

Analisis Perhitungan Arus *Setting* Sistem Proteksi Arus lebih pada Generator Unit-3 PT. XYZ

AHMAD ABIMANYU ^{1*}, TEGUH ARFIANTO ¹

¹ Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email : Abiman371@itenas.ac.id

Received 24 01 2024 | Revised 31 01 2024 | Accepted 31 01 2024

ABSTRAK

Terdapat suatu permasalahan utama dari sistem daya yaitu adanya gangguan arus hubung singkat. Over current relay memproteksi instalasi listrik terhadap gangguan arus hubung singkat. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh nilai setting over current relay generator XYZ. Paper ini menganalisis perhitungan matematis dan membandingkan dengan data pengujian dilapangan untuk mengetahui arus setting dan waktu operasi pada rele ketika dalam kondisi normal maupun dalam keadaan trip. Berdasarkan pembahasan maka didapat arus setting sebesar 3,64 A dan waktu operasi rele sebesar 4 detik. Hasil tersebut berada pada tap range standar setting yang telah ditetapkan oleh pabrik yaitu 2,5 A hingga 10 A dan waktu operasi rele yaitu 4 detik. Hasil yang didapat membuktikan bahwa dengan menggunakan sistem koordinasi OCR yang diterapkan, mampu mengatasi arus hubung singkat pada sistem daya listrik.

Kata kunci: Arus setting, Generator, Over Current relay, PLTP, Waktu Operasi

ABSTRACT

There is a major problem of the power system, namely the existence of short-circuit current interference. Over current relay protects electrical installations against short circuit current disturbances. The purpose of this research is to obtain the setting value of the over current relay generator of XYZ. This paper analyzes mathematical calculations and compares with field test data to determine the setting current and operating time on the relay when under normal conditions or in a tripped state. Based on the discussion, the setting current of 3.64 A and relay operating time of 4 seconds are obtained. These results are in the standard setting range set by the factory, which is 2.5 A to 10 A and the relay operating time is 4 seconds. The results obtained prove that by using the applied OCR coordination system, it is able to overcome the short circuit current in the electrical power system.

Keywords: Generator, Over Current, Operation Time, PLTP, Setting current

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia pemakaian listrik cukup besar sehingga dibutuhkan banyak sumber pembangkit untuk memenuhi kebutuhan listrik. Terdapat banyak macam pembangkit listrik yang ada di Indonesia seperti : PLTU, PLTA, PLTG, PLTGU dan banyak lagi macam-macam pembangkit listrik lainnya. Sedangkan yang paling banyak menghasilkan listrik di Indonesia yaitu PLTU

(Istianto,2017).

Untuk memenuhi keandalan ketersediaan dan penyaluran energi listrik, kebutuhan sistem proteksi yang memadai sangat mutlak diperlukan. Fungsi peralatan sistem proteksi adalah untuk mengidentifikasi gangguan dan memisahkan bagian jaringan yang terganggu dari bagian lain yang masih dalam keadaan normal serta sekaligus mengamankan bagian ini dari kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian yang lebih besar (Khederzadeh, 2016).

Adapun terdapat gangguan-gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi baik internal maupun eksternal, salah satunya hubung singkat yang bisa menyebabkan kerusakan sistem pada peralatan distribusi maupun pada beban-beban listrik. Oleh karena itu, diperlukan perhatian yang lebih untuk melindungi kerugian akibat adanya gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik (Khederzadeh, 2016).

Suatu keadaan abnormal seperti arus beban lebih dapat mengakibatkan pemanasan yang berlebih pada sistem sehingga dapat memperpendek usia pakai peralatan listrik. Besarnya arus listrik yang mengalir dapat merusak peralatan listrik jika tidak dilengkapi dengan sistem proteksi yang tepat (Khederzadeh, 2016).

Untuk mengantisipasi gangguan maka diperlukan pemilihan peralatan proteksi yang tepat. Proteksi digunakan untuk mencegah arus berlebih dengan menggunakan Over Current Relay, terjadinya beban berlebih bisa menggunakan Thermal Overload Relay dan mencegah arus bocor ketanah dengan menggunakan Earth Leakage Relay (Valyakala, 2013).

Rele arus lebih akan beroperasi jika arus yang melewati coil operasi lebih tinggi dari nilai setting. Nilai setting adalah arus beban maksimum yang telah ditetapkan, rele tidak dapat beroperasi jika nilai arus berada di bawah nilai settingnya, apabila arus yang melewati melebihi nilai setting rele akan beroperasi. Prinsip kerja rele ini bekerja terhadap arus lebih, rele arus lebih akan bekerja bila arus yang mengalir melebihi nilai settingnya (I_s) (Pandjaitan, 2012).

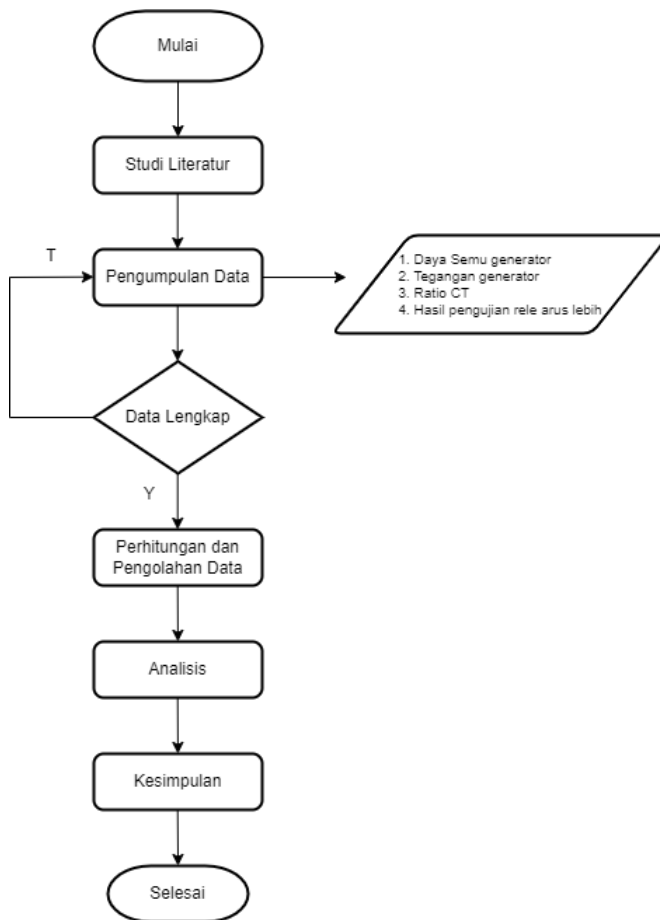
Relai arus lebih di PT XYZ telah berusia puluhan tahun dan sering bekerja. Maka tujuan penelitian ini adalah memperoleh setting Relay yang tepat agar tidak akan ada relai yang bekerja secara bersamaan. Oleh karena itu, relai yang seharusnya tidak berfungsi akan memutus jaringan yang tidak mengalami gangguan. Maka apabila koordinasi antar sistem proteksi sudah bekerja dengan baik dapat meningkatkan kehandalan jaringan transmisi dan distribusi listrik.

2. METODOLOGI

Pemanfaatan kombinasi waktu-arus adalah salah satu teknik yang digunakan untuk mencapai rentang koordinasi rele yang tepat. Gambar 1 merupakan algoritma penelitian untuk melakukan setting rele. Dalam penelitian ini, persyaratan IDMT (Inverse Definite Minimum Time) digabungkan dengan current dan time.

Digram kerja pada penelitian "Analisis Perhitungan Arus Setting Sistem Proteksi Arus Lebih
Diseminasi FTI - 2

pada Generator Unit-3 PT. XYZ, Kab. Bandung, Jawa Barat” penulis melakukan pengumpulan data, pengolahan data dan langkah – langkah sistematis yang disusun menjadi suatu metodologi penelitian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 2 merupakan diagram alir penentuan setting rele arus lebih pada generator.



Gambar 1 Proses penelitian analisis Kinerja Sistem Proteksi Over Gambar 2 diagram alir penentuan setting rele arus lebih pada generatmbar 1 Proses penelitian analisis Kinerja Sistem Proteksi Over Current pada Generator Unit-3 PT. XYZ



Gambar 2 diagram alir penentuan setting rele arus lebih pada generator

Bab ini akan membahas perhitungan pengaturan rele dan parameter yang harus dipertimbangkan(WECC, 1989).

1. Arus nominal

Arus nominal adalah arus kerja dari suatu peralatan listrik dapat diketahui melalui persamaan (1).

$$I_n = I_{base} = \frac{S_{base}}{\sqrt{3} \times V_{base}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$I_n = I_{base}$ = Arus Nominal (A)

S_{base} = Daya Semu (VA)

V_{base} = Tegangan (V)

2. Rasio CT ditentukan dari arus nominal peralatan atau dari kabel pada umumnya dapat diketahui melalui persamaan (2).

$$\text{Rasio CT} = \frac{\text{Sekunder}}{\text{Primer}} \dots\dots\dots (2)$$

3. Nilai arus yang mengalir pada relai arus lebih dapat diketahui melalui persamaan (3).

$$I_{\text{relay}} = \frac{I_{\text{base}}}{\text{Rasio CT}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

I_{relay} = Arus yang mengalir pada relai (A)

I_{base} = Arus Nominal (A)

4. Arus setting dapat dihitung melalui persamaan (4) dan (5).

$$I_{\text{set OCR}} = 1,1 \times I_{\text{base}} (\text{primer}) \dots\dots\dots (4)$$

$$I_{\text{set OCR}} = \frac{I_{\text{set Primer}}}{\text{rasio CT}} (\text{sekunder}) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

I_{set} = Besarnya arus setting sisi primer (A)

I_{base} = Arus Nominal (A)

5. Waktu operasi

Time setting (T_s) adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu pengaman (rele) untuk bekerja dapat diperoleh melalui persamaan (6).

$$T_s = \frac{k}{(I_{\text{set}})^{a-1}} \times TMS \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

k : Konstanta (0,14)

TMS : Time Multiple Setting (0,75 ms)

I_s : Besarnya arus setting sisi primer (A)

a : konstanta standar invers (0,02)

6. Instantaneous

Instantaneous digunakan untuk gangguan yang dekat dengan sumber ketika arus gangguan sangat tinggi dan dapat diperoleh dengan persamaan (7).

$$\text{Instantaneous} = 3 \times I_n \dots\dots\dots (7)$$

7. Arus hubung singkat satu fasa dapat diperoleh dari persamaan (8).

$$I_{hs1\phi} = \frac{3vf}{Z_{tot} + Z_1 + Z_2} \dots\dots\dots (8)$$

8. Arus hubung singkat 2 fasa dapat diperoleh dari persamaan (9).

$$I_{hs2\phi} = \frac{j\sqrt{3}vf}{2(Z_1 + Z_2)} \dots\dots\dots (9)$$

9. Instantaneous

Instantaneous digunakan untuk gangguan yang dekat dengan sumber ketika arus gangguan sangat tinggi dan dapat diperoleh dengan persamaan (7).

$$\text{Instantaneous} = 3 \times I_n \dots \dots \dots (7)$$

10. Arus hubung singkat satu fasa dapat diperoleh dari persamaan (8).

$$I_{hs1\phi} = \frac{3vf}{Z_{tot}+Z_1+Z_2} \dots \dots \dots (8)$$

11. Arus hubung singkat 2 fasa dapat diperoleh dari persamaan (9).

$$I_{hs2\phi} = \frac{j\sqrt{3}vf}{2(Z_1+Z_2)} \dots \dots \dots (9)$$

12. Arus hubung singkat 3 fasa dapat diperoleh dari persaaan (10).

$$I_{hs3\phi} = \frac{vf}{Z_1} \dots \dots \dots (10)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan persamaan (1) hingga persamaan (10) maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan parameter nilai relay seperti nilai nominal, nilai arus yang melalui relai, ratio CT, Arus Setting dan nilai waktu operasi berserta arus hubung singkat dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1 Hasil perhitungan

No.	Keterangan	Nilai
1	Arus Nominal primer	264,62 A
2	Arus Nominal sekunder	3,3 A
2	Nilai arus yang melalui relai arus lebih	3,64 A
3	Ratio CT	400/5 A
4	Arus Setting primer	291,082 A
5	Arus Setting sekunder	3,64 A
6	Arus hubung singkat 3 fasa	11,8 kA
7	Arus hubung singkat 2 fasa	13,5 kA
8	Arus hubung singkat 1 fasa	1,17 kA
9	Time setting primer	0,87 detik
10	Time setting sekunder	4 detik
11	Time setting hubung singkat 3 fasa	1,37 detik
12	Time setting hubung singkat 2 fasa	1,31 detik
13	Time setting hubung singkat 1 fasa	3,7 detik

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan arus setting pada sisi primer terhadap karakteristik waktu. Sedangkan Tabel 3 terdapat tabel hasil perhitungan arus setting pada sisi sekunder terhadap karakteristik waktu. Tabel-tabel tersebut menunjukkan pengaruh lonjakan arus terhadap waktu kerja rele.

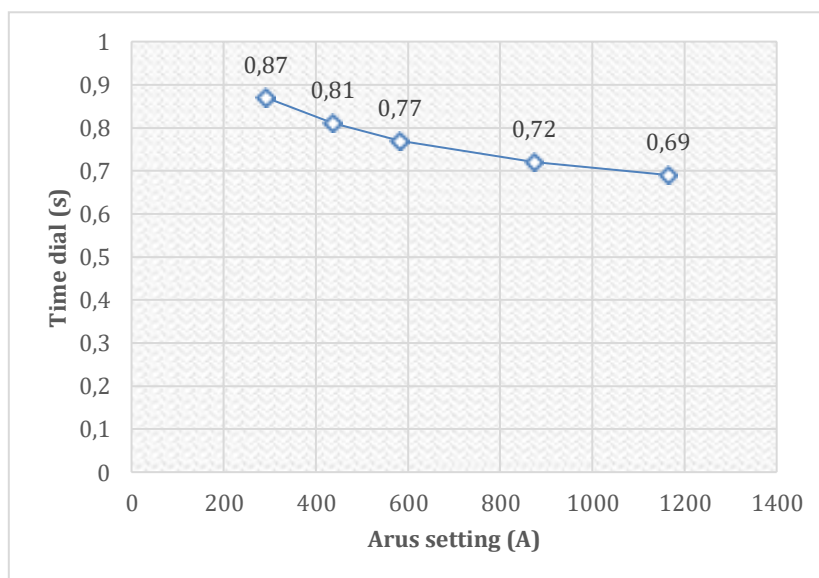
Tabel 2 Hasil perhitungan arus setting pada sisi primer terhadap karakteristik waktu

$I_{\text{sett}} = 291,082$ A $t_s = 0,87 \text{ d}$	Arus setting (A)				Time setting (detik)			
	1,5	2	3	4	1,5	2	3	4
	436,62	582,1	873,2	1164	0,81	0,77	0,72	0,69

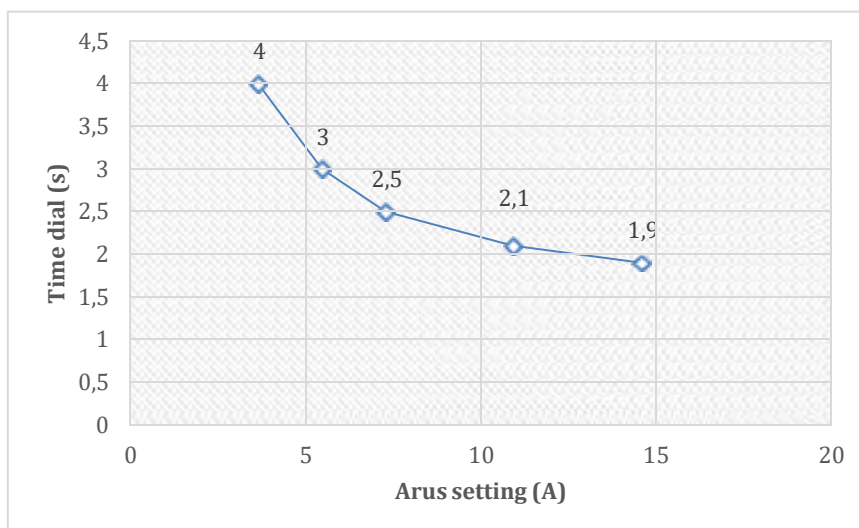
Tabel 3 Hasil perhitungan arus setting pada sisi sekunder terhadap karakteristik waktu

$I_{\text{sett}} = 3,64 \text{ A}$ $t_s = 4 \text{ d}$	Arus setting (A)				Time setting (detik)			
	1,5	2	3	4	1,5	2	3	4
	5,46	7,28	10,92	14,56	3	2,5	2,1	1,9

Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan kurva yang menunjukkan perubahan arus terhadap kecepatan waktu kerja rele, semakin besar arus yang diterima maka semakin cepat waktu kerja rele untuk memberikan informasi ke circuit breaker.



Gambar 3 kurva perbandingan arus terhadap waktu kerja rele di sisi primer



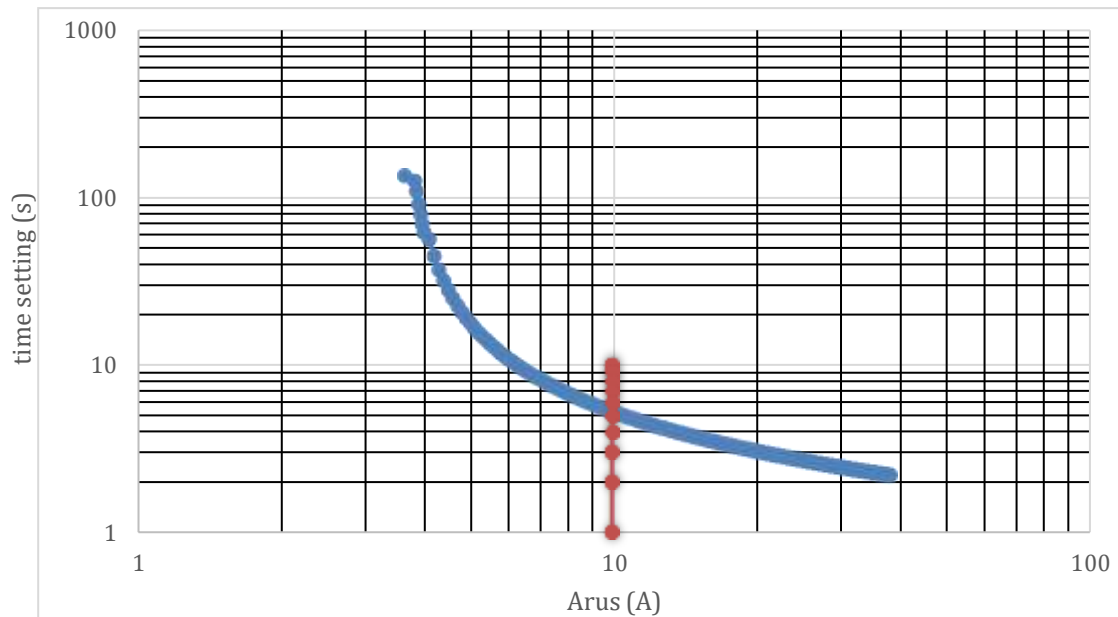
Gambar 4 kurva perbandingan arus terhadap waktu kerja rele di sisi sekunder

Gambar 5 terdapat gambar kurva hasil pengujian menggunakan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan perubahan arus terhadap waktu kerja rele, semakin besar beban maka semakin cepat waktu kerja relai untuk memberikan informasi ke circuit breaker. Pada gambar terdapat juga instantaneous yang bernilai 9,9 A.

Tabel 4 Hasil pengujian perhitungan arus setting pada sisi sekunder

Arus setting (A)	Time setting (s)	Arus setting (A)	Time setting (s)	Arus setting (A)	Time setting (s)	Arus setting (A)	Time setting (s)
3,64	132,764839	7,9	0,01329113	12,4	0,01329113	16,9	0,00621301
3,822	123,529411	8	0,013125	12,5	0,013125	17	0,00617647
3,8584	0,02721335	8,1	0,01296296	12,6	0,01296296	17,1	0,00614035
3,8948	0,02695902	8,2	0,01280487	12,7	0,01280487	17,2	0,00610465
3,9312	0,02670940	8,3	0,01265060	12,8	0,01265060	17,3	0,00606936
3,9676	0,02646436	8,4	0,0125	12,9	0,0125	17,4	0,00603448
4	0,02625	8,5	0,01235294	13	0,01235294	17,5	0,006
4,1	0,02560975	8,6	0,01220930	13,1	0,01220930	17,6	0,00596590
4,2	0,025	8,7	0,01206896	13,2	0,01206896	17,7	0,00593220
4,3	0,02441860	8,8	0,01193181	13,3	0,01193181	17,8	0,00589887
4,4	0,02386363	8,9	0,01179775	13,4	0,01179775	17,9	0,00586592
4,5	0,02333333	9	0,01166666	13,5	0,01166666	18	0,00583333
4,6	0,02282608	9,1	0,01153846	13,6	0,01153846	18,1	0,00580110
4,7	0,02234042	9,2	0,01141304	13,7	0,01141304	18,2	0,00576923
4,8	0,021875	9,3	0,01129032	13,8	0,01129032	18,3	0,00573770
4,9	0,02142857	9,4	0,01117021	13,9	0,01117021	18,4	0,00570652
5	0,021	9,5	0,01105263	14	0,01105263	18,5	0,00567567
5,1	0,02058823	9,6	0,0109375	14,1	0,0109375	18,6	0,00564516
5,2	0,02019230	9,7	0,01082474	14,2	0,01082474	18,7	0,00561497

Arus setting (A)	Time setting (s)	Arus setting (A)	Time setting (s)	Arus setting (A)	Time setting (s)	Arus setting (A)	Time setting (s)
5,3	0,01981132	9,8	0,01071428	14,3	0,01071428	18,8	0,00558510
5,4	0,01944444	9,9	0,01060606	14,4	0,01060606	18,9	0,00555555
5,5	0,01909090	10	0,0105	14,5	0,0105	19	0,00552631
5,6	0,01875	10,1	0,01039604	14,6	0,01039604	19,1	0,00549738
5,7	0,01842105	10,2	0,01029411	14,7	0,01029411	19,2	0,00546875
5,8	0,01810344	10,3	0,01019417	14,8	0,01019417	19,3	0,00544041
5,9	0,01779661	10,4	0,01009615	14,9	0,01009615	19,4	0,00541237
6	0,0175	10,5	0,01	15	0,01	19,5	0,00538461
6,1	0,01721311	10,6	0,00990566	15,1	0,00990566	19,6	0,00535714
6,2	0,01693548	10,7	0,00981308	15,2	0,00981308	19,7	0,00532994
6,3	0,01666666	10,8	0,00972222	15,3	0,00972222	19,8	0,00530303
6,4	0,01640625	10,9	0,00963302	15,4	0,00963302	19,9	0,00527638
6,5	0,01615384	11	0,00954545	15,5	0,00954545	20	0,00525
6,6	0,01590909	11,1	0,009459459	15,6	0,009459459	20,1	0,005223881
6,7	0,015671642	11,2	0,009375	15,7	0,009375	20,2	0,00519802
6,8	0,015441176	11,3	0,009292035	15,8	0,009292035	20,3	0,005172414
6,9	0,015217391	11,4	0,009210526	15,9	0,009210526	20,4	0,005147059
7	0,015	11,5	0,009130435	16	0,009130435	20,5	0,005121951
7,1	0,014788732	11,6	0,009051724	16,1	0,009051724	20,6	0,005097087
7,2	0,014583333	11,7	0,008974359	16,2	0,008974359	20,7	0,005072464
7,3	0,014383562	11,8	0,008898305	16,3	0,008898305	20,8	0,005048077
7,4	0,014189189	11,9	0,008823529	16,4	0,008823529	20,9	0,005023923
7,5	0,014	12	0,00875	16,5	0,00875	21	0,005
7,6	0,013815789	12,1	0,008677686	16,6	0,008677686	21,1	0,004976303
7,7	0,013636364	12,2	0,008606557	16,7	0,008606557	21,2	0,00495283
7,8	0,013461538	12,3	0,008536585	16,8	0,008536585	21,3	0,004929577
7,9	0,013291139						



Gambar 5 Perbandingan arus terhadap waktu kerja rele

Hasil perhitungan arus setting diambil dari nilai arus nominal generator sebesar 264,62 A kemudian dikalikan dengan setting Relay sebesar 1,1. Maka arus setting yang didapatkan pada sisi primer yaitu 291,082 A, sedangkan arus setting yang didapatkan pada sisi sekunder yaitu 3,64 A. Jika dibandingkan dengan nilai hasil pengujian yaitu 3,75 A maka nilai hasil perhitungan cukup dekat dengan nilai hasil pengujian. Perbedaan dapat disebabkan karena panel tap range yang tersedia yaitu 3,75 A sehingga dipilih panel tersebut karena perbedaannya cukup sedikit dan masih berada pada tap range standar setting rele MOC-7BI yang ditentukan dengan standar dari pabrik mitsubishi.

Untuk hasil perhitungan setting rele Mitsubishi MOC-7BI pada time dial di sisi primer senilai 0,87 detik maka nilai time dial tersebut tidak berbeda jauh dengan Permen ESDM Nomor 20 Tahun 2020 yaitu dengan beda waktu tunda ≈ 300 ms (tiga ratus millisecond). Pada sisi sekunder time dial yang didapatkan yaitu 4 detik. Jika di bandingkan dengan hasil pengujian untuk time dial senilai 4 detik, maka memiliki nilai yang serupa begitu juga dengan standar setting rele Mitsubishi MOC-7BI berdasarkan pabrikan.

Dari hasil perhitungan tersebut dimaksudkan agar kerja rele lebih terkoordinasi dimana artinya apabila terjadi gangguan hubung singkat maka rele utama akan lebih dahulu bekerja dan apabila rele utama gagal bekerja maka rele bantu akan bekerja (sebagai back-up).

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan maka dapat diberi kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai arus nominal sebesar 264,62 A pada sisi primer sedangkan pada sisi sekunder sebesar 3,3 A dan nilai arus yang melalui rele arus lebih sebesar 3,64 A yang dipengaruhi oleh nilai rasio CT sebesar 400/5.
2. Hasil perhitungan setting arus yang didapat, nilai arus pada rele tersebut sangat baik di mana nilai setting didapat 291,082 A di sisi primer dan 3,64 A di sekunder, karena sesuai dengan standar yang telah ditentukan pabrik.
3. Hasil perhitungan nilai setting waktu rele didapat sisi primer senilai 0,87 detik. Pada hasil

perhitungan sisi sekunder time dial yang didapatkan yaitu 4 detik, serupa dengan hasil pengujian time dial senilai 4 detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak PT. XYZ atas arahan dan bimbingan untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Istianto, B. R., Wibowo, P. (2017). Analisa dan Optimasi Sistem PLTGU Biomassa Gas Metan dengan Daya 20 MW. Jurnal Teknologi, 9(2): 65-76

Khederzadeh. (2006). Back-up Protection Of Distance Relay Second Zone By Directional Overcurrent Relays With Combined Curves. Iran. IEEE variable frequency transformer, 1-4244-0493-2/06.

Pandjaitan, Bonar. (2012). Praktik – Praktik Proteksi System Tenaga Listrik. Yogyakarta : Andi Offset

Permen ESDM. (2020). Undang-undang Nomor 20 Tahun 2020 tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Grid Code). Jakarta

Valyakala, A. M., Dileepal, J., & Paul, B. (2013). Root Cause Analysis for the Failure of a Forced Draft Fan. International Journal of Engineering Research and Development, 6(5) : 84-90

WECC (1989), Relaying Current Transformer Application Guide. Salt Lake City, Utah.