SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK IV - Surabaya, 27 April 2024
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2024.5709

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Penggunaan Over Current Relay (OCR) Sebagai Alat Proteksi Pada Transformator Daya Gardu Induk Sekarputih PT.PLN (PERSERO)

Mohammad Afif Irfansyah, Trisna Wati

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: mohafifirfansyah@gmail.com

ABSTRACT

in the data at the Sekar Putih substation on a single side 70 kV transformer the short circuit disturbance is 14,505 kA for three phases and 0.647 kA for one phase to ground, while on the 150 kV side the three phase short circuit disturbance is 21,501 kA and 18,157 kA for one phase to ground . With this research, the aim of minimizing short circuit disturbances is that a relay is needed, namely the overcurrent relay (OCR), which is tasked with indicating the presence of short circuit currents occurring in the system. By increasing the OCR setting value using the PSO method, the TMS results and trip time (t) are very optimal. The results of this research show that the OCR setting on the OCR time setting (TMS) on a 150 kV single-sided transformer using the PSO method is 0.1124 seconds with a trip time (t) of 0.8191 seconds for a short circuit fault of 18,730 A, while using the manual calculation method TMS is 0.4 seconds with a trip time (t) of 1.237 seconds with a short circuit disturbance of 21.501 kA. Therefore, it can be concluded that by using the PSO method the TMS results and trip time (t) are faster and more efficient than using the conventional method.

Keywords: Overcurrent Relay (OCR), PSO, TMS

pada data di gardu induk sekar putih pada trafo 1 sisi 70 kV gangguan hubung singkat 14,505 kA untuk tiga fasa dan 0,647 kA untuk satu fasa ke tanah, sedangkan pada sisi 150 kV gangguan hubung singkat tiga fasa 21,501 kA dan 18,157 kA untuk satu fasa ke tanah. Dengan adanya penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir gangguan hubung singkat dibutuhkan relay yaitu relai arus lebih (OCR) yang bertugas untuk mengindikasi adanya arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada system. Dengan cara meningkatkan nilai setting OCR menggunakan metode PSO hasil TMS dan Waktu trip (t) sangat optimal. Hasil penelitian ini menunjukkan setting OCR pada Setting waktu (TMS) OCR pada trafo 1 sisi 150 kV menggunakan metode PSO sebesar 0,1124 detik dengan waktu trip (t) sebesar 0,8191 detik untuk gangguan hubung singkat 18.730 A , sedangkan pada metode perhitungan manual TMS sebesar 0.4 detik dengan waktu trip (t) 1,237 detik dengan gangguan hubung singkat 21,501 kA . Oleh karena itu bisa disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode PSO hasil TMS serta waktu trip (t) lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional.

Kata kunci: Relai Arus Lebih (OCR), PSO, TMS

PENDAHULUAN

Infrastruktur transmisi merupakan elemen terpenting dalam pendistribusian tenaga listrik. Sistem keamanan merupakan salah satu sistem bagian utama dalam sistem transmisi yang berfungsi untuk melindungi bagian-bagian tersebut dari gangguan yang sering terjadi pada saat mengalirkan sumber tenaga listrik, misalnya hambatan yang dapat mengganggu fungsi bagian-bagian tersebut. Untuk mencegah gangguan meluas ke tempat yang masih aman atau tidak terjadi gangguan, maka sistem proteksi sangatlah penting. Oleh karena itu diperlukan relai proteksi sebagai proteksi. Relai arus lebih, kadang-kadang disebut sebagai OCR (*Over Current Relay*) beroperasi terutama melalui nilai kenaikan arus[1][2].

Untuk memaksimalkan kinerja relai proteksi maka dapat melakukan perhitungan terhadap arus hubung singkat yang telah terjadi, nilai setting OCR serta GFR berupa nilai TMS (*time multiple setting*) dan arus pada masing- masing relai. Setelah itu hasil dari evaluasi yang sudah didapat dari perhitungan konvensional dan simulasi kemudian dibandingkan dengan data data dilapangan. Pada hasil perhitungan hubung singkat diperoleh 18619 A untuk hubung singkat tiga fasa dan arus hubung singkat satu fasa terendah sebesar 103,92 A. Kemudian hasil perhitungan untuk setting OCR sisi 150 kV didapat nilai TMS sebesar 0,17 sedangkan pada sisi 70 kV diperoleh nilai TMS sebesar 0,11. Besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi dipengaruhi oleh jarak dari titik gangguan; semakin besar jarak dari titik gangguan, semakin kecil arus gangguan hubung singkat; dan sebaliknya, semakin besar gangguan arus hubung singkat maka semakin dekat jarak dari titik gangguan[3].

Pada Gardu Induk Sekarputih PT. PLN (Persero) mempunyai alat proteksi *over current relay* yang terpasang untuk melindungi saluran distribusi pada saat melakukan pendistribusian ke konsumen. Berdasarkan data gardu induk sekarputih penulis memilih Trafo 1 dan Trafo 3 karena pada Trafo 1 sisi 70 kV gangguan hubung singkat 14,505 kA untuk tiga fasa dan 0,647 kA untuk satu fasa ke tanah, sedangkan pada sisi 150 kV gangguan hubung singkat tiga fasa 21,501 kA dan 18,157 kA untuk satu fasa ke tanah. Pada Trafo 3 sisi 70 kV gangguan hubung singkat 14,505 kA untuk tiga fasa dan 0,647 kA untuk satu fasa ke tanah, sedangkan pada sisi 150 kV gangguan hubung singkat 5,624 kA untuk tiga fasa dan 3,752 kA untuk satu fasa ke tanah. Sehingga untuk memperkecil nilai dari gangguan satu fasa dan tiga fasa dapat melakukan resetting ulang dengan

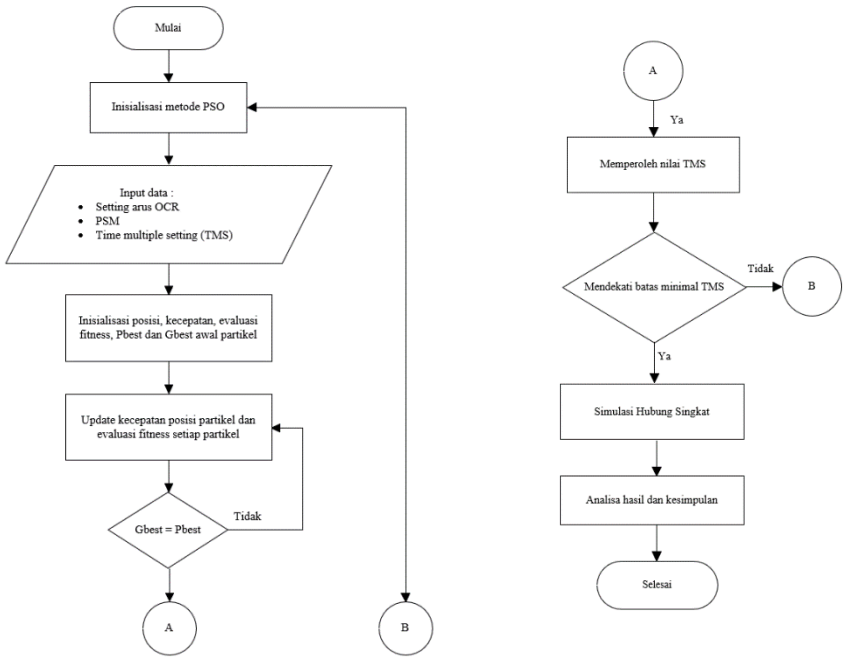
menggunakan metode PSO kemudian dibandingkan dengan data gangguan hubung singkat di GI sekarputih agar meminimalisir gangguan yang terjadi.

Sesuai dengan uraian permasalahan pada trafo gardu induk sekarputih di atas maka judul tugas akhir ini akan membahas tentang "Analisa Penggunaan Over Current Relay (OCR) Sebagai Alat Proteksi Pada Transformator Daya Gardu Induk Sekarputih PT.PLN" yang dilakukan untuk memastikan pengoperasian prinsip OCR sebagai relai proteksi pada trafo, serta untuk memastikan pengaturan arus pada OCR serta dengan TMS dan arus hubung singkat untuk melindungi dan meminimalkan interferensi atau gangguan.

METODE

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada bab ini berisi tentang jenis penelitian yang digunakan, tahapan penelitian yang digunakan menggunakan metode PSO dan kemudian melakukan Analisa yang akan menjawab permasalahan penelitian. Diagram penelitian bisa dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



(a) (b)

Pada gambar 3.1 diagram alir diatas menunjukan proses dari metode penelitian PSO

3.2 Transformator

Trafo atau disebut juga trafo adalah suatu alat kelistrikan yang mempunyai kemampuan untuk menyalurkan daya dari tegangan tinggi ke tegangan rendah begitu juga sebaliknya, trafo juga dapat menaikkan dan menurunkan tegangan (step up dan step down). Pada dasarnya trafo terdiri dari bagian tengah yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan dan sebuah inti berlapis besi[4].

3.3 Over Current Relay

Over Current Relay (OCR) disebut juga relai arus lebih merupakan suatu peralatan listrik dalam suatu sistem proteksi yang berfungsi mendeteksi atau menemukan arus berlebih, baik dari gangguan arus hubung singkat maupun beban lebih yang dapat menimbulkan kerugian[5].

3.4 Rumus Perhitungan

Pada Gambar 2 Merupakan proses dari metode penelitian PSO hingga memperoleh nilai TMS yang optimal. Dimulai dengan menginput setting OCR, PSM, TMS.

1. Perhitungan Setting OCR
   dapat dihitung pada persamaan (1) :

   $$I_{set\ (pri)} = 1.05\ sd\ 1.3 \times I_{beban} \quad (1)$$

   Keterangan :
   I_{set} =Besarnya Arus Setting dari Over Current Relay (A)
   Sedangkan untuk mengkonfigurasi setting relai arus lebih pada sisi 150 kV dan 70 kV, tentukan dulu arus nominal trafonya. Dapat dilihat pada persamaan (2).

   $$I_{nominal} = \frac{kVA}{\sqrt{3}\times V} \quad (2)$$

   Keterangan :
   $I_{nominal}$ = Arus nominal (sesuai sisi transformator) (A)
   kVA = Daya trafo (kVA)
   V = Tegangan sesuai sisi transformator (kV)

   Nilai di atas merupakan nilai primer, untuk mendapatkan nilai setting sekunder yang dapat diatur pada relai OCR dapat dilihat dibawah ini (3)[2].

   $$I_{set(sek)} = I_{set(pri)} \times \frac{1}{ratio\ ct} \quad (3)$$

   Keterangan :
   I_{set} = Besarnya arus setting dari Over Current Relay (A)
   $ratio\ ct$ = Ratio dari trafo arus
2. PSM
   Merupakan pengaturan dari arus gangguan dan pengaturan arus relai yang dimaksudkan agar relay tidak beroperasi pada arus beban maksimum tetapi hanya pada arus gangguan hubung singkat minimal. Dapat dilihat pada persamaan (4).

   $$PSM = \frac{If}{Iset} \quad (4)$$

Keterangan :

I_{set} = Besarnya arus setting dari Over Current Relay (A)

If = Gangguan hubung singkat (A)

3. TMS

Time multiple setting (TMS) adalah sebuah persamaan kurva untuk menentukan arus gangguan terhadap waktu kerja dari relai. Persamaan dibawah ini dapat digunakan untuk menghitung TMS (5)[1] :

$$tms = \frac{\left[t \times \left[\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right]\alpha - 1\right]}{\beta} \quad (5)$$

Setelah mendapatkan nilai tms, maka langkah selanjutnya untuk mencari waktu trip relai dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (6).

$$t = \frac{\beta}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)\alpha - 1} \times tms \quad (6)$$

Keterangan :

t = Waktu trip (s)

tms = Time Multiple Setting

$Ifault$ = Besarnya gangguan hubung singkat

I_{set} = Besarnya arus setting dari Over Current Relay (A)

α = Konstanta (tergantung kurva waktu terhadap arus)

β = Konstanta standard invers

4. Gangguan Hubung Singkat

Arus gangguan hubung singkat adalah merupakan gangguan umum yang terjadi pada suatu sistem tenaga listrik yang membutuhkan sistem proteksi. Jenis gangguan hubung singkat antara lain sebagai berikut[6]:

a. Gangguan hubung singkat tiga fasa
   Merupakan gangguan yang terjadi di ketiga fasanya, [7]
b. Gangguan hubung singkat dua fasa
   Ini adalah gangguan yang disebabkan oleh rusaknya kabel fasa tengah pada sistem transmisi atau distribusi yang terstruktur secara vertikal [8]:
c. Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah
   Pada rangkaian ini salah satu fasa mengalami hubung singkat, yang terjadi antara hubung singkat fasa a, b, dan c, dan salah satu fasa, misalnya fasa a, dianggap mempunyai hubung singkat satu fasa ke tanah. [8] :

3.5 Data Trafo

Tabel 1. Data Trafo 1 dan Trafo 3

Trafo 1	Spesifikasi	Trafo 3	Spesifikasi
Merk	FUJI	**Merk**	MEIDEN
No Seri	AQ6002T2	**No Seri**	8Q8444T1
Daya	35 MVA	**Daya**	50 MVA
Tegangan	140/70 kV	**Tegangan**	140/70 kV
Arus Nominal	144,34 / 288,68 A	**Arus Nominal**	206,20 / 412,39 A

Vektor Grup	YNyn0d	**Vektor Grup**	YNyn0d
Impedansi	9,74%	**Impedansi**	9,97%

3.6 Data Over Current Relay

Tabel 2. Data OCR HV 1 dan OCR HV 3

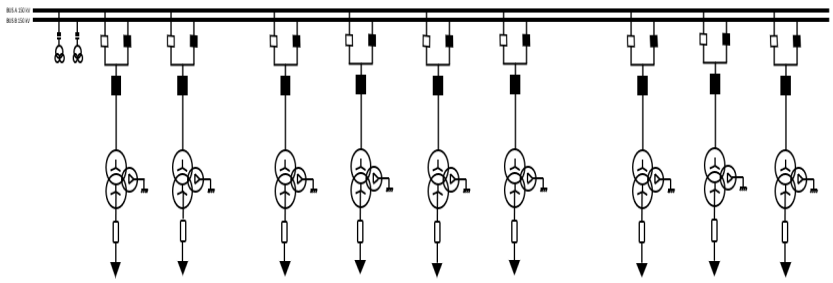
OCR 1	**Spesifikasi**	**OCR 3**	**Spesifikasi**
Merk	SCHNEIDER	**Merk**	SEG
OCR 1	**Spesifikasi**	**OCR 3**	**Spesifikasi**
Type	MiCOMP127	**Type**	MRI3
CT	200 / 5	**CT**	200 / 5
Ratio	40	**Ratio**	40
Arus	160 / 4 A	**Arus**	240 / 6 A
TMS	0,4	**TMS**	0,37
Karakteristik	Standard Inverse	**Karakteristik**	Standard Inverse

Tabel 3. Data OCR HV 1 dan OCR HV 3

OCR 1	**Spesifikasi**	**OCR 3**	**Spesifikasi**
Merk	GEC ALSTHOM	**Merk**	SEG
Type	MCGG62	**Type**	MRI3
CT	400 / 5	**CT**	400 / 5
OCR 1	**Spesifikasi**	**OCR 3**	**Spesifikasi**
Ratio	80	**Ratio**	80
Arus	360 / 4,50 A	**Arus**	480 / 6 A
TMS	0,275	**TMS**	0,33
Karakteristik	Standard Inverse	**Karakteristik**	Standard Inverse

3.3 Single Line Diagram

Single line diagram dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini



HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Setting OCR PLN dan PSO

Dari hasil Perhitungan yang sudah dilakukan dapat diketahui nilai dari setting TMS rele OCR menggunakan metode PSO berdasarkan bisa dilihat pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Setting TMS OCR dari PLN dan PSO

Trafo	PLN		PSO	
	TMS 150 kV	TMS 70 kV	TMS 150 kV	TMS 70 kV
1	$0,4\ detik$	$0,275\ detik$	$0,1124\ detik$	$0,1116\ detik$
3	$0,37\ detik$	$0,32\ detik$	$0,1115\ detik$	$0,1093\ detik$

Pada Tabel 4 diatas menunjukan juga hasil dari nilai setting TMS rele OCR. dimana nilai yang diperoleh berbeda hal ini dikarenakan dengan menggunakan metode PSO hasil yang didapat mendekati batas minimal seperti pada TMS sisi 150 kV dimana memiliki nilai sebesar 0,1124 detik sedangkan pada PLN sebesar 0,4 detik.

Hasil Gangguan Hubung Singkat

Jika dilihat dari nilai setting OCR yang sudah diperoleh maka hasil dari gangguan hubung singkat bisa dilihat pada tabel 5 dan tabel 6 dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Gangguan Hubung Singkat Dari PLN dan PSO 150 kV

Trafo	PLN		PSO	
	Gangguan Hubung Singkat (A)		Gangguan Hubung Singkat (A)	
	3 fasa	1 fasa ke tanah	3 fasa	1 fasa ke tanah
1	$21.501\ A$	$18.157\ A$	$18.730\ A$	$18.730\ A$
3	$5.624\ A$	$3.752\ A$	$4.518\ A$	$6.128\ A$

Tabel 6. Hasil Gangguan Hubung Singkat Dari PLN dan PSO 70 kV

Trafo	PLN		PSO	
	Gangguan Hubung Singkat (A)		Gangguan Hubung Singkat (A)	
	3 fasa	1 fasa ke tanah	3 fasa	1 fasa ke tanah
1	$14.505\ A$	$647\ A$	$1.813\ A$	$560\ A$
3	$5.624\ A$	$3.752\ A$	$3.116\ A$	$1.081\ A$

Dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 hasil gangguan hubung singkat dari PLN Dengan metode PSO memiliki perbedaan dimana gangguan hubung singkat 3 fasa 150 kV dari PLN sebesar 21.501 A dengan TMS 0,4 detik, sedangkan pada PSO 1 fasa 150 kV sebesar 18.730 A dengan TMS sebesar 0,1124 detik.

KESIMPULAN

"Dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 hasil gangguan hubung singkat dari PLN Dengan metode PSO memiliki perbedaan dimana gangguan hubung singkat 3 fasa 150 kV dari PLN sebesar 21.501 A dengan TMS 0,4 detik, sedangkan pada PSO 1 fasa 150 kV sebesar 18.730 A dengan TMS sebesar 0,1124 detik.".

"Setting waktu (TMS) OCR pada trafo 1 sisi 150 kV menggunakan metode PSO sebesar 0,1124 detik dengan waktu trip (t) sebesar 0,8191 detik, sedangkan pada metode perhitungan manual TMS sebesar 0.4 detik dengan waktu trip (t) 1,237 detik. Oleh karena itu bisa disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode PSO hasil TMS serta waktu trip (t) lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional".

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Setyaningrum, S. Prasetyono, and A. Setiawan, "Optimasi Koordinasi Over Current Relay Pada Trafo 60 MVA 150/20 KV Dan Penyulang 20 KV Gumul Gardu Induk Banaran Berbasis Particle Swarm Optimazition," *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, May 2021, doi: 10.19184/JAEI.V7I1.21480.

[2] F. I. Pasaribu, I. Roza, C. Siregar, and F. A. Sitompul, "Analisa Proteksi Over Current Relay Pada Jaringan Tegangan Menengah 20kV Di Pelindo 1 Cabang Belawan," *Repository.Umsu.Ac.Id*, vol. 4, no. 1, pp. 18–26, 2021, [Online]. Available: http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/14738

[3] F. Haz and I. Aditya M.N, "Analisis setting rele arus lebih dan rele gangguan tanah pada sistem proteksi transformator 60 MVA di gardu induk 150 KV Cibatu," *SinarFe7*, vol. 18, pp. 66–73, 2020, [Online]. Available: http://ejournal.fortei7.org/index.php/SinarFe7/article/view/126

[4] Z. Sya'roni and T. Rijanto, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah," *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.

[5] M. Rauf, "Evaluasi Kinerja Setting Proteksi Over Current Relay dan Ground Fault Relay Jaringan Distrbusi 20 kV pada Gardu Induk Pankkukang," no. September, pp. 162–167, 2021.

[6] D. Eko Rofianto, E. Arfah Zuliari, and T. Wati, "Analisa Perencanaan Pemasangan Differential Relay Pada PT.Bramindo Niaga Pratama," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VII - Inst. Teknol. Adhi Tama Surabaya*, pp. 723–728, 2019.

[7] H. Prasetijo, W. H. Purnomo, and E. Triwijaya, "Simulasi Koordinasi Relay Arus Lebih Pola Non-Kaskade," *Din. Rekayasa*, vol. 16, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.20884/1.dr.2020.16.1.292.

[8] W. F. Galla, A. S. Sampeallo, and J. I. Daris, "Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Saluran Udara 20 Kv Di Penyulang Naioni Pt. Pln (Persero) Ulp Kupang Untuk Menentukan Kapasitas Pemutusan Fuse Cut Out Menggunakan Etap 12.6," *J. Media Elektro*, vol. IX, no. 2, pp. 101–112, 2020, doi: 10.35508/jme.v0i0.3208.