

# PENINGKATAN KEANDALAN JARINGAN DISTRIBUSI DENGAN REKONFIGURASI

**Puspita Dewi\*, Dian Yayan Sukma\*\***

\*Teknik Elektro Universitas Riau \*\*Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, Riau  
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Email: puspita.dewi3156@student.unri.ac.id

## ABSTRACT

*Reconfiguration of distribution network is one way to increase network reliability index of the distribution system. In this research, reliability index is computed using section technique. The optimization of the distribution network is achieved by changing the switches in the distribution network to obtain the most optimal distribution network configuration. The optimization method used in the genetic algorithm. The parameters that generated as a benchmark in determining the optimal distribution network is SAIFI (System Average Interruption Frequency index) and SAIDI (System Average Interruption Duration Index). The result from reconfigured of the distribution network had a decrease of SAIFI value i.e 7.8199 % and the decrease of SAIDI value i.e 7.9968 % from before reconfiguration.*

*Keywords : distribution network, genetic algorithm, reconfiguration, reliability, section technique*

## 1. Pendahuluan

Penggunaan tenaga listrik merupakan suatu kebutuhan atau tuntutan hidup yang tidak dapat dipisahkan dalam menunjang segala aktivitas sehari-hari. Permintaan energi listrik semakin pesat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi. Hal ini karena energi listrik merupakan energi utama yang digunakan dalam proses produksi di dunia industri dan peralatan elektronik yang digunakan sehari-hari.

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik sampai ke beban. Peningkatan kebutuhan tenaga listrik menuntut sistem distribusi untuk mempunyai tingkat keandalan yang baik. Tingkat keandalan ini dipengaruhi oleh banyaknya gangguan yang terjadi pada sistem distribusi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu tindakan untuk meminimalisasi dampak gangguan pada sistem yang terganggu dengan menggunakan rekonfigurasi jaringan distribusi.

Rekonfigurasi jaringan distribusi merupakan suatu usaha untuk merubah bentuk konfigurasi jaringan distribusi dengan menutup dan membuka *switch* pada jaringan distribusi untuk mengurangi dampak gangguan pada sistem yang terganggu sehingga meningkatkan indeks keandalan jaringan distribusi tenaga listrik.

Dalam rekonfigurasi jaringan distribusi untuk meningkatkan indeks keandalan, penulis menggunakan metode *hybrid* yakni metode *section technique* untuk menghitung indeks keandalan dan metode algoritma genetika untuk mengoptimalkan operasi jaringan distribusi. Dua metode ini yang membedakan penelitian penulis dengan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan salah satu metode saja.

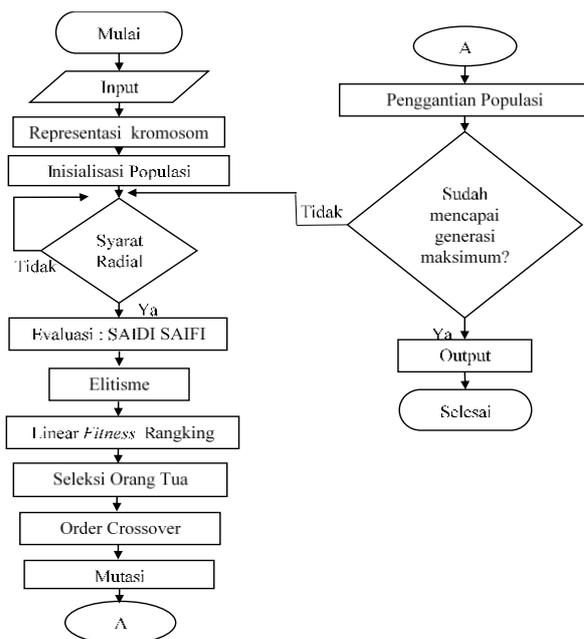
Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian pada jaringan distribusi standar IEEE 33 bus, Metode *hybrid* pada penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi yang terbaik serta rekomendasi yang valid dalam konfigurasi jaringan distribusi.

## 2. Metode Penelitian

Metode optimasi yang digunakan penulis dalam menganalisis rekonfigurasi jaringan distribusi pada sistem distribusi adalah metode algoritma genetika. Sedangkan dalam menghitung indeks keandalannya menggunakan metode *section technique*.

Data bus dan data saluran jaringan distribusi standar IEEE 33 bus adalah data yang dibutuhkan untuk pengujian program. Jika menggunakan sistem distribusi lain, datanya harus diubah terlebih dahulu menjadi sama seperti data pada penelitian ini.

Adapun diagram alir rekonfigurasi jaringan distribusi menggunakan metode algoritma genetika dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Algoritma Genetika

### 2.1. Representasi Kromosom

Untuk dapat mengaplikasikan algoritma genetika, langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat pengkodean (*encoding*) calon solusi ke dalam suatu representasi kromosom

### 2.2. Inisialisasi Populasi

Tujuannya dari inisialisasi populasi adalah membangkitkan sebuah populasi yang berisi sejumlah kromosom secara acak untuk dijadikan kromosom induk. Jumlah kromosom dalam suatu populasi disebut ukuran populasi.

### 2.3. Evaluasi

Proses evaluasi merupakan proses untuk menghitung nilai fitness yang menyatakan tingkat kualitas kromosom sebagai representasi penyelesaian masalah. Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi objektif tertentu sebagai ukuran performansinya. Pada kasus ini fungsi objektif yang digunakan adalah tingkat keandalan.

$$f(x) = \frac{1}{SAIFI.SAIDI} \quad (1)$$

Keterangan:

$f(x)$  : fungsi objektif

SAIFI : *System Average Interruption Frequency Index* (kali/tahun/pelanggan)

SAIDI : *System Average Interruption Duration Index* (jam/tahun/pelanggan)

### 2.4. Seleksi

Seleksi merupakan proses dalam algoritma genetika untuk memilih kromosom yang tetap bertahan dalam populasi. Kromosom yang terpilih mempunyai kemungkinan untuk dipasangkan dengan kromosom lain atau mengalami proses penyilangan sebanding dengan probabilitas penyilangan yang menghasilkan kromosom anak.

### 2.5. Pindah Silang

Pindah silang (*crossover*) adalah operator utama atau operator primer dalam algoritma genetika. Operator ini bekerja pada sepasang kromosom induk untuk menghasilkan dua kromosom anak

dengan cara menukarkan beberapa elemen (gen) yang dimiliki masing – masing kromosom induk.

## 2.6. Mutasi

Proses mutasi ini sangat sederhana. Untuk semua gen yang ada, apabila bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi (dinotasikan dengan  $p_m$ ), maka gen tersebut berubah menjadi nilai kebalikannya dalam hal ini 0 menjadi 1 atau 1 menjadi 0.

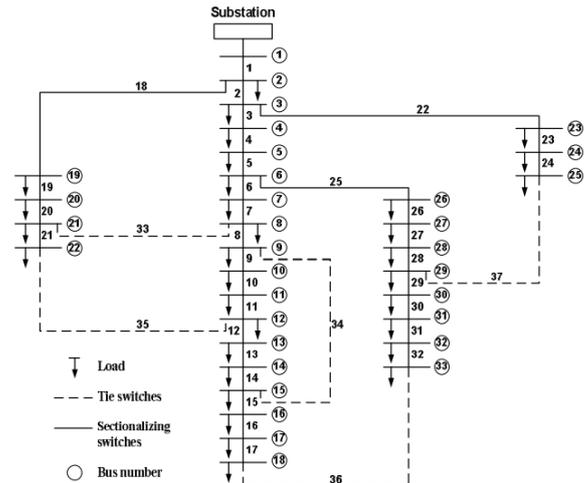
Setelah proses mutasi selesai maka populasi baru hasil mutasi akan mengalami proses algoritma genetika seperti sebelumnya seperti proses evaluasi dan proses secara genetik (pindah silang dan mutasi) sehingga menghasilkan populasi yang baru lagi sampai kriteria pemberhentian (stopping criterion) terpenuhi. Dalam kasus ini stopping criterion yang digunakan adalah jumlah generasi (Max G).

Serangkaian proses dalam algoritma genetika dalam rekonfigurasi jaringan distribusi dilakukan dengan bantuan program menggunakan MATLAB (*Matrix Laboratory*) yang akan mencari solusi paling optimal dalam meningkatkan indeks keandalan jaringan distribusi.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan pada konfigurasi jaringan distribusi ieee 33 bus yang terdiri dari 1 trafo utama dari gardu induk, 37 saluran, 5 *tie switch*, 32 *switch* dan 4 saluran lateral. Jaringan distribusi ieee 33 bus sebelum dilakukan rekonfigurasi memiliki nilai SAIFI sebesar 0,0844 kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI sebesar 3,714 jam/tahun/pelanggan.

Bentuk konfigurasi awal dari jaringan distribusi ieee 33 bus dapat dilihat pada gambar 2.



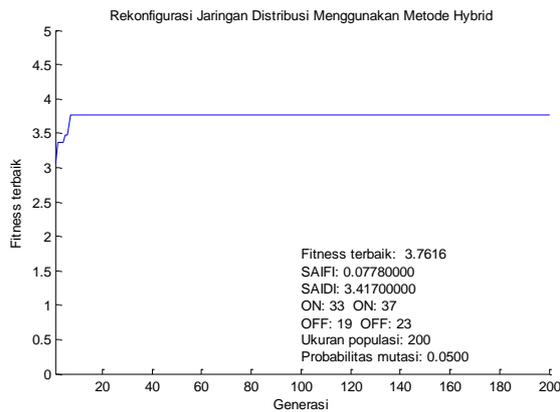
Gambar 2. Konfigurasi awal jaringan distribusi ieee 33 bus

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah program yang di rancang sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Keberhasilan program dilihat dari kemampuannya dalam menentukan mana *switch* yang menutup dan membuka untuk mendapatkan tingkat keandalan yang maksimum.

Adapun parameter algoritma genetika yang digunakan dalam program rekonfigurasi jaringan distribusi ini adalah sebagai berikut.

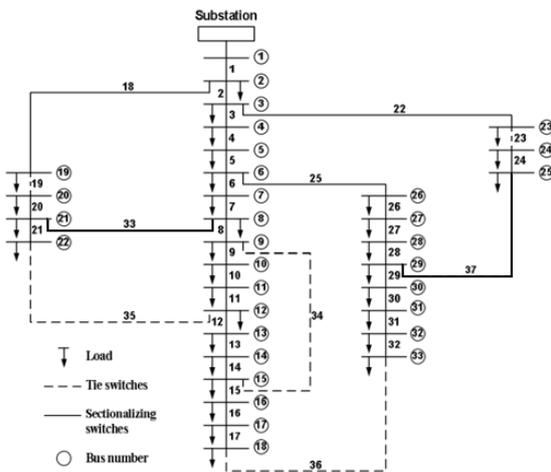
1. Ukuran populasi : ukuran jumlah kromosom dalam populasi, dalam skripsi ini penulis menggunakan populasi 200
2. Generasi maksimum : jumlah generasi maksimal yang dibangkitkan, dalam skripsi ini penulis menggunakan generasi maksimum 200
3. Probabilitas mutasi : kemungkinan mutasi gen kromosom. Pada skripsi ini penulis menggunakan nilai batas mutasi sebesar 0,05
4. Probabilitas pindah silang : perpindahan nilai gen antar kromosom. Pada skripsi ini ditentukan sebesar 0.8

Setelah dilakukan rekonfigurasi pada jaringan distribusi menggunakan metode *hybrid*, maka didapatkan konfigurasi paling optimal yang hasil running programnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil running program rekonfigurasi jaringan distribusi

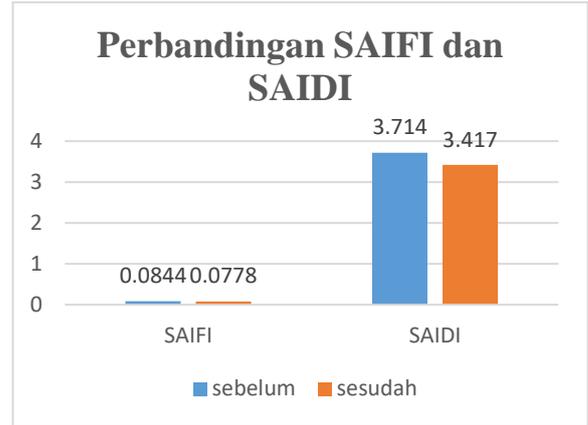
Pada gambar 3 dapat dilihat nilai *fitness* terbaik didapatkan pada konfigurasi baru dengan *switch* yang menutup adalah *switch* 33 dan 37, sedangkan *switch* yang membuka adalah *switch* 19 dan 23. Konfigurasi baru yang dihasilkan setelah dilakukan *running program* menggunakan MATLAB dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi baru jaringan distribusi radial iee33 bus

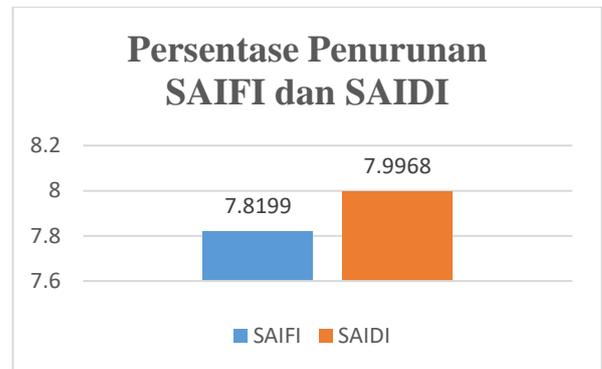
Pada konfigurasi ini nilai SAIFI yang diperoleh adalah sebesar 0,0778 kali/tahun/pelanggan dan nilai SAIDI sebesar 3,417 jam/tahun/pelanggan.

Adapun perbandingan nilai SAIFI dan SAIDI saat sebelum dan sesudah rekonfigurasi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan SAIFI dan SAIDI

Pada gambar 5 diatas dapat dilihat bahwa rekonfigurasi jaringan distribusi ini dapat memperbaiki indeks keandalan jaringan distribusi berupa SAIFI dan SAIDI dimana masing-masing indeks tersebut mengalami penurunan nilai dari sebelum dilakukan rekonfigurasi. Semakin menurunnya indeks SAIFI dan SAIDI maka semakin baik tingkat keandalan suatu jaringan distribusi. Besarnya penurunan nilai SAIFI dan SAIDI dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Persentase penurunan SAIFI dan SAIDI

Pada gambar 6 dapat dilihat persentase penurunan indeks keandalan setelah rekonfigurasi untuk nilai SAIFI sebesar 7,8199 % dan SAIDI sebesar 7,9968 %.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diperoleh perbaikan indeks keandalan SAIFI dari 0,0844 kali/tahun/pelanggan ke 0,0778 kali/tahun/pelanggan meningkat 7,8199 %. Sedangkan SAIDI meningkat 7,9968 % dari 3,714 jam/tahun/pelanggan ke 3,417 jam/tahun/pelanggan.

#### Daftar Pustaka

- Aji Akbar Firdaus, Ontoseno Penangsang, Adi Soeprijanto, Dimas Fajar U. P. 2014. *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Menggunakan Binary Particle Swarm Optimization Untuk Meningkatkan Nilai Indeks Stabilitas Tegangan*. Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Albet Arifian R. 2016. *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi pada Penyulang Badai di Gardu Induk Teluk Betung untuk Meminimisasi Rugi-Rugi dengan Metode Binary Particle Swarm Optimization (BPSO)*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- A S Pabla, Abdul Hadi. 1991. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Chowdhury, Koval. 2009. *Power Distribution System Reliability Practical Methods and Application*, WILEY.
- Hidayatul Nurohmah, Agus Raikhani, Machrus Ali. 2017. *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Menggunakan Modified Firefly Algorithms (MFA) pada Penyulang Tanjung Rayom Jombang*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Darul ‘Ulum, Jombang.
- Indra, Syahru Ramadhan. 2016. *Kajian Penempatan Recloser pada Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Algoritma Genetika Berdasarkan Keandalan Maksimum*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau, Indonesia.
- Muhammad Fayyadl, Ir. Tejo Sukmadi, M.T., Ir. Bambang Winardi. 2006. *Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik dengan Metode Algoritma Genetika*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- N.C. Sahoo, K. Prasad. 2006. *A Fuzzy Genetic Approach for Network Reconfiguration to Enhance Voltage Stability in Radial Distribution Systems*. Faculty of Engineering and Technology, Multimedia University, Melaka, Malaysia.
- Nur Aima Ali. 2017. *Penerapan Algoritma Genetika dan Perbandingannya dengan Algoritma Greedy dalam Penyelesaian Knapsack Problem*. Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Informatika, UIN Alauddin, Makassar.
- Prima. 2015. *Analisa Tingkat Keandalan Sistem Gardu Induk 13,8 kV 6DN Minas PT Chevron Pacific Indonesia dengan Metode Section Technique*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau, Indonesia.
- Romeu M. Vitorino, Humberto M. Jorge, Luís P. Neves. 2009. *Network Reconfiguration Using an Improved Genetic Algorithm for Loss and Reliability Optimization in Distribution Systems*. Dept. of Electrical Engineering, Campus 2, Polytechnic Institute of Leiria, 2411-901 Leiria, Portugal.
- Sumarno, R.N. 2011. *Optimasi Penempatan Recloser terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik dengan Algoritma Genetika*. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta : ANDI.
- Suhadi, Tri Wrahatnolo. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Thayib Rudyant. 2011. *Perhitungan Indeks Keandalan Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi Sumatera Bagian Selatan*. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Xie, K. Zhou, J. dan Billinton, R. 2008. *Fast Algorithm the Reliability Evaluation of Large Scale Electrical Distribution Networks using the Section Technique*. IET Gener. Transm. Distrib. Vol. 2, No.5, pp. 701 – 707.
- Yandra Arkeman, Kudang Boro Seminar, Hendra Gunawan. 2012. *Algoritma Genetika Teori dan Aplikasinya untuk Bisnis dan Industri*. Bogor : IPB Press.
- Z. Zukhri. 2013. *Algoritma Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. Yogyakarta : ANDI.