

Prediksi Impedansi Rele menggunakan metode PSO sebagai validasi pengukuran rele

Giovanni Dimas Prenata¹, Niken Adrianty Basyarach^{2*}

Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya

¹gprenata@untag-sby.ac.id, ²nikenbasyarach@untag-sby.ac.id

Abstract - Researchers used the PSO method to find the relay impedance value based on 3 fault distance points, namely 14.36 km; 5,746 km and 17.98 km. For each disturbance distance point, the researcher searched 5 times. For the disturbance distance of 14.36 km, the fastest search was obtained with 4 iterations and accuracy above 98%. For the disturbance distance of 5,746 km, the fastest search was obtained with 2 iterations and accuracy above 100%. For the disturbance distance of 17.98 km, the fastest search was obtained with 1 iteration and accuracy above 99%.

Keywords — PSO, short circuit fault and impedance

Abstrak— Peneliti menggunakan metode PSO untuk mencari nilai impedansi rele berdasarkan 3 titik jarak gangguan yaitu 14,36 km ; 5,746 km dan 17,98 km. Untuk masing-masing titik jarak gangguan, peneliti melakukan pencarian sebanyak 5 kali. Untuk titik jarak gangguan 14,36 km, pencarian tercepat didapat dengan 4 kali iterasi dan akurasi diatas 98%. Untuk titik jarak gangguan 5,746 km, pencarian tercepat didapat dengan 2 kali iterasi dan akurasi diatas 100%. Untuk titik jarak gangguan 17,98 km, pencarian tercepat didapat dengan 1 kali iterasi dan akurasi diatas 99%.

Kata Kunci— PSO, gangguan hubung singkat dan impedansi

I. PENDAHULUAN

GIS (Gas Insulated Switchgear) merupakan perangkat listrik yang dipergunakan untuk mengendalikan, melindungi dan mengisolasi jaringan listrik. GIS 150kV Karang Pilang menggunakan gas SF₆ (Sulfur Hexafluoride) untuk memadamkan busur api jika terjadi percikan/spark api. Pada GIS terdiri dari beberapa bagian yaitu pemutus circuit, pemisah, grounding switch, fuse, trafo tegangan, trafo arus dan panel control proteksi. GIS akan memutus aliran listrik jika terdeteksi gangguan pada jaringan listrik.

Penelitian tentang GIS terkait penentuan titik gangguan sudah banyak dilakukan. Diantaranya yang dilakukan Hendri dan Firdaus melakukan penelitian untuk menentukan lokasi gangguan pada jaringan distribusi 20 kV GI Garuda Sakti penyulang Panam Pekanbaru [1]. Mereka melakukan pemodelan menggunakan ETAP 12.6 untuk gangguang fasa netral, fasa fasa dan hubung singkat 3 fassa. Dari ketiga uji coba tersebut berhasil didapat lokasi hubung singkat dengan nilai error dibawah 0.08% untuk ketiga skenario uji coba. Feri juga melakukan analisa hubung singkat pada system distribusi 20 kV PT. Pertamina EP Asset 4 Field Cepu Distrik Ledok [2]. Feri mempergunakan Etap untuk mensimulasikan hubung

singkat untuk menentukan kapasitas sakelar pemutus. Selain itu Thoriq, Ontoseno dan Ni Ketut juga melakukan penelitian untuk menentukan lokasi hubung singkat pada jaringan distribusi 20kV penulang Tegalsari Surabaya [3]. Hasil dari penelitian mereka untuk ganggaun 1 fasa terdapat nilai error 1.091%, untuk fasa fasa terdapat nilai error 1.017% dan untuk 3 fasa terdapat error 1.031%.

Penerapan kecerdasan buatan pada sistim kelistrikan sudah dilakukan oleh Prenata. Diantaranya untuk mengklasifikasikan kehandalan jaringan listrik 20 kV. Prenata mempergunakan metode SVM, KNN dan Single Perceptron untuk mengklasifikasikan kehandalan yang selanjutnya memprediksi kehandalan dengan memasukkan data SAIDI (System Average Interruption Duration Indeks) dan SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) [4] [5] [6].

II. METODE PENELITIAN

Untuk menghitung jarak hubung singkat yang terjadi pada jaringan listrik berdasarkan hasil pembacaan rele, bisa mempergunakan rumus [7] :

$$\text{Jarak Gangguan} = \frac{\text{Impedansi rele} * \frac{CT}{VT} * L}{Z_I} \quad (1)$$

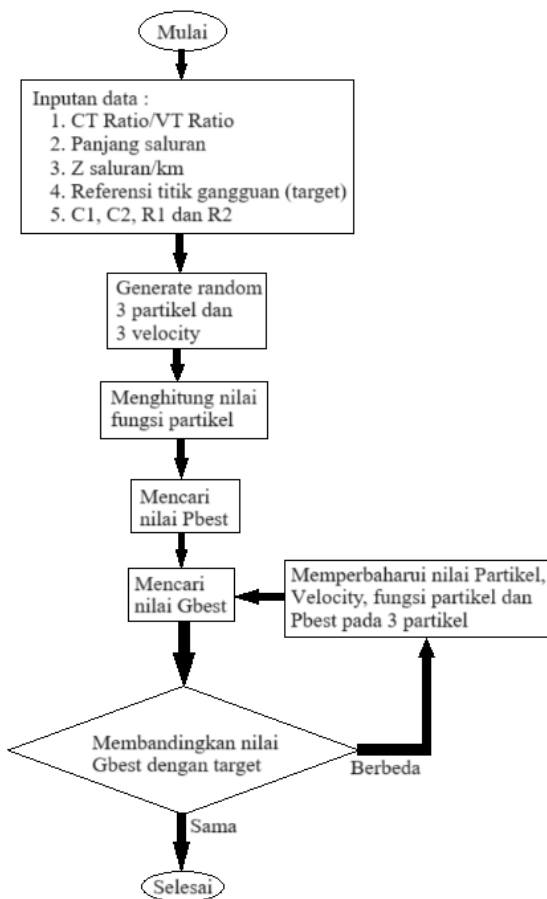
CT = Pembacaan Current Transformator (A)

VT = Pembacaan Voltage Transformator (V)

L = Panjang saluran (Km)

Z_I = Impedansi saluran (Ohm)

Rumus diatas diimplementasikan untuk mencari jarak hubung singkat, namun parameter Impedansi Rele yang akan dicari menggunakan metode PSO. Hasil pembacaan dari rele untuk mengetahui nilai impedansi dipergunakan sebagai target pencarian.



Gambar 1. Diagram alir metode PSO

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan algoritma optimasi yang mengambil inspirasi dari perilaku sosial hewan, seperti burung yang terbang dalam kawanan atau ikan yang berenang bersama. Algoritma ini dikembangkan oleh James Kennedy dan Russell Eberhart pada tahun 1995 dan diterapkan untuk memecahkan berbagai masalah optimasi di berbagai bidang, termasuk rekayasa, sains, dan ekonomi.

Implementasi metode PSO Lala dan Yuni untuk memprediksi penilaian apartemen [8]. Mereka membandingkan penggunaan metode SVM dan PSO SVM untuk pemilihan atribut dalam penilaian apartemen. Metode SVM PSO mampu mengklasifikasi dengan tingkat error sebesar 2,84%. Selain itu, Indra mengimplementasikan PSO yang dikombinasikan dengan KNN untuk memprediksi keberhasilan anak SMK dalam mendapatkan pekerjaan [9]. Dengan menggunakan metode KNN (10 folds cross) didapatkan nilai akurasi tertinggi pada K=7 yaitu sebesar 93.50%, sedangkan metode PSO KNN pada iterasi ke-2 dan didapatkan nilai K optimalnya adalah 7.

Pada metode PSO diawali dengan generate random value untuk partikel dan velocity. Kemudian mencari nilai Pbest yang merupakan nilai partikel itu sendiri. Selanjutnya mencari

nilai fungsi $f(x)$ yaitu implementasi rumus mencari titik gangguan hubung singkat. Lalu mencari nilai Gbest berdasarkan nilai $f(x)$ terbaik yang mendekati target. Ketika nilai Gbest tidak sesuai dengan target, maka akan pembaharuan nilai velocity dengan rumus berikut [10] :

$$V_i(t) = V_i(t - 1) + c_1r_1(X_i^L - X_i(t - 1)) + c_2r_2(X_i^G - X_i(t - 1)) \quad (2)$$

Nilai $V_i(t)$ merupakan nilai velocity yang diperbaharui berdasarkan nilai velocity sebelumnya dan nilai partikel sebelumnya. Nilai $V_i(t-1)$ merupakan nilai velocity yang sebelumnya, c_1 merupakan konstanta percepatan untuk komponen kognitif, c_2 merupakan konstanta percepatan untuk komponen sosial, Nilai r_1 dan r_2 merupakan nilai komponen stokastik dari algoritma yaitu nilai acak antara 0 dan 1. Selanjutnya mencari nilai partikel yang baru berdasarkan rumus berikut [10] :

$$X_i(t) = V_i(t) + X_i(t - 1) \quad (3)$$

Nilai $X_i(t)$ merupakan nilai partikel yang diperbaharui berdasarkan nilai velocity terbaru dan nilai partikel sebelumnya. $X_i(t-1)$ merupakan nilai partikel sebelum diperbaharui. Setelah mendapatkan nilai partikel dan velocity yang baru, selanjutnya mencari Pbest dan Gbest yang akan dibandingkan kembali nilai target terhadap Gbest. Jika nilai Gbest sudah sama dengan target, proses pencarian berakhir. Namun jika nilai Gbest berbeda dengan target, akan diulang kembali proses pembaharuan nilai partikel dan velocity untuk mencari Pbest dan Gbest terbaru.

Penelitian ini dimulai dengan menginputkan data CT Ratio dan VT Ratio yang dipergunakan sebagai skala pembanding, panjang saluran yang akan diproteksi terhadap gangguan hubung singkat, impedansi saluran/km, referensi titik gangguan yang dipergunakan sebagai target dan nilai konstanta $C1, C2, R1$ dan $R2$. Selanjutnya system akan mencari nilai random untuk 3 partikel dan 3 velocity sebagai inisiasi awal lalu menghitung nilai fungsi partikel tersebut (berdasarkan rumus). Selanjutnya mencari nilai Pbest yang merupakan nilai terbaik dari masing-masing partikel, selanjutnya nilai Gbest. Gbest merupakan nilai terbaik berdasarkan nilai fungsi partikel.

Selanjutnya membandingkan nilai Gbest dengan target, jika sudah sama maka target berhasil temukan, jika tidak sama maka akan mengulang mencari nilai Gbest namun sebelumnya memperbaharui nilai partikel, velocity, nilai fungsi partikel dan mencari Pbest.

Pada penelitian ini penulis mempergunakan bahasa pemrograman C++ untuk membuat metode PSO dengan tahapan :

1. Inisialisasi variabel

Pada awal kode, beberapa variabel penting diinisialisasi, yang merupakan parameter tetap dan dinamis dari proses optimasi.

- Target : Nilai target yang ingin dicapai oleh algoritma (dalam hal ini 17.98), kemungkinan besar merepresentasikan jarak gangguan yang diukur.
- Panjang_saluran dan Z_SaluranPerKm: Parameter fisik dari saluran yang digunakan dalam perhitungan. Panjang saluran dan impedansi per kilometer.
- CT_ratio dan VT_ratio : Rasio transformasi dari arus (CT : Current Transformer) dan tegangan (VT : Voltage Transformer) yang dikalikan menjadi ct_vt_ratio, digunakan untuk melakukan perhitungan dalam domain listrik.
- Jumlah_iterasi : Variabel penghitung iterasi algoritma.
- TMP : Variabel yang digunakan sebagai flag kontrol untuk menghentikan perulangan (saat ini belum diatur dengan benar).

```
float target = 17.98;
float panjang_saluran = 15.41;
float Z_SaluranPerKm = 0.15;
float ct_ratio = 2000/5;
float vt_ratio = 154000/110;
float ct_vt_ratio = ct_ratio/vt_ratio;
int jumlah_iterasi = 0;
char userInputExit;
int tmp;
```

Gambar 2. Inisialisasi variabel

2. Konstanta PSO dan Inisialisasi Partikel

PSO bekerja dengan beberapa parameter penting yang disebut sebagai konstanta cognitive dan social, yang mengendalikan pergerakan partikel.

- c1 dan c2 : Konstanta cognitive (c1) dan social (c2). c1 mengontrol sejauh mana partikel dipengaruhi oleh posisi terbaik yang ditemukan oleh partikel itu sendiri (personal best), sedangkan c2 mengontrol pengaruh dari posisi terbaik di antara semua partikel (global best).
- r1 dan r2 : Angka acak kecil yang dimaksudkan untuk memberikan variabilitas pada pergerakan partikel. Namun, dalam implementasi ini, r1 dan r2 memiliki nilai tetap kecil dan tidak diacak ulang setiap iterasi.

Selanjutnya, ada variabel yang digunakan untuk menyimpan posisi, kecepatan, nilai fungsi partikel, dan personal best:

- Gbest : Variabel yang menyimpan nilai terbaik global (Global Best) yang ditemukan oleh semua partikel.
- Partikel [] : Array yang menyimpan posisi dari tiga partikel yang bergerak dalam ruang pencarian.
- f_partikel [] : Array yang menyimpan nilai fungsi untuk setiap partikel.
- Pbest [] : Array yang menyimpan posisi terbaik yang pernah dicapai oleh masing-masing partikel (Personal Best).
- Velocity [] : Array yang menyimpan kecepatan pergerakan setiap partikel.

```
float c1 = 0.1;
float r1 = 0.01;
float c2 = 0.1;
float r2 = 0.01;

float Gbest = 0;
int Index_Gbest;
float partikel[3];
float f_partikel[3];
float Pbest[3];
float velocity[3];
```

Gambar 3. Konstanta PSO dan Inisialisasi Partikel

3. Pengaturan Generator Angka Acak

Untuk memulai optimasi, posisi awal partikel dan kecepatan diinisialisasi menggunakan generator angka acak mt19937 dan uniform_real_distribution <> digunakan untuk menghasilkan angka acak. Partikel akan mendapatkan posisi acak di antara 0.0 hingga 10.0, dan kecepatan acak di antara 0.0 hingga 1.0.

```
random_device rd;
mt19937 prtkl(rd());
uniform_real_distribution<> dis1(0.0, 10.0);
mt19937 vlcty(rd());
uniform_real_distribution<> dis2(0.0, 1.0);
```

Gambar 4. Pengaturan Generator Angka Acak

4. Inisialisasi Partikel dan Fungsi Objektif

Setelah itu, posisi dan kecepatan awal dari setiap partikel diatur dalam loop:

- Setiap partikel diberikan posisi dan kecepatan awal acak.
- Nilai fungsi dari partikel dihitung berdasarkan formula yang melibatkan rasio CT dan VT serta parameter jaringan listrik. Nilai fungsi ini digunakan untuk evaluasi optimalitas posisi partikel.
- Pada awalnya, Pbest[] (Personal Best) dari setiap partikel diinisialisasi dengan posisi awal mereka.

```
for (int l1 = 0; l1 < 3; l1++) {
    partikel[l1] = dis1(prtkl);
    velocity[l1] = dis2(vlcty);
    f_partikel[l1] = (partikel[l1] * ct_vt_ratio * panjang_saluran)
        / (Z_SaluranPerKm * panjang_saluran);
    Pbest[l1] = partikel[l1];
}
```

Gambar 5. Inisialisasi Partikel dan Fungsi Objektif

5. Iterasi PSO

PSO berjalan dalam perulangan sampai kondisi penghentian terpenuhi. Setiap iterasi melibatkan penghitungan kecepatan baru, pembaruan posisi partikel, dan evaluasi fungsi tujuan :

- Evaluasi Global Best (Gbest) :
 Pada setiap iterasi, partikel dengan nilai fungsi terbaik dibandingkan dengan partikel lainnya. Gbest adalah nilai fungsi partikel terbaik di antara semua partikel.

- b. Pembaruan Kecepatan dan Posisi :
 Kecepatan setiap partikel diperbarui berdasarkan pengaruh dari posisi Pbest (personal best) dan Gbest (global best). Setelah itu, posisi partikel diperbarui dengan kecepatan baru ini.
- c. Kondisi Penghentian :
 Algoritma berhenti ketika nilai Gbest mendekati nilai target. Perulangan berakhir ketika tmp diatur menjadi 1.

6. Hasil Akhir

Setelah iterasi selesai, program menampilkan posisi terakhir dari setiap partikel dan nilai Gbest. Program menampilkan nilai Gbest yang optimal, dan memberitahukan bahwa target telah tercapai.

```
cout << " Gbest ke-" << jumlah_iterasi; printf(" : %.2f", Gbest);
cout << endl << "-----";
cout << endl << "Target berhasil ditemukan !!!" << endl;
cout << "Tekan sembarang tombol untuk close" << endl;
cin >> userInputExit;
```

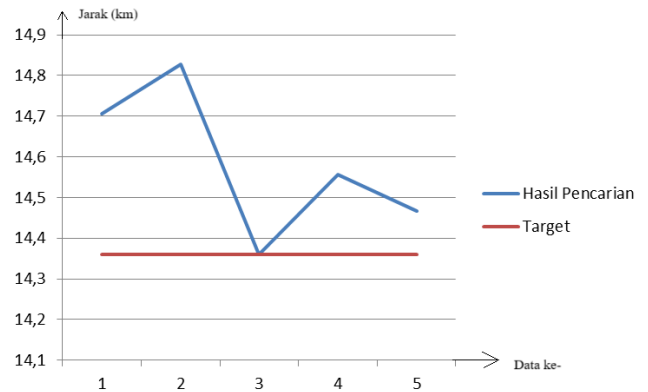
Gambar 6. Hasil Akhir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, peneliti mencari nilai 3 nilai impedansi pembacaan rele berdasarkan target titik gangguan yang sudah diketahui. Berikut hasilnya :

Tabel 1. Jarak gangguan 14,36 km

	2000/5	154000/110				
	No Panjang Saluran	CT Ratio	VT Ratio	CT/VT		
Iterasi ke- 1	15,41	400,00	1400,00	0,286		
23 Data_1-1	15,41	400,00	1400,00	0,29		
4 Data_1-2	15,41	400,00	1400,00	0,29		
4 Data_1-3	15,41	400,00	1400,00	0,29		
6 Data_1-4	15,41	400,00	1400,00	0,29		
4 Data_1-5	15,41	400,00	1400,00	0,29		
				14,36		
	Z Pembacaan Relay	Z Saluran/km	Z Saluran Titik Gangguan	Akurasi		
	9,730	0,190	2,928	14,63157895		
Iterasi ke- 23	Data_1-1	9,78	0,190	2,928	14,70676692	100,5139
4	Data_1-2	9,86	0,190	2,928	14,82706767	101,3361
4	Data_1-3	9,55	0,190	2,928	14,36090226	98,15005
6	Data_1-4	9,68	0,190	2,928	14,55639098	99,48613
4	Data_1-5	9,62	0,190	2,928	14,46616541	98,86948



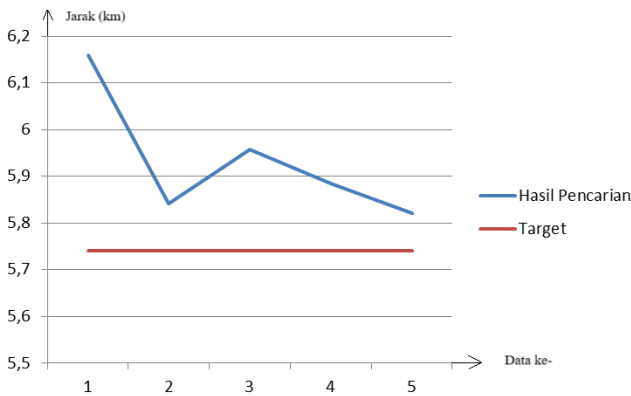
Gambar 7. Grafik data 1 antara target dan hasil pencarian

Tabel diatas merupakan hasil pencarian impedansi rele berdasarkan target gangguan 14,36 km. Untuk data yang berwarna biru adalah nilai yang diketahui yaitu panjang saluran, CT ratio, VT ratio, CT/VT ratio, impedansi saluran/km. Untuk data yang berwarna hijau adalah data hasil perhitungan berdasarkan data yang diketahui. Data yang berwarna kuning merupakan hasil pencarian menggunakan metode PSO. Data berwarna kuning merupakan nilai perhitungan dari yang diketahui. Data berwarna oranye hasil perhitungan berdasarkan hasil pencarian.

Pada tabel diatas terdapat 5 kali pencarian nilai jarak gangguan dengan jumlah iterasi terbanyak 23 kali dan paling sedikit 4 kali iterasi. Akurasi yang didapat diatas 98%. Nilai parameter $c_1 = 0,1$; $c_2 = 0,1$; $r_1 = 0,01$ dan $r_2 = 0,01$.

Tabel 2. Jarak gangguan 5,746 km

	2000/5	154000/110				
	No Panjang Saluran	CT Ratio	VT Ratio	CT/VT		
Iterasi ke- 1	15,41	400,00	1400,00	0,286		
2 Data_2-1	15,41	400,00	1400,00	0,29		
3 Data_2-2	15,41	400,00	1400,00	0,29		
2 Data_2-3	15,41	400,00	1400,00	0,29		
2 Data_2-4	15,41	400,00	1400,00	0,29		
4 Data_2-5	15,41	400,00	1400,00	0,29		
				5,74		
	Z Pembacaan Relay	Z Saluran/km	Z Saluran Titik Gangguan	Akurasi		
	5,431	0,270	4,161	5,747089947		
Iterasi ke- 2	Data_2-1	5,82	0,270	4,161	6,158730159	107,1626
3	Data_2-2	5,52	0,270	4,161	5,841269841	101,6387
2	Data_2-3	5,63	0,270	4,161	5,957671958	103,6642
2	Data_2-4	5,56	0,270	4,161	5,883597884	102,3753
4	Data_2-5	5,5	0,270	4,161	5,82010582	101,2705

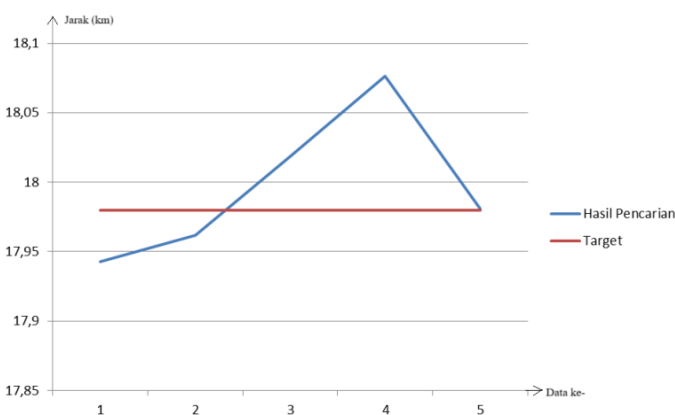


Gambar 8. Grafik data 2 antara target dan hasil pencarian

Pada tabel diatas terdapat 5 kali pencarian nilai jarak gangguan dengan jumlah iterasi terbanyak 4 kali dan paling sedikit 2 kali iterasi. Akurasi yang didapat diatas 100%. Nilai parameter $c_1 = 0,01$; $c_2 = 0,01$; $r_1 = 0,001$ dan $r_2 = 0,001$.

Tabel 3. Jarak gangguan 17,98 km

No	Panjang Saluran	CT Ratio	VT Ratio	CT/VT	
1	15,41	400,00	1400,00	0,286	
Iterasi ke-					
3 Data_3-1	15,41	400,00	1400,00	0,29	
3 Data_3-2	15,41	400,00	1400,00	0,29	
1 Data_3-3	15,41	400,00	1400,00	0,29	
9 Data_3-4	15,41	400,00	1400,00	0,29	
2 Data_3-5	15,41	400,00	1400,00	0,29	
				17,98	
	Z Pembacaan Relay	Z Saluran/km	Z Saluran Titik Gangguan	Akurasi	
	9,440	0,150	2,312	17,98095238	
Iterasi ke-					
3 Data_3-1	9,42	0,150	2,312	17,94285714	99,78814
3 Data_3-2	9,43	0,150	2,312	17,96190476	99,89407
1 Data_3-3	9,46	0,150	2,312	18,01904762	100,2119
9 Data_3-4	9,49	0,150	2,312	18,07619048	100,5297
2 Data_3-5	9,44	0,150	2,312	17,98095238	100



Gambar 9. Grafik data 3 antara target dan hasil pencarian

Pada tabel diatas terdapat 5 kali pencarian nilai jarak gangguan dengan jumlah iterasi terbanyak 9 kali dan paling

sedikit 1 kali iterasi. Akurasi yang didapat diatas 99%. Nilai parameter $c_1 = 0,1$; $c_2 = 0,1$; $r_1 = 0,01$ dan $r_2 = 0,01$.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini terdapat 3 nilai impedansi rele yang dicari menggunakan metode PSO berdasarkan parameter yang diketahui yaitu panjang saluran, CT ratio, VT ratio, CT ratio/VT ratio dan impedansi saluran. Nilai impedansi yang didapat dari hasil pencarian bisa dijadikan acuan untuk memvalidasi hasil pengukuran impedansi pembacaan rele. Akurasi pencarian sudah baik diatas 98%, dan bisa melebihi 100% namun bisa ditoleransi.

Tabel 4. Nilai akurasi

Jarak gangguan	14,36	5,74	17,98
Iterasi ke-	Akurasi		
23 Data_1-1	100,5139	107,1626	99,78814
4 Data_1-2	101,3361	101,6387	99,89407
4 Data_1-3	98,15005	103,6642	100,2119
6 Data_1-4	99,48613	102,3753	100,5297
4 Data_1-5	98,86948	101,2705	100

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Hendri Agustin Sibrani, "Sistem Penentuan Lokasi Gangguan Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Gi Garuda Sakti Penyulang Panam Dengan Metode Impedansi," *jom FTEKNIK*, vol. 6, pp. 1–9, 2019.
- [2] S. Haryudo, Kartini Unit, and Kholis Nur, "Analisis Hubung Singkat Pada Sistem Distribusi 20 kV PT. Pertamina Ep Asset 4 Field Cepu Distrik Ledok Menggunakan Etap 12.6.0 Analisis Hubung Singkat Pada Sistem Distribusi 20 Kv Pt. Pertamina Ep Asset 4 Field Cepu Distrik Ledok Menggunakan Etap 12.6.0," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 3, pp. 699–706, 2021.
- [3] T. A. Al Qoyyimi, O. Penangsang, and N. K. Aryani, "Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [4] J. Vocational, T. Elektronika, A. Kehandalan, F. Modes, and E. Analysis, "VoteTEKNIKA," vol. 12, no. 1, 2024.
- [5] G. D. Prenata, "Klasifikasi Keandalan Sistim Distrbusi Tenaga Listrik Di Pt. Pln (Persero) Up3 Surabaya Selatan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (Knn)," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3397.
- [6] G. D. Prenata, "Klasifikasi Keandalan Sistim Distribusi Tenaga Listrik Di Pt. Pln (Persero) Up3 Surabaya Selatan Menggunakan Support Vector Machine (Svm)," *J. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 62–70, 2023, doi: 10.9744/jte.16.2.62-70.

- [7] A. L. Association and I. Professionals, *IEEE 551-2006 Recommended Practice for Calculating Short - Circuit Currents in Industrial and Commercial Power Systems*. 2008.
- [8] L. Nilawati and Y. E. Achyani, "Optimasi Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Pada Prediksi Penilaian Apartemen," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 21, no. 2, pp. 227–234, 2019, doi: 10.31294/p.v21i2.6159.
- [9] I. L. Putra, "Implementasi Algoritma Particle Swarm Optimization(Pso) Dan K-Nearest Neighbor(K-Nn) Dalam Memprediksi Keberhasilan Anak Smk Mendapatkan Kerja," *Technol. J. Ilm.*, vol. 13, no. 4, p. 339, 2022, doi: 10.31602/tji.v13i4.8167.
- [10] B. Santosa, "Budi Santosa dan Paul Willy," 2011.