tegangan dan fungsi-fungsi pemutusan dan penghubungan beban (*switching*).

2.1.1 Sistem Distribusi Tipe Jaringan radial

Struktur dengan sistem ini merupakan jaringan yang paling sederhana, metode pengoperasiannya mudah, hubungan langsung dari titik pengisian ke pemakai. Jaringan yang hanya mempunyai satu pasokan tenaga listrik, jika terjadi gangguan akan terjadi “*black-out*” atau padam pada bagian yang tidak dapat dipasok.

2.1.2 Jaringan Radial Dengan Tie Dan Switch Pemisah

Tipe modifikasi dari tipe radial yang membagi kelompok beberapa area beban. Di antara area-area beban ini dipasang *tie* dan *switch* pemisah, yang fungsinya sebagai penghubung pada saat diperlukan untuk mempercepat pemulihan pelayanan bagi konsumen pada saat terjadi gangguan. Dengan cara menghubungkan area terganggu ke area tidak terganggu, melewati *feeder-feeder* disekitarnya. Sedangkan beban yang *feeder* nya terganggu akan dilokalisasi agar tidak harus terjadi pemadaman total.

2.2 Aliran Daya Dan Rugi – Rugi Daya Saluran

Setelah penentuan bus, langkah selanjutnya menghitung rugi-rugi daya pada saluran. Seperti saluran dihubungkan dengan dua bus *i* dan *j*. Arus saluran I_{ij} dihitung pada bus *i* yang ditandai positif.

$$I_{ij} = I_i + I_{i0} = y_{ij}(V_i - V_j) + y_{i0}V_i$$

Begitu juga pada arus saluran I_{ji} yang diukur pada bus *j* dan ditandai positif dalam arah *i* menuju *j* yang ditunjukkan oleh :

$$I_{ji} = I_j + I_{j0} = y_{ji}(V_j - V_i) + y_{j0}V_j$$

Daya kompleks S_{ij} dari bus *i* sampai *j* dan S_{ji} sampai *i* adalah :

$$S_{ij} = V_i I_{ij}^* = V_i(V_i^* - V_j^*)y_{ij}^* + V_i V_i^* y_{i0}^*$$

$$S_{ji} = V_j I_{ji}^* = V_j(V_j^* - V_i^*)y_{ji}^* + V_j V_j^* y_{j0}^*$$

Rugi-rugi daya pada saluran *i-j* merupakan jumlah aljabar dari aliran daya yaitu :

$$SL_{ji} = S_{ij} + S_{ji}$$

2.3 Algoritma Genetika

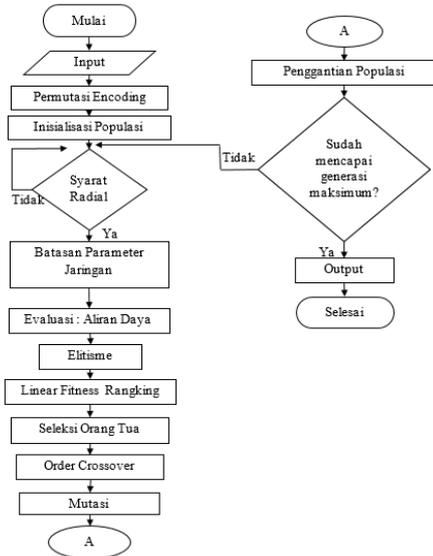
Algoritma genetika menggunakan sebuah kata yang dipinjam dari genetika alam. Di sini kita akan berbicara mengenai individu (genotip, struktur) dalam sebuah populasi. Individu-individu itu disebut benang-benang yang tersusun menjadi kromosom-kromosom.

Masing-masing genotip atau kromosom tunggal akan mempresentasikan sebuah solusi dari sebuah masalah. Sebuah evolusi terjadi pada sebuah populasi kromosom yang terhubung ke sebuah pelacakan memerlukan sebuah keseimbangan 2 objektif, yaitu memproses solusi terbaik dan menggali ruang pelacakan. Pelacakan acak adalah salah satu contoh dari sebuah strategi yang menggali ruang pelacakan yang mengabaikan penggalan daerah yang diijinkan. Algoritma genetika adalah sebuah metode pelacakan yang mengutamakan keseimbangan antara penggalan dan pelacakan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kriteria Terminasi Program

Kriteria terminasi yang dipakai pada program ini adalah kalau generasi sudah mencapai generasi maksimum maka proses algoritma genetika akan segera berhenti.



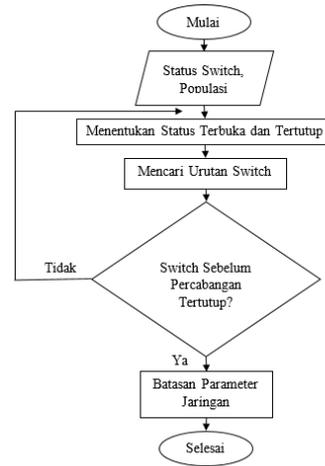
Gambar 3.1 Flowchart Optimalisasi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah menggunakan Algoritma genetika

3.2 Inisialisasi Switch dan Populasi

Masukkan untuk fungsi ini adalah $UkPop$ (Ukuran populasi atau jumlah kromosom dalam satu populasi) dan $JumGen$ (Jumlah gen dalam satu populasi yang menyatakan jumlah switch).

3.3 Syarat Radial

Agar jaringan distribusi yang dimodifikasi tidak berubah dari konfigurasi yaitu konfigurasi jaringan radial, maka perlu dibuat suatu persyaratan agar jaringan yang dianalisis adalah jaringan distribusi radial tidak membentuk lintasan tertutup.



Gambar 3.2 Flowchart Syarat Radial

3.4 Evaluasi

Pada bagian evaluasi ini terdiri dari beberapa proses yang saling terkait, yaitu :

1. Perhitungan Aliran Daya dengan metode *Newton Raphson*.
2. Perhitungan nilai masing-masing fungsi objektif
3. Penentuan faktor pembebanan (*Weighting factor*).
4. Perhitungan nilai fungsi *Fitness*.

3.5 Elitisme

Dalam kasus ini, jika ukuran populasi ganjil dibuat salinannya satu, sedangkan bila ukuran populasi genap dibuat salinan sebanyak dua buah kromosom terbaik.

3.6 Linear Fitness Ranking

Untuk menghindari kecenderungan konvergen pada optimum lokal, maka digunakan penskalaan nilai fitness. sehingga diperoleh nilai fitness baru yang lebih baik, yaitu yang memiliki variansi tinggi.

3.7 Mutasi



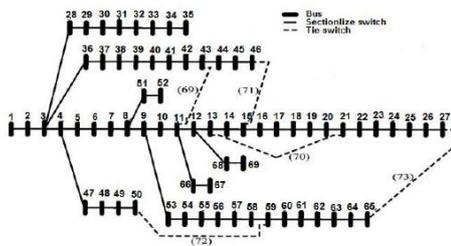
Gambar 3.8 Flowchart Elitisme

Gambar 3.3 Flowchart Mutasi

3.8 Pergantian Populasi

Setelah melewati proses mutasi maka dilakukan proses pergantian populasi dengan populasi yang baru membentuk generasi berikutnya.

IV. SIMULASI DAN HASIL



Gambar 4.1 Jaringan Distribusi IEEE 69 Bus Radial Test

Penelitian dilakukan pada konfigurasi jaringan distribusi IEEE 69 bus yang terdiri dari 1 trafo utama dari gardu induk, 73 saluran, 5 tie lines, 69 switch dan 8 saluran lateral.

Tabel 4.1 Parameter Jaringan Saat Beban Setimbang Pada Jaringan Test IEEE 69

Parameter Jaringan	Nilai
Total Rugi Saluran (kW)	0,0058
Jatuh Tegangan Rata-Rata (%)	2,3274

Dengan batasan masalah :

1. Untuk menghitung nilai tegangan dan daya kompleks :

Dasar MVA = 100 MVA

Dasar kV = 20 kV

Iterasi maksimum = 10 iterasi

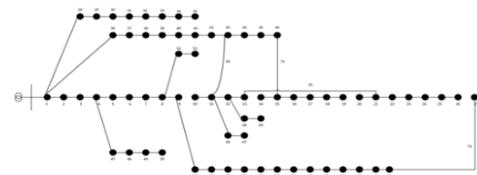
Akurasi perhitungan tegangan = 0,001

2. Untuk batasan parameter saluran :
Jatuh tegangan maksimum = 5 %
3. Untuk batasan parameter algoritma genetika :
Populasi = 100
Generasi Maksimum = 40
Probabilitas Mutasi = 0.05
Probabilitas Pindah Silang = 0.8

Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dalam pembagian 3 kasus yaitu:

- Kasus 1 Optimalisasi Konfigurasi Dengan Minimalisasi Total Rugi Saluran

Pada kasus 1, didapatkan konfigurasi yang paling baik dari 10 percobaan, yaitu :



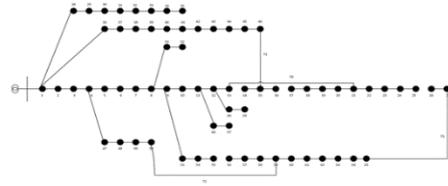
Gambar 4.2 Konfigurasi Baru IEEE 69 Bus Dengan 2

Pada kasus 1 dimaksudkan bahwa konfigurasi yang dicari dengan nilai faktor pembebanan yaitu 100 % dari fungsi minimalisasi total rugi saluran.

Dari faktor pembebanan diatas maka didapatkan konfigurasi baru dengan switch yang menutup adalah switch 69,70,71 dan 73, sedangkan switch yang membuka adalah switch 9,13,19 dan 26.

Tabel 4.2 Parameter Konfigurasi Baru IEEE 69 Bus Dengan Kasus 1

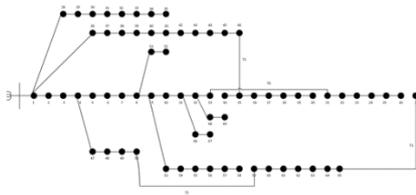
Parameter Jaringan	Nilai
Total Rugi Saluran (kW)	0,0033
Jatuh Tegangan Rata-rata (%)	1,8008



Gambar 4.2 Konfigurasi Baru IEEE 69 Bus Dengan Kasus 1 Pada Percobaan 2

- **Kasus 2 Optimalisasi Konfigurasi Dengan Minimalisasi Jatuh Tegangan**

Pada kasus 2, didapatkan konfigurasi yang paling baik dari 10 percobaan, yaitu :



Gambar 4.2 Konfigurasi Baru IEEE 69 Bus Dengan Kasus 2

Pada kasus 2 dimaksudkan bahwa konfigurasi yang dicari dengan nilai faktor pembebanan yaitu 100 % dari fungsi rata-rata jatuh tegangan.

Dari faktor pembebanan diatas maka didapatkan konfigurasi baru dengan *switch* yang menutup adalah *switch* 70,71,72 dan 73, sedangkan *switch* yang membuka adalah *switch* 13,20,26 dan 58.

Tabel 3 Parameter Konfigurasi Baru IEEE 69 Bus Dengan Kasus 2

Parameter Jaringan	Nilai
Total Rugi Saluran (kW)	0,0055
Jatuh Tegangan Rata-rata (%)	1,2152

- **Kasus 3 Optimalisasi Konfigurasi Dengan Minimalisasi Total Rugi Saluran dan Jatuh tegangan**

Pada kasus 3, didapatkan konfigurasi yang paling baik dari 10 percobaan, yaitu :

Pada kasus 3 dimaksudkan bahwa konfigurasi yang dicari dengan nilai faktor pembebanan yaitu 50 % dari fungsi minimalisasi total rugi saluran, 50 % dari fungsi rata-rata jatuh tegangan.

Dari faktor pembebanan diatas maka didapatkan konfigurasi baru dengan *switch* yang menutup adalah *switch* 70,71,72 dan 73, sedangkan *switch* yang membuka adalah *switch* 13,16,25 dan 55.

Tabel 4.4 Parameter Konfigurasi Baru IEEE 69 Bus Dengan Kasus 3

Parameter Jaringan	Nilai
Total Rugi Saluran (kW)	0,0022
Jatuh Tegangan Rata-rata (%)	1,1108

Dari ketiga kasus yang digunakan penulis untuk melakukan optimalisasi konfigurasi sistem jaringan distribusi standar IEEE tipe 69 bus, telah mendapatkan 30 rekonfigurasi baru dari konfigurasi semula, hampir semua rekonfigurasi baru menunjukkan hasil yang lebih baik.

V.PENUTUP

Kesimpulan

1. Pengujian dilakukan dengan memakai ukuran populasi 100 dengan generasi maksimum 40, probabilitas pindah silang 0,8 dan probabilitas mutasi 0,05 serta batasan maksimal jatuh tegangan sebesar 5 % dapat digunakan sebagai salah satu solusi dalam analisis optimalisasi konfigurasi jaringan distribusi tegangan menengah untuk mengurangi rugi-

- rugi daya dan jatuh tegangan pada jaringan.
2. Hasil penelitian menunjukkan perubahan yang baik setelah dilakukan optimalisasi pada konfigurasi jaringan distribusi standar IEEE 69 bus, yakni :
 - Nilai objektif dipengaruhi oleh jumlah populasi yang menunjukkan bahwa semakin besar nilai populasi maka nilai objektif yang diharapkan akan semakin minimal.
 - Total rugi saluran yang mengalami perubahan paling besar terjadi pada semua pola beban dengan konfigurasi yang dihasilkan pada kasus 1 percobaan 2 dengan total rugi saluran sebesar 0,0033 kW atau mengalami perbaikan sebesar 43,68 %.
 - Jatuh tegangan rata-rata minimal pada pada kasus 4 percobaan 2 dengan jatuh tegangan sebesar 1,2002 % atau mengalami perbaikan sebesar 48,3 %.
 3. Berdasarkan data yang didapatkan menunjukkan bahwa optimalisasi konfigurasi jaringan distribusi pada IEEE 69 bus berhasil memperbaiki parameter jaringan distribusi dengan metode algoritma genetika.

Saran

1. Perlu dilakukan dengan metode lain seperti metode syaraf tiruan, logika fuzzy dan lain-lain.
2. Konfigurasi yang dibahas perlu dilakukan tidak hanya sebatas pada standar bus IEEE, melainkan perlu dilakukan konfigurasi pada jaringan distribusi lain. Dan perlu melakukan pengembangan lebih

- lanjut pada program jika ingin melakukan konfigurasi lain.
3. Pada penelitian ini, dilakukan optimalisasi jaringan distribusi dengan jenis radial, maka perlu ada pengembangan dengan jenis-jenis jaringan distribusi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adri Senen, d. (2012). Studi Rekonfigurasi Jaringan Sistem Distribusi Untuk Mereduksi Rugi-Rugi Daya Aktif. 7.
- Fachri, M. (2011). *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Untuk Meningkatkan Indeks Keandalan Dengan Mengurangi Rugi Daya Nyata Pada Sistem Distribusi Surabaya*. Surabaya.
- I Nyoman Budiastira, d. (2006). Optimasi Jaringan Distribusi Sekunder Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya Menggunakan Algoritma Genetika. 6.
- Muhammad FayyadI, d. (2006). Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik dengan Metode Algoritma Genetika. 7.
- PLN, P. (2010). *Kriteria Disain Enjineriing Kontruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta.
- Subarkah, S. a. (2013). *Analisa dan Simulasi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Kota Bengkulu Berbasis Algoritma Genetika*. Bengkulu.
- Suswanto, D. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Padang.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Getika Dalam Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset.