

## **ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI KELISTRIKAN DENGAN METODE FUZZY – GA**

*Abdul Azis,*

Staf Pengajar Universitas Muhamadiyah Sumatra Utara

*Dicky Apdilah,*

Staff Pengajar Amik INTEL Com GLOBAL INDO.dicky@nusa.net.id

### **ABSTRACT**

Emergency restoration of service is a step in the distribution system to maintain continuity of power outages in the area due to the interference by network reconfiguration. So the network can menyelesaikan meregekonfigurasi interference problems that occur in the network.

By considering the economic and security terms, service recovery procedures defined by some objective function of optimization constraints. However, the value - the value of the security remains a priority of the safety of some of the objects to be protected.

Combination fuzzy-GA method will solve this problem. The simulation results of a sample of the distribution system network will demonstrate the effectiveness of the algorithm can solve permasalahan ini. Sehingga electricity that has been happening, minimal can reduce the problems due to optimization in the field very far from the theoretical and field data.

***Keywords: distribution network, reconfiguration and fuzzy-GA***

### **1. Pendahuluan**

Kecepatan pemulihan pelayanan untuk menyuplai pelanggan dan kecepatan untuk kembali ke kondisi operasi normal merupakan hal yang perlu diperhatikan jika sistem mengalami gangguan. Banyaknya alternatif konfigurasi baru yang mungkin dibuat, akan mempersulit operator dalam menentukan pilihan konfigurasi yang tepat. Oleh karena itu

diperlukan suatu metode agar didapatkan konfigurasi dengan memperhatikan segi ekonomis dan keamanan.

Banyaknya alternatif konfigurasi baru yang mungkin dibuat, akan mempersulit operator dalam menentukan pilihan konfigurasi yang tepat. Oleh karena itu diperlukan suatu metode agar didapatkan

konfigurasi dengan memperhatikan segi ekonomis dan keamanan.

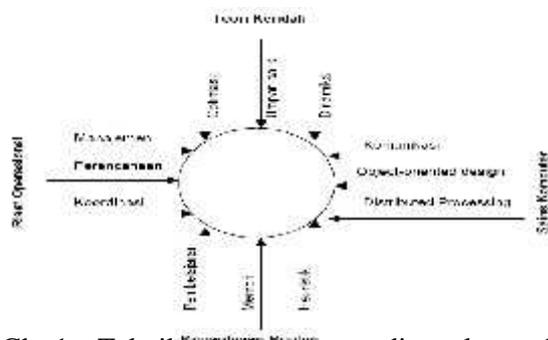
Genetic algorithm digunakan untuk meminimasi out of service area dengan beberapa batasan optimasi fungsi obyektif yang telah dimodelkan ke dalam fuzzy. Diharapkan dengan metode ini akan didapatkan konfigurasi baru yang optimal yang memenuhi dai kelima kreteria tersebut di atas, serta feasible dalam hal pengoperasiannya.

## 2. Tinjauan Kajian

### 2.1. Komputasi Cerdas

Kendali cerdas dibutuhkan untuk suatu sistem yang kompleks, tak linier, fungsi waktu, stokastik dan sukar didefinisikan (ill-defined).

Kendali cerdas tidak didefinisikan dalam bentuk algoritma yang spesifik meskipun kadang-kadang ada peneliti yang sering mengklaim demikian, melainkan teknik ini menggunakan metode yang dapat merasakan (sense) dan menalar (reason) lingkungannya tanpa pengetahuan yang rinci, dan melakukan kendali secara flexible, adaptif dan kokoh (robust). Di bidang teknik kendali aplikasi teknik optimasi ini telah banyak diaplikasikan.



Gbr.1. Teknik-teknik yang digunakan di kendali cerdas.

Titik persoalan dari kendali cerdas adalah sebagaimana teknik kendali yang lain yaitu pembuatan model dari proses. Tetapi banyak sekali proses yang kompleks yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk matematika yang diturunkan dari hukum-hukum dasar, karena prosesnya bisa jadi :

- Terlalu kompleks untuk dimengerti.
- Modelnya terlalu mahal atau sulit dievaluasi
- Pada prosesnya terjadi gangguan dari lingkungan yang besar dan tidak dapat diprediksi.
- Proses mungkin saja terdistribusi tidak merata (artinya variable fisiknya tergantung posisi dan waktu), tak linier,

tidak lengkap, stokastik sehingga tidak dapat dimodelkan dengan persamaan diferensial linier.

Memang hal itu seringkali dapat ditangani oleh operator yang handal, karena operator tersebut mampu menangani ketidaklinieran proses, parameter yang secara perlahan berubah sekaligus mampu memecahkan kendala static maupun dinamik.

Operator manusia mampu menanggapi sekumpulan data-data pengamatan yang bercampur noise. Kecerdasan operator inilah yang kemudian menjadi titik perhatian peneliti kendali cerdas, bagaimana agar dapat dicari suatu teknik yang mampu menirukan kemampuan operator ini dinyatakan dalam bentuk algoritma maupun teknik - teknik cerdas.

### 2.1.2. Logika Fuzzy

Menangkap kemampuan dan kecerdasan manusia sering kali merupakan cara yang sangat bermanfaat untuk membuat program komputer yang dapat menangani permasalahan nyata yang sering kali rumit.

Karena itu dibutuhkan peralatan matematika yang memungkinkan kata ataupun kalimat yang bersifat fuzzy itu agar dapat dinyatakan dengan pasti. Banyak pengambilan keputusan di dunia ini terjadi pada lingkungan dimana tujuan, kendala dan konsekuensi kemungkinan aksi-aksinya tidak diketahui secara pasti.

### 2.1.3. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf merupakan jaringan neuron, synapses, axons, dan dendrites yang sangat kompleks. Paling tidak ada  $2 \times 10^{10}$  neurons, yang masing-masing memiliki 10.000 synapses yang tersebar pada masing-masing pohon dendrites yang memiliki synapses di axon dari satu neuron sebesar 10.000 juga.

Pemodelan struktur ini secara rinci tentu saja akan merupakan sesuatu yang sangat tidak mungkin, tetapi untungnya untuk keperluan rekayasa tidak diperlukan sebanyak itu. tetapi untungnya untuk keperluan rekayasa tidak diperlukan sebanyak itu.

Maka kemudian banyak peneliti yang mengembangkan arsitektur-arsitektur yang lebih sederhana, dengan tetap memakai prinsip jaringan syaraf, tetapi mampu memecahkan persoalan yang cukup rumit.

#### 2.1.4. Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan teknik optimasi yang ditiru dari proses evolusi makhluk hidup. Semula ini merupakan hasil samping dari suatu kerjasama penelitian antara ahli biologi dengan ahli computer.

Hasil dari teknik algoritma genetika bukanlah global optimum yaitu optimum untuk semua daerah pencarian tetapi tidak mudah terperangkap pada local optimum yaitu optimum untuk hanya daerah tertentu.

### 3. Proses GA

Berikut ini akan dijelaskan dengan agak lebih rinci bagaimana proses GA yang diilhami oleh proses evolusi.

#### A. Pengkodean

Langkah pertama kali yang dilakukan dalam penggunaan GA adalah melakukan pengkodean terhadap permasalahan yang diselesaikan. Pada algoritma ini dalam mengasumsikan sebuah solusi untuk sebuah solusi untuk sebuah persoalan dimungkinkan dengan mewakili satu set parameter.

Parameter-parameter ini dinamakan gen berisi nilai-nilai/allele (representasi) yang bersatu membentuk string (kromosom). Selanjutnya beberapa kromosom yang sejenis berkumpul membentuk populasi. Dari sebuah populasi inilah GA memulai untuk melakukan pencarian.

Dalam proses GA representasi kromosom dibutuhkan untuk menggambarannya dalam sebuah populasi. Representasi itu nantinya akan menentukan bagaimana permasalahan disusun dalam proses GA dan menentukan juga operator genetik yang digunakan. Kromosom terdiri dari beberapa gen yang dapat direpresentasikan berupa bilangan biner, bilangan bulat, integer, atau bahkan dengan simbol huruf A, B, C.

Sebagai contoh untuk pengkodean jika kita mempunyai masalah yaitu mencari maksimum sebuah fungsi dari 3 variabel  $F(x,y,z)$  dan akan menampilkan masing-masing variable dengan 6 bit. Dari contoh ini kita melakukan pengkodean dengan membentuk kromosom yang terdiri-dari 3 gen, yang masing-masing gen terdiri dari 6 bit, sehingga sebuah kromosom terdiri dari 18 bit.

Suatu hal yang mendasar dalam proses GA ada dua daerah yaitu daerah pengkodean dan daerah solusi. Operasi genetika (crossover dan mutasi) bekerja pada daerah pengkodean,

sedang proses evaluasi dan proses seleksi bekerja pada daerah solusi.

Dalam representasi non biner, ada dua hal yang perlu diperhatikan untuk pengkodean baik dalam phenotype dan genotype, yaitu :

1. Feasibilitas dan legalitas dari sebuah kromosom
2. Pemetaan

Feasibilitas mempertanyakan apakah sebuah solusi yang direpresentasikan terletak dalam daerah yang feasible dari domain permasalahan. Legalitas merujuk pada kenyataan apakah sebuah kromosom benar-benar merepresentasikan sebuah solusi dari domain permasalahan. Infeasibilitas kromosom menghilangkan kealamian batasan-batasan dalam permasalahan optimasi. Semua metode konvensional atau GA harus memegang batasan ini.

Untuk beberapa permasalahan optimasi, daerah yang mungkin dapat direpresentasikan dengan sebuah sistem equalities atau non equalities (linier atau non linier). Untuk beberapa kasus, metode pinalti telah diajukan untuk mengatasi kromosom yang tidak mungkin. Dalam permasalahan optimasi, nilai optimum secara tipikal akan berada di wilayah antara daerah yang mungkin ataupun yang tidak mungkin. Penerapan metode pinalti akan mengeksploitasi pencarian GA pada nilai optimum di dua daerah tersebut.

Kromosom-kromosom yang tidak legal menghilangkan kealamian dari teknik encoding. Untuk beberapa permasalahan kombinatorial, beberapa cara digunakan untuk menghindari keturunan yang tidak legal, karena keturunan yang tidak legal tidak dapat mewakili sebuah solusi, dalam artian kromosom tersebut tidak dapat dievaluasi. Salah satu cara misalnya PMX operator. Metode ini digunakan untuk mencegah dihasilkannya kromosom yang tidak mungkin dan tidak legal. Pemetaan dari kromosom-kromosom ke solusi memungkinkan satu dari tiga kasus ini terjadi :

- Pemetaan 1 ke 1
- Pemetaan n ke 1
- Pemetaan 1 ke n

Pemetaan 1 ke 1 merupakan pemetaan yang terbaik, karena dari pemetaan ini satu kromosom dapat dipasangkan dengan satu solusi. Pada pemetaan n ke 1, sejumlah n kromosom mewakili satu solusi yang sama. Sedangkan pemetaan 1 ke n merealisasikan satu kromosom dengan beberapa solusi, yang

mana menyebabkan ketidakjelasan solusi mana sebenarnya yang dirujuk.

**B. Fungsi Evaluasi (Fungsi Kebugaran-Fitness)**

Disamping representasi, fungsi evaluasi juga merupakan masalah yang penting dalam GA. Fungsi evaluasi yang baik harus mampu memberikan nilai fitness yang sesuai dengan kinerja kromosom.

Pada permulaan optimasi, biasanya nilai fitness masing-masing individu masih mempunyai rentang yang lebar. Seiring dengan bertambahnya generasi beberapa kromosom mendominasi populasi dan mengakibatkan rentang nilai fitness semakin kecil. Hal ini dapat mengakibatkan konverensi dini (premature convergen).

Problem klasik dalam GA adalah beberapa kromosom dengan nilai fitness yang tinggi tetapi bukan nilai optimum mendominasi populasi dan mengakibatkan GA konvergen pada local optima. Ketika populasi konvergen, kemampuan GA untuk mencari solusi yang lebih baik hilang. Tukar silang antara kromosom yang hampir identik menghasilkan offspring yang identik.

Dalam kondisi ini hanya operasi mutasi yang mampu menghasilkan kromosom yang relative baru dan merupakan cara untuk menghindarkan kromosom yang super mendominasi populasi.

**C. Seleksi**

Seleksi merupakan proses yang bertanggung jawab atas pemilihan kromosom dalam proses reproduksi. Ada 3 hal yang harus diperhatikan dalam proses seleksi :

1. Daerah sampling
2. Mekanisme seleksi
3. Probabilitas seleksi

Poses seleksi menghasilkan generasi selanjutnya. Kromosom-kromosom pada generasi selanjutnya mungkin berasal dari semua induk dan semua keturunan atau sebagian dari keduanya. Persoalan asal kromosom ini disebut dengan persoalan daerah sampling. Mekanisme sampling menjawab permasalahan pemilihan kromosom dari daerah sampling. Ada 3 pendekatan umum yang digunakan :

1. Sampling stokastik
2. Sampling Deterministik
3. Sampling campuran

Pada pendekatan stokastik, tiap kromosom dipilih berdasarkan kemungkinannya untuk mempertahankan hidup. Salah satu metode yang paling dikenal dari sampling stokastik adalah seleksi berdasarkan roulette wheel. Sampling deterministik, pendekatan ini memilih kromosom terbaik dari daerah sampling contohnya metode seleksi elitism. Sampling campuran menggabungkan pendekatan sampling stokastik dengan sampling deterministik. contohnya adalah seleksi turnamen.

Pada pendekatan sampling stokastik, probabilitas seleksi dari kromosom dihitung berdasarkan nilai fitnessnya. Pendekatan ini memungkinkan beberapa kromosom yang super mendominasi proses seleksi. Individu yang memiliki tingkat fitness yang tertinggi akan memperoleh banyak kesempatan untuk terpilih. Sebuah individu dalam populasi dapat terpilih lebih dari satu kali untuk memperoleh kesempatan terpilih sebagai individu yang berhak melakukan reproduksi agar diperoleh generasi baru. Ada beberapa model proses seleksi antara lain : roulette wheel selection, scaling techniques, tournament, elitist models, dan ranking method.

Roulette wheel merupakan contoh proses seleksi yang menggunakan teknik stokastik dibangun oleh Holland tahun 1975 dan merupakan metode seleksi yang pertama. Probabilitas setiap individu  $P_i$  didefinisikan :

$$P_i = \frac{F_i}{\sum_{j=1}^{pop\_size} F_j} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan  $F_i$  merupakan fitness untuk individu  $i$ . Untuk lebih jelasnya langkah-langkah penyeleksian sebagai berikut :

- Hitung fungsi kebugaran untuk masing-masing kromosom ( $F_i$ )
- Hitung total kebugaran dari populasi tersebut. ( $F_{total}$ )

$$F_{total} = \sum_{i=1}^{pop\_size} F_i \dots \dots \dots (2.2)$$

$i = 1,2,3 \dots \dots, pop\_size$

- Hitung probabilitas ( $P_i$ ) untuk masing-masing individu.
- Hitung komulatif probabilitas  $q_i$  untuk masing-masing individu.

$$q_i = \sum_{j=1}^i P_j$$

.....(2.3

Proses seleksi didasarkan atas pemutaran roulette wheel sebanyak pop\_size kali, setiap kali dipilih kromosom tunggal sebagai populasi baru, dengan cara sebagai berikut :

- Bangkitkan bilangan acak (float) r untuk rentang [0 ... 1].
- Bila  $r < q_1$  maka pilih kromosom pertama, bila tidak pilih kromosom ke- $i$ , sedemikian rupa sehingga  $q_{i-1} < r \leq q_i$

Tentu saja akan ada kromosom yang akan terpilih lebih dari sekali, hal ini sesuai dengan teorema skema yang telah dijelaskan di atas, kromosom terbaik akan mampu berkembang biak lebih dari sekali, yang kemampuannya rata-rata bisa diharapkan mampu lebih kurang sekali saja, sedangkan yang terjelek akan mati.

Rangking method hanya membutuhkan fungsi evaluasi untuk mencari solusi secara parsial, yaitu untuk hasil yang minim. Probabilitas rangking method dilambangkan  $P_i$  dengan  $I$  merupakan rangking solusi jika semua solusi di seleksi. Normalisasi geometrik rangking didefinisikan  $P_i$  untuk setiap individu dengan :

Dengan,  $q$  = probabilitas seleksi untuk individu terbaik<sup>-1</sup>  
 $r$  = rangking individu dimana  $1$  adalah yang terbaik.

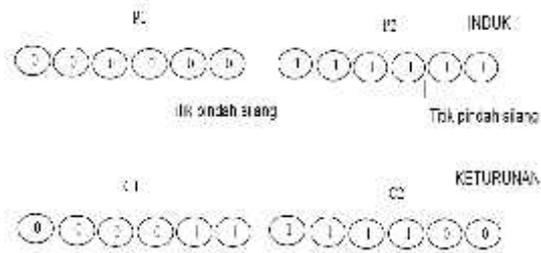
$P$  = population size

$$q^i = \frac{q}{1 - (1 - q)^P}$$

**D. Crossover**

Crossover adalah operator genetic yang utama. Operator ini bekerja dengan mengambil dua individu dan memotong string kromosom mereka pada posisi yang terpilih secara acak, untuk memproduksi dua segment head dan dua segment tail. Sebagai contoh adalah jika kita mengambil induk yang direpresentasikan dengan 5 dimensi vector  $(a_1, b_1, c_1, d_1, e_1)$  dan  $(a_2, b_1, c_2, d_2, e_2)$  kemudian dilakukan crossing pada posisi ketiga kromosom-kromosomnya sehingga didapat keturunan  $(a_1, b_1, c_2, d_2, e_2)$  dan  $(a_2, b_2, c_1, d_1, e_1)$ . Operasi ini tidak selalu dilakukan pada semua individu yang ada. Individu dipilih secara acak untuk dilakukan crossing dengan  $P_c$  antara 0,6 s/d 0,95. Jika

crossover tidak dilakukan, maka nilai dari induk akan diturunkan kepada keturunan.



Gb. 2. Ilustrasi operasi crossover

Contoh proses crossover misalkan probabilitas crossover di set pada 0,6. Untuk pasangan pertama dibangkitkan bilangan acak dan menghasilkan 0,5 maka pasangan tersebut akan mengalami proses crossover. Sedangkan pasangan kedua tidak mengalami proses crossover karena bilangan acak yang dibangkitkan 0,9 sebab  $0,9 > 0,6$ . Untuk penentuan titik perpisahan yaitu gen ke berapa yang akan mengalami crossover, maka dibangkitkan bilangan acak cacah sebanyak jumlah gen. Misal jumlah gen 22. bilangan yang dibangkitkan adalah 5, artinya titik perpisahan itu dipilih setelah gen ke 5, yaitu :  
 00000)01110000000010000  
 11100)00000111111000101  
 sehingga akan dihasilkan keturunan :  
 00000)00000111111000101  
 11100)01110000000010000  
 Diharapkan dengan adanya proses crossover ini nilai fitnessnya dapat meningkat.

**E. Mutasi**

Operator mutasi digunakan untuk melakukan modifikasi satu atau lebih nilai gen dalam individu yang sama. Mutasi memastikan bahwa probabilitas untuk pencarian pada daerah tertentu dalam persoalan tidak akan pernah nol dan mencegah kehilangan total meteri genetic setelah pemilihan dan penghapusan. Mutasi ini bukanlah operator genetic yang utama , yang dilakukan secara acak pada gen dengan kemungkinan yang kecil ( $P_m$  sekitar 0,001).

Misalkan probabilitas mutasi 0,02, untuk menentukan kromosom mana yang mengalami mutasi, maka perlu dibangkitkan bilangan acak  $r$  [0...1]. Bila  $r <$  probabilitas mutasinya, maka dilakukan proses mutasi, sedangkan bila tidak maka tidak perlu dilakukan mutasi. Misalkan telah dilakukan pembangkitan bilangan acak diperoleh :  
 0.010421 0.432098 0.308953 0.908767

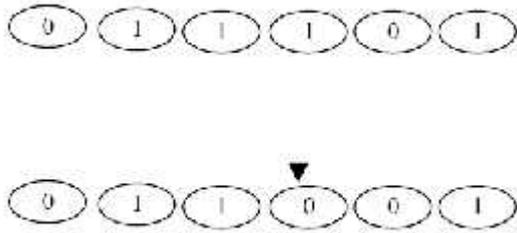


Maka yang akan mengalami proses mutasi hanyalah individu pertama saja karena  $0.010421 < 0.02$ . Untuk menentukan gen mana yang mengalami mutasi, maka dibangkitkan bilangan acak cacah sebanyak jumlah gen 22. Misalkan bilangan acak yang dibangkitkan adalah 22, maka :

1000101110110101000111

1000101110110101000110

Dengan demikian diharapkan fungsi kebugarannya meningkat.



Gb. 3. Ilustrasi operasi mutasi

#### 4. Keandalan Sistem Distribusi

Dilihat dari fungsi tegangannya, jaringan distribusi dibedakan atas jaringan distribusi primer dan sekunder. Jaringan distribusi primer adalah jaringan dari trafo gardu induk (GI) ke gardu distribusi, sedangkan distribusi sekunder adalah jaringan saluran dari trafo gardu distribusi hingga konsumen atau beban. Jaringan distribusi primer lebih dikenal dengan jaringan tegangan menengah (JTM-20kV) sedangkan didistribusi sekunder adalah jaringan tegangan rendah (JTR-220/380 kV).

Pada prinsipnya konstruksi jaringan distribusi dapat dibedakan atas dua jenis yaitu jaringan saluran udara dan bawah tanah. Pembangunan, pemeliharaan dan perbaikan jaringan udara lebih mudah dan lebih murah dibandingkan jaringan bawah tanah. Tetapi dari aspek keindahan, dan kenyamanan lingkungan system bawah tanah lebih baik dan lebih sesuai, terutama di kota-kota besar di lokasi yang padat penduduk dan padat lalu-lintas. Saluran jaringan bawah tanah mempunyai masalah yang lebih kompleks daripada jaringan udara, antara lain sangat diperlukan koordinasi dengan jaringan saluran gas, air dan telepon.

Ditinjau dari keandalannya, jaringan distribusi dapat dibedakan atas tiga system, yaitu :

##### 1. Sistem Radial

Struktur dengan system ini merupakan jaringan yang paling sederhana, metode

pengoperasiannya mudah, hubungan langsung dari titik pengisian ke pemakai. Ciri-ciri system jaringan ini :

- a. Bentuk sederhana, mudah pelaksanaannya, system paling murah.
- b. Pengoperasian dan perawatan mudah.
- c. Karena feeder sekunder pendek pengaturan tegangan lebih mudah dilakukan.
- d. Aliran pada jaringan berasal hanya dari satu arah sumber pengisian.
- e. Bila feeder utama terganggu, feeder cabangpun terganggu, maka keandalan rendah.

#### 2. Sistem gelang atau loop

Pada system ini terdapat dua sumber dan arah pengisian yang satu dapat sebagai cadangan, sehingga keandalan cukup tinggi, banyak dipakai pada jaringan umum dan industri. Jika terjadi gangguan atau pekerjaan pada salah satu jaringan, penyaluran tidak terputus karena mempergunakan sumber pengisian cadangan atau arah yang lain.

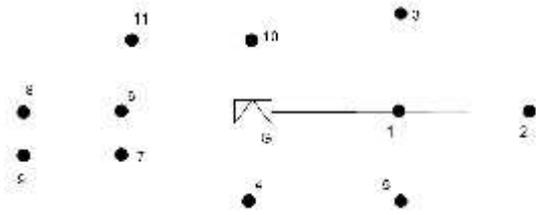
#### 3. Sistem mata jala

Sistem ini hampir sama dengan system loop dan biasanya dalam penerapan sering kali dipadukan dengan system loop.

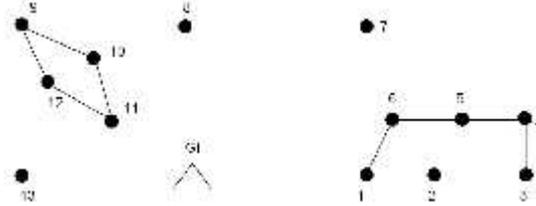
#### 4. Sistem spindle

Pada dasarnya struktur spindle merupakan struktur radial. spindle adalah kelompok kumparan yang pola jaringannya ditandai dengan cirri adanya sejumlah feeder yang keluar dari gardu induk, ke arah suatu titik temu yang disebut gardu hubung. Kumpulan kabel dalam satu spindle dimaksudkan untuk menyalurkan energi ke suatu daerah konsumen, yang terdiri-dari maksimum enam buah kabel kerja. Di sepanjang kabel inilah gardu distribusi ditempatkan dengan satu buah kabel cadangan.

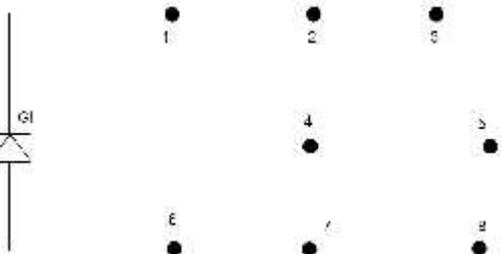
Kabel cadangan ini dikenal dengan sebutan express feeder. Kabel cadangan ditujukan untuk menormalkan kembali penyaluran energi listrik ke seluruh bagian penyulang yang mengalami gangguan setelah bagian yang terganggu diketahui dan dipishkan terhadap jaringan yang tengah beroperasi. Sistem jaringan spindle inilah yang memiliki keandalan tertinggi.



Gb. 4. Sistem Jaringan Radial



Gb. 5. Sistem Jaringan Loop dan Jala



Gb.6. Sistem Jaringan Radial dan Spindel

Suatu instalasi yang baku yang sebelumnya belum pernah mengalami keadaan seperti operasional, maka pada permulaan operasinya selalu ada resiko timbulnya kegagalan atau kerusakan yang disebabkan hal-hal yang tidak terduga. Instalasi baru sering sering merupakan sumber gangguan dalam sistem operasi.

Istilah keandalan menggambarkan keamanan system penghindaran dari gangguan-gangguan yang menyebabkan sebagian besar pemadaman system distribusi adalah akibat alam (petir, angin, hujan, binatang) dan sebagian lagi adalah kerusakan material atau peralatan.

Keandalan adalah penampilan unjuk kerja suatu peralatan atau sistem sesuai dengan fungsinya dalam periode waktu dan kondisi operasi tertentu.

Terdapat empat faktor yang penting dalam keandalan tersebut yaitu :

1. Probabilitas

Probabilitas adalah suatu nilai yang menyatakan berapa kali suatu kejadian kemungkinan akan terjadi dari sejumlah operasi tertentu yang dilakukan terhadap suatu peralatan.

2. Unjuk kerja

Unjuk kerja adalah penampilan yang menyatakan peralatan atau sistem bekerja secara memuaskan.

3. Periode waktu

Yaitu faktor yang menyatakan ukuran dari periode waktu yang digunakan di dalam pengukuran probabilitas. Bila tidak terdapat periode waktu ini maka nilai keandalan tidak dapat diperoleh secara akurat.

4. Pengoperasian

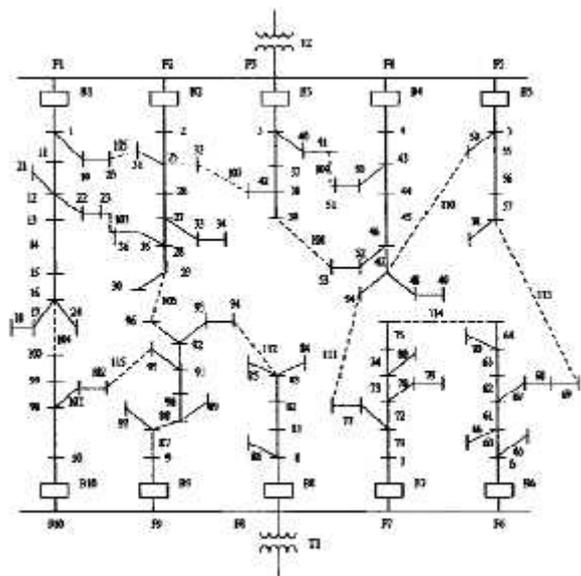
Faktor ini menyatakan pada kondisi bagaimana percobaan dilakukan untuk mendapatkan angka keandalan, kondisi yang dimaksud misalnya: lingkungan, suhu, guncangan, dan sebagainya.

Faktor ini menyatakan pada kondisi bagaimana percobaan dilakukan untuk mendapatkan angka keandalan, kondisi yang dimaksud misalnya: lingkungan, suhu, guncangan, dan sebagainya.

5. Sistem Distribusi

Dalam operasi normal jaringan distribusi terlihat pada gambar 4.1 akan digunakan sebagai bahan simulasi untuk menunjukan efektifitas dari pada algoritma ini. Sistem ini terdiri dari dua transformer, 10 feeder, 102 branch, 14 tie line, 102 bus dan 217 switch.

Dari 217 switch ini berarti ada 2<sup>217</sup> kombinasi konfigurasi baru yang mungkin dibuat.

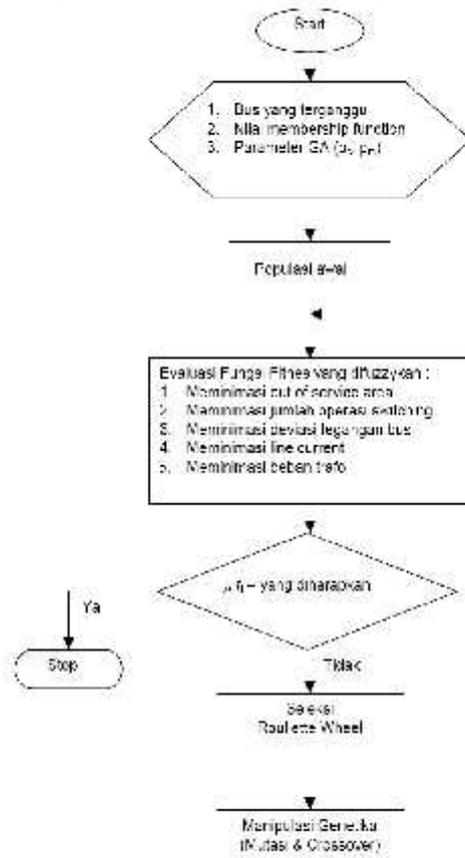


Gbr.7. Jaringan Distribusi

**6. Analitic Fuzzy-Ga Untuk Pemulihan Pelayanan**

**6.1. Flowchart Pemograman**

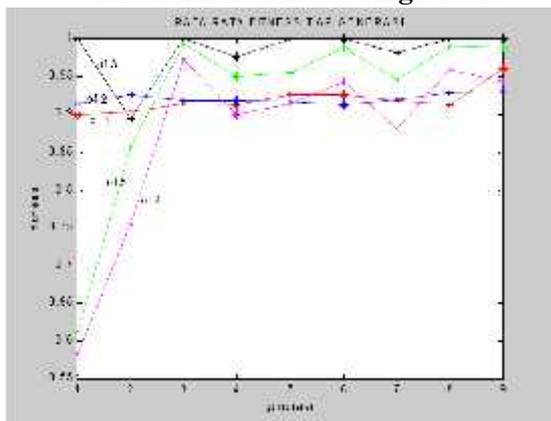
Untuk memecahkan masalah pemulihan pelayanan diberikan flowchart seperti di bawah ini agar didapat konfigurasi yang diharapkan.



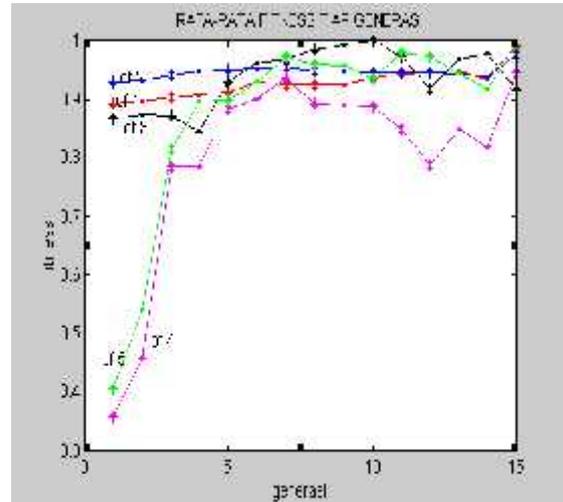
Gbr.8. Flowchart Proses Pemulihan Pelayanan Hasil Simulasi

Untuk melihat efektifitas metode fuzzy-GA ini, disimulasikan dua kasus, yaitu kasus single fault dan kasus multiple fault.

**Hasil simulasi kasus single fault**

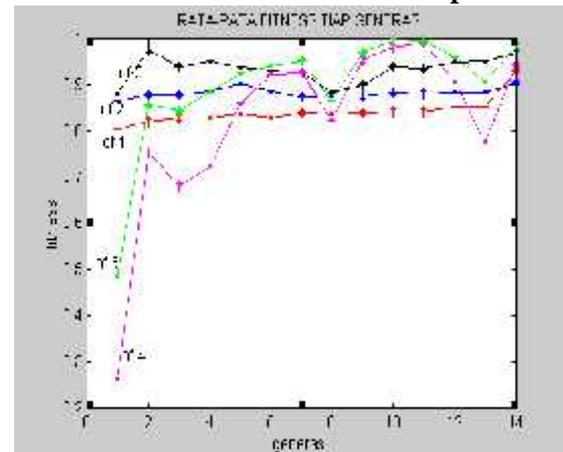


Gbr.9. Simulasi 1 kasus single fault

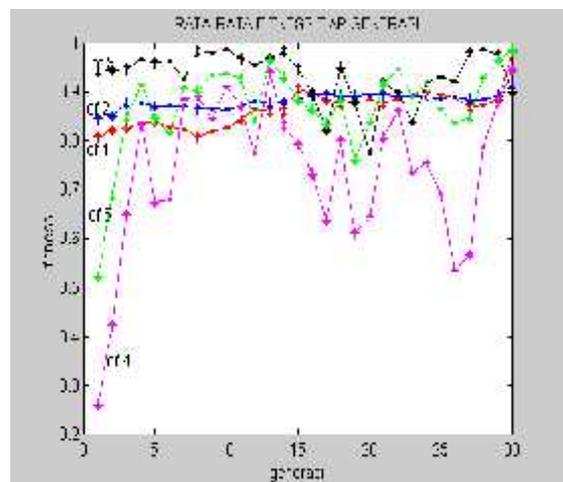


Gbr.10. Simulasi 2 kasus single fault

**Hasil simulasi Kasus Multiple fault**



Gbr.11. Simulasi 1 kasus multiple fault



Gbr.12. Simulasi 2 kasus multiple fault

### Kesimpulan

1. Metode GA mengoptimasi pelayanan yang memiliki banyak batasan. Untuk simulasi single fault pada generasi ke 15 hanya 1 area yang fault tidak dapat dipulihkan, jumlah switch yang beroperasi 5, drop tegangan 5,45 %, kelebihan arus feeder 1,5 %, kelebihan beban trafo 0,25 %.
2. Untuk simulasi multiple fault pada generasi ke 30 didapatkan hanya 2 area yang fault saja yang tidak dapat dipulihkan, jumlah switch yang beroperasi 16, drop tegangan 5,5 %, kelebihan arus feeder 0,25 %, kelebihan beban trafo 0,25 %.
3. Fungsi fitness yang difuzzykan akan mempermudah melaksanakan prosedur pemulihan pelayanan. Dengan memberikan harga antara 0 dan 1 pada ke lima membership function akan didapatkan konfigurasi yang kita inginkan.
4. Metode GA akan kelihatan manfaatnya untuk pemulihan pelayanan multiple fault.

### Saran

Metode ini dapat diterapkan untuk sistem jaringan, namun tidak semudah simulasi. Masih banyak hal yang harus dikaji terutama masalah kapasitas komputasi masih dapat ditingkatkan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Wiyono, Penyusunan Ulang Jaringan Distribusi Tenaga Listrik Dengan Menggunakan Metode Penelusuran Heuristik, Tugas Akhir Teknik Elektro ITS, Agustus 1999
2. Ali Wardana, Rekonfigurasi Jaringan Distribusi beban VIP GI Simpang Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Heuristik, Tugas Akhir Teknik Elektro ITS, Maret 2001
3. Jiansheng Lei, "Network Reconfiguration in Unbalanced Distribution Systems for service Restoration and Loss Reduction", IEEE Transaction on Power Systems, 0-7803-5938-0/00 (c) 2000.

4. M. A. Matos, "Multiobjective Reconfiguration for Loss Reduction and Service Restoration Using Simulated Annealing", IEEE Power Tech '99 Conference, Budapest, Hungary, Aug 29 Sept 2, 1999
5. V Susheela Devi, "Stochastic Search Techniques for Post-Fault Restoration of Electrical Distribution Systems", Sadhana, Vol 25, Part 1, pp. 45-56, February 2000
6. Kyeong Jun Mun, "Development of Real Time Service Restoration System For Distribution Automation System", IEEE Transaction on Power System, 0-7803-7090-2/01, 2001
7. Hugh Rudnick, "Reconfiguration of electric distribution systems", Revista Facultad De Ingenieria, U.T.A (Chile), Vol. 4, 1997.
8. C. J. Harris, C. G. Moore & M. Brown, Intelligent Control Aspects of Fuzzy Logic and Neural Nets, World Scientific Series in Robotics and Automated Systems, Vol. 6, 1993
9. J. S. R. Jang, C. T. Sun & E. Mizutani, Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice Hall International, Inc., 1997
10. David E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1989
11. Ying-Tung Hsiao, "Enhancement of Restoration Service in Distribution Systems Using a Combination Fuzzy-GA Method", IEEE Transactions on Power Systems, Vol 15 No 4, November 2000.