



## ANALISIS SISTEM PROTEKSI *OVERFLUXING* PADA SINKRONISASI GENERATOR DI PLTSA BANTARGEBAH

Mulia Agustiani<sup>1</sup>, Insani Abdi Bangsa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang  
 Jl. H. S. Ronggowaluyo Telukjambe Timur, Karawang  
 Telp. (0267) 641355, Faks. (0267) 641355

E-mail: [Mulia.agustiani18007@student.unsika.ac.id](mailto:Mulia.agustiani18007@student.unsika.ac.id)<sup>1</sup>, [iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id](mailto:iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id)<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Received : 20-06-2022  
 Accepted : 12-08-2022  
 Published : 15-09-2022

Proteksi pada generator berperan dengan cara mendeteksi, memberi alarm hingga mematikan semua sistem ketika nilai yang diproteksi yaitu tegangan, arus, fluks (*overfluxing*) melebihi atau kurang dari batas yang telah disetting. Pada penelitian ini dilakukan analisis mengenai kegagalan *overfluxing* pada sinkronisasi generator dan mengetahui analisis setting waktu bekerjanya relay proteksi *overfluxing* di PLTSA Bantargebah. Analisis yang dilakukan dengan cara perhitungan standar *overvoltage*, perhitungan kinerja relay berdasarkan frekuensi tetap dan frekuensi tidak tetap serta identifikasi karakteristik gangguan *overfluxing* dengan *data record* pada bulan Juni 2021. Hasil analisis relay *overfluxing* selalu bekerja dibawah rentang nilai setting trip atau alarm yang diterapkan namun nilai setting waktu bekerjanya proteksi *overfluxing* sudah sesuai dengan Standar Internasional *Electrical Commission* (IEC) 60038 dan buku panduan relay proteksi generator micom P342 yang digunakan.  
 Kata kunci : Generator, *Overfluxing*, *Overvoltage*, PLTSA, Relay, Sinkronisasi

### ABSTRACT

*Protection on the generator comes at the task of detecting, providing alarms to turn off all systems when the protected value of voltage, current, overfluxing exceed or below the threshold that being set. In this study, an analysis of the failure of overfluxing in generator synchronization was carried out and to find out the analysis of the working time setting of the overfluxing protection relay in PLTSA Bantargebah. The analysis by calculating the standard overvoltage, the relay performance based on fixed and variable frequencies and identifying the characteristics overfluxing disturbance with data records in June 2021. The results of the analysis overfluxing relay always work below the applied trip or alarm setting value, but the operating time setting value of the overfluxing protection is in accordance with the International Commission Standard (IEC) 60038 and the Micom P342 generator relay protection manual used.*  
 Keywords: Generator, *Overfluxing*, *Overvoltage*, PLTSA, Relay, Synchronization

### 1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi primer yang dibutuhkan manusia dari berbagai sektor kehidupan. Mulai dari sektor industri, pertanian, kebutuhan rumah tangga bahkan sebagai energi penunjang pada operasi pembangkitan di pembangkit tenaga listrik. PLTSA Bantargebah merupakan pembangkit listrik non-comercial yang menggunakan listrik hasil pembangkitan untuk keperluan gedung dan area sekitar pembangkit. Meskipun demikian, untuk memenuhi kebutuhan operasi pembangkit itu sendiri tentu memerlukan pasokan energi listrik yang memadai. Penggunaan komponen utama yaitu generator merupakan hal yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan beban sistem pembangkitan

listrik di PLTSA Bantargebah (PLTSA Bantargebah, 2021).

Dalam suatu sistem pembangkitan di pembangkit tenaga listrik terdapat beberapa alat yang digunakan, salah satunya adalah komponen utama yaitu generator. Generator sinkron atau disebut juga dengan alternator merupakan komponen yang menghasilkan tegangan dan arus bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan adanya induksi magnet (Armansyah, 2016) (Antono, 2013).

Penggunaan generator pada setiap sektor bergantung dengan jumlah total beban yang harus

dipenuhi. Di PLTSa Bantargebang, Pembebanan dalam sistem pembangkitan tenaga listrik cukup besar dan sering kali dibutuhkan dua atau lebih sumber catu daya. Pembebanan yang cukup besar yang tidak dapat *discover* oleh satu generator dapat menyebabkan trip bahkan kerusakan pada sistem pembangkitan. Hal ini diatasi dengan cara menghubungkan generator dengan generator atau generator dengan sistem.

Sinkronisasi merupakan proses penghubungan dua atau lebih sumber catu daya dengan syarat menyamakan tegangan, frekuensi, fasa dan urutan fasa untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Pada proses sinkronisasi dimungkinkan adanya kegagalan yang menyebabkan tidak dapat berjalannya proses sinkronisasi sampai kerusakan pada generator. Satu diantara cara untuk mengatasi kegagalan dalam suatu pembangkit listrik yaitu pemasangan proteksi, sama dengan proteksi pada komponen lainnya proteksi pada generator juga perlu disesuaikan dengan spesifikasi komponen, kebutuhan sistem, dan karakteristik gangguan yang memungkinkan terjadi pada saat proses berlangsung (Antono, 2013) (Hajar, I dan Usman Fadhillah, 1970).

Berdasarkan pemaparan diatas, peneliti berfokus pada analisis kegagalan *overfluxing* pada sinkronisasi generator di PLTSa Bantargebang untuk mengetahui karakteristik proteksi relay *overfluxing* pada sinkronisasi generator di PLTSa Bantargebang dan mengetahui analisis setting relay proteksi *overfluxing* di PLTSa Bantargebang sehingga pada saat sinkronisasi generator selanjutnya tidak terjadi kegagalan *overfluxing* yang sama. Untuk menganalisis hal tersebut, diperlukan beberapa teori penunjang penelitian sebagai berikut:

#### a. Generator Sinkron

Generator sinkron atau alternator merupakan alat yang sangat penting didalam proses pembangkitan listrik. Generator sinkron berfungsi sebagai pengubah energi mekanik yang berasal dari putaran shaft turbin menjadi energi listrik dengan perantara induksi medan magnet. Generator bekerja berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik atau fluksi yang mengubah putaran shaft turbin menjadi medan putar pada belitan medan di rotor kemudian menginduksi belitan jangkar dari generator sinkron yang terdapat pada stator (Armansyah, 2016).

Generator sinkron biasa disebut alternator karena kecepatan putar rotor sama dengan kecepatan putar medan magnet sehingga menghasilkan frekuensi listrik yang sinkron dengan putaran mekanis dari generator. Penggunaan generator sinkron, baik generator sinkron AC tiga fasa dan satu fasa bergantung pada kebutuhan. Generator mempunyai beberapa kapasitas, baik kapasitas kecil

maupun kapasitas besar. Biasanya generator berkapasitas besar digunakan di pembangkit seperti PLTA, PLTSa, PLTU dan PLTG. Sedangkan generator berkapasitas kecil biasanya digunakan pada kebutuhan rumah tangga maupun usaha seperti generator set (Syaiful et al., 2014).

PLTSa Bantargebang menggunakan generator tanpa sikat (*Brushless*) dengan detail seperti diperlihatkan pada gambar 1 dan Tabel 1.



**Gambar 1. Spesifikasi Generator di PLTSa Bantargebang**

**Tabel 1. Keterangan Spesifikasi Generator di PLTSa Bantargebang**

Kategori	Spesifikasi
Tipe	LSA49.1.L11
Tegangan	380 V
Penguatan/ eksitasi	40V / 3.4 A ( <i>Brushless</i> )
Frekuensi	50 Hz

#### b. Sinkronisasi Generator

Sinkronisasi merupakan proses penggabungan dua sistem atau dua satu daya yang bekerja pada tegangan AC, baik penggabungan generator dengan generator maupun generator dengan sistem untuk mendapatkan daya sebesar jumlah yang diperlukan dengan syarat-syarat tertentu (Pabowo, 2015). Adapun syarat sinkronisasi generator yaitu:

1. Mempunyai nilai Tegangan yang sama

Pada saat proses sinkronisasi nilai tegangan antara generator dengan catu daya lain atau sistem harus mempunyai nilai atau besaran yang sama. Untuk menyamakan nilai tegangan pada saat sinkronisasi adalah dengan cara mengatur nilai arus eksitasinya. Adapun *Standar International Electrical Commission* (IEC) 60038 standar toleransi tegangan pada suatu pembangkit adalah  $\pm 10\%$  dari tegangan

yang dibangkitkan (International Electrotechnical Commission, 2007).

## 2. Frekuensi sama

Frekuensi generator dengan frekuensi sistem atau sistem pada proses sinkronisasi mutlak harus sama. Pada umumnya frekuensi yang digunakan pada generator adalah 50 Hz. Sesuai standar IEEE C37.106-1987 besar frekuensi yang diperbolehkan adalah  $\pm 1\%$  dari frekuensi referensi, yaitu sebesar 50 Hz untuk Indonesia (ANSI-IEEE C37.102-1987 GUIDE FOR AC GENERATOR PROTECTION.Pdf, n.d.).

## 3. Urutan fasa yang sama

Seperti syarat sinkronisasi yang lain, urutan fasa antara generator dengan sistem yang sama merupakan hal yang penting. Pada prosesnya, urutan fasa ini merupakan arah putaran dari ketiga fasa yang dapat dilihat melalui sinkroskop yang terpasang pada panel sinkronisasi. Sinkroskop akan ada pada titik tengah menunjuk jarum jam 12 menyatakan urutan fasa telah sama (Antono, 2013).

## 4. Memiliki sudut fasa yang sama

Pada proses sinkronisasi generator, sudut fasa yang sama diartikan bahwa kedua fasa antara generator dan sistem mempunyai sudut yang berhimpit sama atau 0 derajat (Pabowo, 2015).

Tujuan dilakukannya sinkronisasi pada pembangkit di PLTSA Bantargebang adalah untuk menghubungkan busbar 380 V keluaran generator dengan busbar 380 V sistem saat pembangkit mulai *start-up*. Adapun relay proteksi generator yang digunakan di PLTSA Bantargebang adalah Relay proteksi generator micom P342 seperti pada gambar 2.



**Gambar 2. Relay Proteksi Generator Micom P342**

Relay Proteksi ini berperan dengan cara mendeteksi, memberi alarm hingga mematikan semua sistem Ketika nilai yang diproteksi yaitu tegangan, arus, fluks (overfluxing) melebihi atau kurang dari batas yang telah disetting (Hajar, I dan Usman Fadhillah, 1970, 1970) (Relay & Sheet Micom, 2021). Kondisi-kondisi yang terdeteksi tidak normal akan diinisiasi sebagai gangguan oleh relay

proteksi yang digunakan pada generator tersebut ( Seada Hussen *at al*, 2019). Adapun batas-batas proteksi yang diterapkan pada proteksi generator di PLTSA Bantargebang ditampilkan pada Tabel 2:

**Tabel 2. Parameter relay proteksi generator Micom P342**

Parameter	Relay proteksi	Setting point	Keterangan		
Frekuensi	Underfrekuensi	$F < 1 = 48.5 \text{ Hz}$	Trip grup ke-1		
		$F < 2 = 47.5 \text{ Hz}$	Trip grup ke-2		
		$F > 1 = 47.5 \text{ Hz}$	Trip grup ke-1		
	Overfrekuensi	$F > 2 = 51.5 \text{ Hz}$	Trip grup ke-2		
		Current	Overcurrent	$I > 1 = 1.6 \text{ kA}$	Trip grup ke-1
				$I > 2 = 2.2 \text{ kA}$	Trip grup ke-2
Voltage	Undervoltage	$V < 1 = 310.9 \text{ V}$	Trip grup ke-1		
		$V < 2 = 293.6 \text{ V}$	Trip grup ke-2		
		Overvoltage	$V > 1 = 414.5 \text{ V}$	Trip grup ke-1	
	$V > 2 = 418 \text{ V}$		Trip grup ke-2		
	V/Hz		Overfluxing	$V < 1 = 8.153 \text{ V/Hz}$	Alarm grup ke-1
		$V > 1 = 8.36 \text{ V/Hz}$		Trip grup ke-1	
$V > 2 = 9.12 \text{ V/Hz}$		Trip grup ke-2			
		$V > 3 = 9.88 \text{ V/Hz}$	Trip grup ke-3		

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Diagram Alir Penelitian

Metode pengumpulan data terdapat pada diagram alir pengumpulan data diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

#### B. Jenis dan Sumber Data

##### 1. Data primer

Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari hasil observasi atau meninjau langsung ke lapangan dan hasil diskusi yang didasarkan pada diagram alir penelitian.

##### 2. Data sekunder

Data sekunder digunakan sebagai pelengkap dan penunjang data primer didapatkan dari studi kepustakaan.

#### C. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Bantargebang pada 5 Juli 2021 s.d 27 Agustus 2021.

### 3. PEMBAHASAN

#### A. Karakteristik Proteksi Relay *Overfluxing* di PLTSA Bantargebang

- Perhitungan Standar *Overvoltage*

*Overfluxing* terjadi karena generator bekerja dengan rasio tegangan terhadap frekuensi melebihi batas maksimum V/Hz yang diizinkan. *Overfluxing* kemungkinan besar terjadi karena gangguan dari sistem eksitasi yang dapat memungkinkan menghasilkan tegangan berlebih. *Overfluxing* juga mungkin terjadi selama operasi sinkronisasi ketika generator telah disinkronkan dengan jaringan suplai seperti sistem. Dalam hal ini, PLTSA Bantargebang mempunyai generator dengan tegangan 380 V dan

batas maksimum tegangan 414.5 V batas minimum tegangan 310.9 V. Serta frekuensi generator 50 Hz dengan batas Maksimum frekuensi 52.5 Hz dan batas minimum frekuensi 48.5 Hz.

Menurut *Standar International Electrical Commission (IEC) 60038* standar toleransi tegangan 380 V adalah  $\pm 10\%$  dari tegangan tersebut. Jika dihitung berdasarkan standar (*International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, 2007*), maka :

$$\begin{aligned} \text{Overvoltage} &= 10\% \times 380 = 38 \\ &38 + 380 = 418 \end{aligned}$$

Sedangkan di PLTSA Bantargebang setting *overvoltage* grup 1 yaitu 414.5 V, atau 9.14% dari 380 V sebagai alarm pertama dan nilai setting *overvoltage* grup 2 yaitu 418 V sebagai batas *overvoltage* untuk trip.

$$\begin{aligned} \text{Undervoltage} &= 10\% \times 380 = 38 \\ &380 - 38 = 342 \end{aligned}$$

Sedangkan di PLTSA Bantargebang setting *undervoltage* grup 1 yaitu 310.9 atau 18.18% dari 380 V sebagai alarm petama dan nilai setting *undervoltage* grup 2 yaitu 293.6 V sebagai batas *undervoltage* untuk trip. Hasil perhitungan tegangan ini, mempunyai korelasi dengan standar penggunaan Micom P342.

Berdasarkan buku panduan Relay Proteksi Generator Micom P342 kondisi *overfluxing* yang terpasang yaitu memiliki rasio 5% dari perbandingan antara setting *overvoltage* dengan frekuensi standar. Ketika tegangan maksimum yang digunakan adalah 418 V, maka perhitungan setting *overfluxing* di PLTSA Bantargebang sebagai berikut:

$$\begin{aligned} B &= V/f & (1) \\ &= 418/50 \\ &= 8.36 \text{ V/Hz} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Overfluxing} &= 5\% \times B & (2) \\ &= 5\% \times 8.36 \\ &= 0.40 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, Setting trip perbandingan maksimum tegangan (*overvoltage*) dengan frekuensi standar bernilai 8.36 V/Hz yang diterapkan dengan nilai *overfluxing* 0.40 merupakan angka yang sesuai dengan setting trip *overfluxing* Relay Proteksi Generator Micom P342 seperti diperlihatkan pada gambar 4.1, yang berarti nilai setting trip maupun alarm yang ditampilkan sebagai parameter *overfluxing* di Relay Proteksi Generator Micom P342 yang terapkan di PLTSA Bantargebang adalah nilai dari perbandingan tegangan dengan frekuensi standarnya dan bukan nilai *overfluxing* yang sebenarnya yaitu 5% dari perbandingan

maksimum tegangan (*overvoltage*) dengan frekuensi standarnya.

Meskipun demikian, ketika Relay Proteksi Generator Micom P342 menampilkan Setting trip perbandingan tegangan dengan frekuensi standar bernilai 8.36 V/Hz nilai *overfluxing* sesungguhnya akan tetap 5% dari perbandingan maksimum tegangan (*overvoltage*) dengan frekuensi standarnya karena sesuai dengan standar dan pembacaan dari komponen Relay Proteksi Generator Micom P342 yang digunakan.

- Perhitungan Kinerja Proteksi *Overfluxing* Di PLTSa Bantargebang

Setting yang diterapkan pada parameter Micom P342 PLTSa Bantargebang Grup ke-1 yaitu Setting alarm *overfluxing* 8.153 V/Hz dan Setting trip *overfluxing* 8.36 V/Hz serta grup ke-2 yaitu Setting trip *overfluxing* 9.12 V/Hz dan Setting trip grup ke-3 yaitu *overfluxing* 9.88 V/Hz. Untuk menganalisis Kinerja proteksi *overfluxing* maka dilakukanlah perhitungan *overfluxing* menggunakan Microsoft excel seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Perhitungan Kinerja Proteksi *Overfluxing* Dengan Frekuensi Yang Tidak Tetap**

No	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	B (V/Hz)	Overfluxing	Keterangan
1	494	62.5	7.904	0.3952	None
2	480	60	8	0.4	None
3	456	57.5	7.9304	0.396522	None
4	447	55	8.1272	0.406364	None
5	437	52.5	8.3238	0.41619	Trip
6	418	50	8.36	0.418	Trip
7	414.5	47.5	8.7263	0.436316	Trip
8	407.65	45	9.0588	0.452944	Trip
9	399	42.5	9.3882	0.469412	Trip
10	380	40	9.5	0.475	Trip
11	361	37.5	9.6266	0.481333	Trip
12	342	35	9.7714	0.488571	Trip
13	337	32.5	10.369	0.518462	Trip
14	310.9	30	10.363	0.518167	Trip
15	300	27.5	10.909	0.545455	Trip
16	299	25	11.96	0.598	Trip
17	293.6	22.5	13.048	0.652444	Trip
18	290	20	14.5	0.725	Trip
19	287	17.5	16.4	0.82	Trip
20	268	15	17.866	0.893333	Trip

Dari data yang telah didapat pada Tabel 3, perhitungan nilai tegangan dengan frekuensi yang

tidak tetap membuktikan bahwa pengaruh dari frekuensi sangat besar untuk nilai *overfluxing*, semakin besar nilai frekuensi maka nilai *overfluxing* yang didapat adalah semakin kecil. Begitu juga dengan tegangan yang dipakai dalam perhitungan, semakin besar tegangan sedangkan frekuensinya kecil juga memengaruhi besarnya nilai *overfluxing*. Namun dalam pengoperasian sinkronisasi generator, frekuensi yang digunakan tidak akan memiliki nilai yang jauh dengan frekuensi standar. Untuk itu, dilakukan perhitungan analisis kinerja proteksi *overfluxing* dengan frekuensi standar 50 Hz seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Perhitungan Kinerja Proteksi *Overfluxing* Dengan Frekuensi Standar 50 Hz**

No	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	B (V/Hz)	Overfluxing	Keterangan
1	494	50	9.88	0.494	Trip grup ke-3
2	480	50	9.6	0.48	Trip
3	456	50	9.12	0.456	Trip grup ke-2
4	447	50	8.94	0.447	Trip
5	437	50	8.74	0.437	Trip
6	418	50	8.36	0.418	Trip grup ke-1
7	414.5	50	8.29	0.4145	Trip
8	407.65	50	8.153	0.40765	Alarm grup ke-1
9	399	50	7.98	0.399	None
10	380	50	7.6	0.38	None
11	361	50	7.22	0.361	None
12	342	50	6.84	0.342	None
13	337	50	6.74	0.337	None
14	310.9	50	6.218	0.3109	None
15	300	50	6	0.3	None
16	299	50	5.98	0.299	None
17	293.6	50	5.872	0.2936	None
18	290	50	5.8	0.29	None

Dari data yang telah didapat pada Tabel 4, Penerapan setting alarm *overfluxing* grup-1 pada baris ke-8 yaitu bernilai 8.153 V/Hz pada tegangan 407.65 V merupakan keputusan yang tepat karena hal ini mendukung penerapan nilai setting trip *overfluxing* pada grup-1 pada baris ke-6 yaitu bernilai 8.36 V/Hz yang berada pada maksimal *overvoltage* sesuai dengan standar IEC 60038 yaitu berada pada maksimum tegangan 418 V yaitu 10% dari 380 V. Maka, Ketika tegangan baru mencapai 407.65 V dan *overfluxing* bernilai 8.153 V/Hz akan terjadi alarm sebelum mencapai maksimal tegangan. Sedangkan untuk setting trip *overfluxing* pada baris ke-1 dan ke-3 kemungkinan terjadi pada setting nilai tersebut sangat kecil karena sudah terlebih dahulu diproteksi oleh batas setting alarm maupun trip pada rentang nilai *overfluxing* berwarna kuning. Hal ini dapat meminimalisasi dampak negatif dan

mempercepat proteksi generator saat sinkronisasi berjalan.

- Identifikasi Karakteristik Gangguan *Overfluxing* Di PLTSa Bantargebang

Berdasarkan *data record* gangguan *overfluxing* di PLTSa Bantargebang pada bulan Juni 2021, terdapat data-data gangguan seperti diperlihatkan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Nilai *Overfluxing* Dari Gangguan *Overfluxing* Di PLTSa Bantargebang**

<i>N o</i>	<i>Tang gal</i>	<i>Tegang an Rata-Rata (V)</i>	<i>Frekue nsi (Hz)</i>	<i>Overflu xing</i>	<i>Dur asi</i>	<i>Keteran gan</i>
1	03 Juni 2021	390.9	48.49	0.40307 28	3,16 7 s	Start alarm
2	03 Juni 2021	387.6	48.49	0.39967 504	3,1 s	Start alarm
3	05 Juni 2021	387.9	48.48	0.40006 188	3,05 5 s	Start alarm
4	06 Juni 2021	392.9	48.5	0.40505 155	3,17 6 s	Trip
5	23 Juni 2021	385.766 667	48.48	0.39786 166	3,11 7 s	Start alarm
6	25 Juni 2021	387.533 333	48.5	0.39951 89	3,06 5 s	Start alarm
7	26 Juni 2021	391.6	48.48	0.40387 789	3,04 9 s	Start alarm
8	26 Juni 2021	387.3	48.49	0.39936 069	3,09 8 s	Start alarm

Dari perhitungan *data record* diatas, terlihat bahwa rata-rata kasus gangguan sinkronisasi akibat *overfluxing* berstatus start alarm yang artinya hanya mencapai setting alarm dan yang menyebabkan trip hanya terjadi pada tanggal 06 Juni 2021 dengan nilai 8.10 V/Hz dan nilai *overfluxing* sebesar 0.40 yang berarti nilai tersebut berada dibawah setting alarm *overfluxing* maupun setting trip. Hal ini membuktikan bahwa secara umum relay ini dihubungkan ke alarm dan tidak men-trip-kan unit generator, sehingga operator dapat mengambil tindakan untuk memperbaiki kondisi ini.

#### B. Analisis Perhitungan Setting Waktu Bekerjanya Proteksi *Overfluxing* Di PLTSa Bantargebang

Setting waktu bekerjanya proteksi *overfluxing* di PLTSa Bantargebang menggunakan rumus yang tertera pada data Buku panduan relay proteksi generator Micom P342 sebagai berikut:

$$t = 0.8 + \frac{0.18 \times TMS}{(M-1)^2}$$

$$M = \frac{V}{f \cdot (Trip \text{ Setting})}$$

$$\text{Maka, } M = \frac{\frac{380}{50}}{\frac{418}{50}}$$

$$M = \frac{7.6}{8.36}$$

$$M = 0.90$$

Maka setting waktu bekerja proteksinya adalah:

$$t = 0.8 + \frac{0.18 \times TMS}{(M-1)^2}$$

\*Nilai TMS diambil dari data buku panduan relay proteksi generator Micom P342

$$t = 0.8 + \frac{0.18 \times 1}{(0.90-1)^2}$$

$$t = 0.8 + \frac{0.18}{0.01}$$

$$t = 0.8 + 18$$

$$t = 18 \text{ s}$$

Dari perhitungan setting waktu bekerja dari relay proteksi *overfluxing* di PLTSa Bantargebang didapatkan hasil 18s untuk trip pertama. Dalam hal ini, PLTSa Bantargebang sudah menerapkan 10s setting waktu dari relay proteksi *overfluxing* untuk alarm pertama dan tambahan 1s setting waktu dari relay proteksi *overfluxing* untuk trip. Oleh karena itu, dapat disimpulkan setting relay proteksi *overfluxing* yang diterapkan di PLTSa Bantargebang sudah sesuai dengan standar IEC 60038 dan buku panduan dari proteksi generator Micom P342 yang digunakan baik dalam setting nilai alarm dan trip maupun waktu proteksi harus bekerja.

## 4. PENUTUP

### 4.1. KESIMPULAN

Karakteristik proteksi relay *overfluxing* di PLTSa Bantargebang utamanya dalam proses sinkronisasi generator selalu bekerja dibawah rentang nilai setting alarm maupun setting trip relay *overfluxing*. Secara umum relay ini dihubungkan ke alarm dan tidak men-trip-kan unit generator, sehingga operator dapat mengambil tindakan untuk memperbaiki kondisi ini. Adapun faktor yang menyebabkan terdeteksinya gangguan sinkronisasi akibat *overfluxing* di PLTSa Bantargebang yaitu karena *underfrekuensi*, *overfrekuensi*, Frekuensi yang turun naik (Abnormal) serta Arus Beban Kumpanan Tidak Seimbang (*Unbalance Armature Current*) serta hasil analisis Setting relay proteksi *overfluxing* di PLTSa Bantargebang sudah sesuai dengan *Standar International Electrical Commission* (IEC) dan Buku panduan relay proteksi generator Micom P342 yang digunakan baik dalam setting nilai alarm dan

trip maupun waktu proteksi harus bekerja. Hal ini didapat dengan Analisis penerapan maksimum *overvoltage* serta setting waktu bekerjanya proteksi *overfluxing* yang sudah sesuai dengan standar yaitu maksimum *overvoltage* 418 V dan setting waktu bekerjanya 10s untuk alarm dan tambahan 1s untuk trip.

## REFERENSI

- ANSI-IEEE C37.102-1987 *GUIDE FOR AC GENERATOR PROTECTION.pdf*. (n.d.).
- Antono, D. & M. K. (2013). Penerapan sinkronisasi jaringan tiga fasa PLN dengan generator sinkron menggunakan trainer power sistem simulation. *Penerapan Sinkronisasi Jaringan Tiga Fasa PLN Dengan Generator Sinkron Menggunakan Trainer Power Sistem Simulation*, 2(3), 151–158. Sinkronisasi generator, tegangan, frekuensi, arus
- Armansyah, S. (2016). Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal. *Jurnal Teknik Elektro UISU*, 1(3), 48–55.
- International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, S. (2007). IEC 60038-Standard voltages. *Iec*, 1997, 1997–3. www.iec.ch
- Jurnal, R. T. (1970). Analisa Proteksi Hilang Eksitasi Pada Generator Sinkron Di Pltgu Muara Tawar Gt Unit 1.3. *Sutet*, 7(2), 124–132. <https://doi.org/10.33322/sutet.v7i2.77>
- Company profile Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Bantagebang*. (n.d.).
- Pabowo, A. R. (2015). *Laporan Praktek Kerja Lapangan Sinkronisasi Generator Unit 1 Pltu 3 Jawa Timur Tanjung Awar - Awar*.
- Relay, I. P., & Sheet, T. D. (n.d.). *MiCOM ALSTOM P341*.
- Syaiful, M., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Bengkulu, U., Teknologi, J., Pertanian, I., Pertanian, F., Bengkulu, U., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., & Bengkulu, U. (2014). *Pembuatan Generator Sinkron Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dari Magnet Motor Manufacturing of Generator Sincron By Using the Recycle of Magnet Motorcycle for Micro Hydro*. 104–117.
- Seada Hussen *at al.*, “Overview of Generetor Protection on Power System,” *International Journal of Engineering Applied Science and Technology.*, vol. 03, no. 11, pp. 12–18, 2019, doi: 10.33564/ijeast.2019.v03i11.003.