

Optimalisasi Susut Jaringan Tegangan Rendah dengan Metode Algoritma Genetika

Haryo Pratomo

PT PLN (Persero) UID KSKT

Email: Haryo.pratomo@pln.co.id

Received: 27 Oktober 2023 | Accepted: 28 Juni 2024 | Published: 30 Juni 2024

ABSTRACT

Low voltage distribution network consist of a network of transformers, low voltage cables, and low voltage load. An option to use sufficient capacity of transformers, conductor sizing, and load sizing between transformer can be so complex to optimize for reaching lowest distribution energy loss. In this paper, we tried to solve this problem using Genetic Algorithm to search minimum value of energy loss by choosing intersection location between transformers. We are using Python Programming Language to coding the Genetic Algorithm because of wide variety of functions and simplicity.

Keywords: *low voltage network, distribution losses, genetic algorithm, python programming language*

ABSTRAK

Jaringan distribusi tegangan rendah terdiri atas trafo distribusi, kabel jaringan tegangan rendah, dan beban tegangan rendah. Banyaknya kemungkinan konfigurasi antara lain kapasitas trafo yang memadai, pemilihan ukuran konduktor, dan konfigurasi beban antar trafo, menyebabkan proses optimasi susut untuk mencapai susut distribusi paling rendah. Dalam tulisan ini, kami mencoba untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan metode Algoritma Genetika untuk mencari nilai susut terendah dengan memilih lokasi perpotongan antar trafo. Kami menggunakan Bahasa pemrograman Python dalam pengkodean Algoritma Genetika karena Bahasa tersebut dikenal luas penggunaanya dan relatif sederhana.

Kata kunci: *Jaringan Tegangan Rendah, Susut Distribusi, Algoritma Genetika, Bahasa Pemrograman Python*

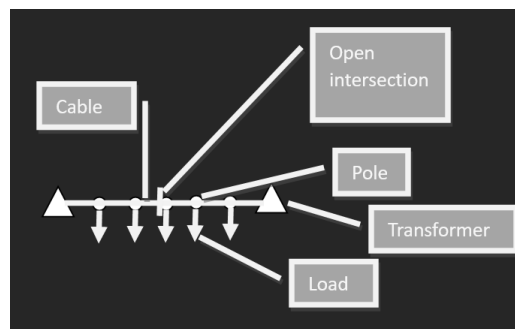
1. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi tegangan rendah terdiri dari trafo – trafo distribusi, kabel konduktor tegangan rendah, dan beban tegangan rendah. Satu trafo distribusi biasanya memiliki kapasitas antara 50 kVA sampai 200 kVA, dan jaringan tegangan rendahnya menyebar dalam dua sampai empat jurusan sepanjang 1000 meter. Kabel tegangan rendah dari suatu trafo biasanya akan bertemu dengan kabel tegangan rendah dari trafo lainnya dalam konfigurasi *open loop*, hal ini memungkinkan rekonfigurasi jaringan tegangan rendah antar trafo dengan pemotongan – penyambungan antar kabel jaringan tegangan rendah.

Berbagai macam konfigurasi dari kombinasi kapasitas trafo, panjang dan ukuran kabel tegangan rendah, dan letak beban tegangan rendah dimungkinkan untuk dirubah, karena biasanya antar jaringan tegangan rendah bertemu satu sama lain kabel jaringan tegangan rendahnya.

Konfigurasi tersebut dapat diubah – ubah dengan memutuskan dan menyambungkan antar kabel jaringan tegangan rendah. Pembatas dari rekonfigurasi tersebut adalah kapasitas trafo dan drop tegangan.

Timbulnya susut jaringan tegangan rendah disebabkan oleh susut trafo, susut konduktor kabel tegangan rendah, dan susut beban, maka jika konfigurasi jaringan tegangan rendah diubah, susutnya akan berubah juga. Kita dapat meminimalisasi susut jika kita dapat menemukan konfigurasi jaringan tegangan rendah yang tepat. Permasalahannya adalah kemungkinan konfigurasi sangat banyak, sehingga akan menghabiskan banyak waktu jika harus dianalisa secara manual. Kecerdasan buatan dapat memecahkan permasalahan ini, dan kecerdasan buatan yang tepat untuk permasalahan optimasi adalah Algoritma Genetika.

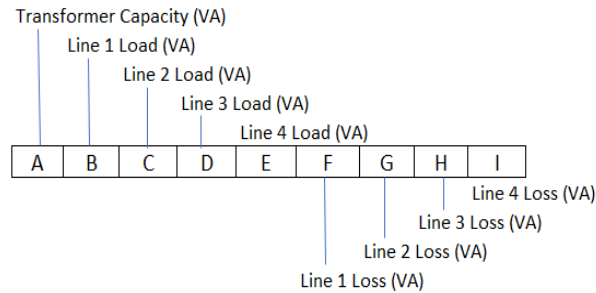


Gambar 1. Contoh Konfigurasi Jaringan Tegangan Rendah

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Populasi

Populasi yang dimaksud dalam tulisan ini adalah jaringan trafo yang memasok daya pada suatu area beserta jaringan kabel tegangan rendahnya yang saling bertemu dengan jaringan kabel tegangan rendah trafo disebelahnya. Populasi didefinisikan terdiri dari kromosom – kromosom yang terdiri dari gen – gen yang disusun (dikodekan) sedemikian rupa. Gen dalam pemrograman ini dikodekan sebagai berikut: Kapasitas trafo, beban jurusan 1, beban jurusan 2, beban jurusan 3, beban jurusan 4, susut jaringan jurusan 1, susut jaringan jurusan 2, susut jaringan jurusan 3, susut jaringan jurusan 4.



Gambar 2. Pengkodean Kromosom

2.2. Perhitungan Kebugaran

Perhitungan kebugaran untuk siklus pertama dihitung berdasarkan Batasan bahwa jumlah beban trafo dan susut dari kabel tegangan rendahnya harus lebih rendah dari kapasitas trafo. Jika suatu trafo dalam kondisi kelebihan beban, maka trafo tersebut dianggap tidak bugur, dan dikeluarkan dari proses Pemilihan Induk.

$$T_{cap} \leq \sum \text{load} + \sum \text{loss} \quad (1)$$

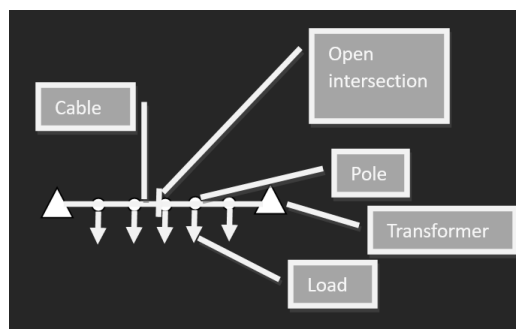
T_{cap} = Transformer Capacity (kVA)

$\sum \text{load}$ = Load1 + Load2 + Load3 + Load4 (kVA)

$\sum \text{loss}$ = Loss1 + Loss2 + Loss3 + Loss4 (kVA)

2.3. Pemilihan Induk

Induk dipilih dari trafo – trafo yang bertetangga (Kabel tegangan rendahnya bertemu), dan yang dalam kondisi bugur (tidak overload). Bertemunya kabel tegangan rendah menjadi penting karena untuk proses pemutusan – penyambungan kabel pada Langkah selanjutnya.



Gambar 3. Pemilihan Induk untuk Proses Persilangan

2.4. Persilangan dan Mutasi

Proses inti dari Algoritma Genetika adalah Persilangan dan Mutasi. Bahasa pemrograman Python digunakan untuk mensimulasikan hal ini, karena Bahasa tersebut luas penggunaannya dan relatif mudah untuk dipelajari.

Aturan utama dalam proses persilangan ini adalah jaringan kabel tegangan rendah antar trafo harus bertemu. Aturan lainnya adalah jika beban beserta susut jaringannya diputus dari suatu trafo, maka harus dipindahkan ke trafo yang lain sehingga seluruh beban akan tetap terlayani.

Laju mutasi ditentukan adalah nol. Perubahan beban dan susut jaringan tegangan rendah tanpa merubah beban dan susut tegangan rendah trafo disebelahnya tidak diperbolehkan karena hal ini berarti ada beban yang tidak terlayani.

```
T1A = LP0+SP0; T2A = LP1+SP1+LP2+SP2+LP3+SP3+LP4+SP4+LP5+SP5+LP6+SP6
T1B = LP0+SP0+LP1+SP1; T2B = LP2+SP2+LP3+SP3+LP4+SP4+LP5+SP5+LP6+SP6
T1C = LP0+SP0+LP1+SP1+LP2+SP2; T2C = LP3+SP3+LP4+SP4+LP5+SP5+LP6+SP6
T1D = LP0+SP0+LP1+SP1+LP2+SP2+LP3+SP3; T2D = LP4+SP4+LP5+SP5+LP6+SP6
T1E = LP0+SP0+LP1+SP1+LP2+SP2+LP3+SP3+LP4+SP4; T2E = LP5+SP5+LP6+SP6
T1F = LP0+SP0+LP1+SP1+LP2+SP2+LP3+SP3+LP4+SP4+LP5+SP5; T2F = LP6+SP6

if (T1A > T1):
    T1A = 200
if (T2A > T2):
    T2A = 200

if (T1B > T1):
    T1B = 100
if (T2B > T2):
    T2B = 200
```

Gambar 4. Instruksi Pemrograman Python

2.5. Keturunan

Setelah proses persilangan, generasi baru akan terbentuk dan siap untuk dilakukan siklus berikutnya. Metode khusus yang diberlakukan dalam study ini adalah:

- Jumlah keturunan selalu sama dengan jumlah induk. Ini berarti tidak ada trafo yang ditambahkan atau dikurangkan dari jaringan.
- Seluruh keturunan akan digunakan dalam siklus berikutnya. Seluruh induk akan dihapus. Alasannya sekali lagi adalah tidak ada penambahan atau pengurangan jumlah trafo dalam jaringan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat iterasi pertama, program biasanya berjalan dengan memakan waktu sekitar 20 – 30 siklus untuk dapat menemukan hasil optimal dari suatu jaringan sederhana yang terdiri dari dua trafo. Setelah hasil optimum ditemukan, program biasanya akan berjalan dengan lebih cepat, bahkan jika parameternya diubah. Simulasi dengan jaringan trafo yang lebih kompleks diperlukan untuk lebih meningkatkan akurasi program. Dalam simulasi sederhana ini, hasil – hasil yang didapatkan antara lain:

A. Jumlah Siklus

Iterasi pertama biasanya akan memakan waktu sekitar 20 – 30 siklus hingga selesai, dan iterasi berikutnya lebih cepat, kurang dari 10 siklus. Dalam tulisan ini kami hanya mempelajari dan memodelkan pemrograman jaringan sederhana yang terdiri dari dua trafo. Jaringan yang lebih kompleks seharusnya akan memakan waktu simulasi yang lebih lama.

B. Kecenderungan Hasil Kedua

Perilaku yang belum diketahui adalah adanya kecenderungan dari pemrograman untuk memilih hasil kedua dari perhitungan optimal yang nilainya minimumnya sama.

```
*** Remote Interpreter Reinitialized ***
>>>
211 225 239 104 104 104
Formasi susut terendah adalah: E
Nilai susut terendah (kw): 104
>>>
```

Gambar 5. Kecenderungan Hasil Kedua

Dari gambar diatas, program cenderung memilih angka “104” kedua, atau “E” sebagai hasil jawaban, dibandingkan dengan “D” yang mana nilainya adalah sama “104”.

C. Ukuran Jaringan

Dalam tulisan ini, kami hanya mempelajari jaringan sederhana yang terdiri dari dua trafo. Pada waktu yang akan datang, study lanjut terhadap jaringan yang lebih kompleks perlu dilakukan untuk menguji ketangguhan dari hasil pemrograman.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari studi optimasi susut jaringan tegangan rendah dengan metode Algoritma Genetika antara lain:

1. Dalam tulisan ini kami hanya mempelajari jaringan sederhana yang terdiri dari dua trafo. Semakin luas jaringannya mungkin akan memakan waktu penyelesaian simulasi yang lebih lama.
2. Iterasi pertama membutuhkan siklus sekitar 20 – 30 siklus, dan iterasi berikutnya jauh lebih cepat, kurang dari sepuluh siklus.
3. Perilaku yang belum diketahui adalah adanya kecenderungan dari pemrograman untuk memilih hasil kedua dari perhitungan optimal yang nilainya minimumnya sama.
4. Pada kesempatan lain diharapkan adanya pembelajaran dalam lingkup jaringan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jiansong Ding, K. R. W. Bell, S. M. Strachan, “Study of Low Voltage System Losses”, University of Strathclyde, January 2010.
- [2] M. M. Mahmoud, I. H. Ibrik, “Power Losses Reduction in Low Voltage Distribution Networks by Improving the Power Factor in Residential Sector”, Pakistan Journal of Applied Sciences, pp. 727 – 732, 2002.
- [3] I. Savio D, Kr. Chakraborty, “Genetic Algorithm: An Approach on Optimization”, Proceedings of the Fourth International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), 2019.