

# PENGARUH KEDIP TEGANGAN PADA RELE UNDER VOLTAGE MOTOR 5209 JCM PUSRI 1B AKIBAT HUBUNG SINGKAT<sup>1)</sup>

Hazairin Samaulah<sup>2)</sup>, Aji Kunto Wibowo<sup>3)</sup>

**Abstrak :** Energi listrik merupakan salah satu jenis energi yang paling banyak digunakan oleh konsumen, mulai dari sektor rumah tangga, komersial, sampai industri. Oleh karena itu energi listrik memegang peranan yang sangat penting. Dalam penggunaannya di industri, diharapkan energi listrik tidak menimbulkan efek samping yang merugikan pada sistem distribusi, karena hal tersebut tentu saja akan mengganggu jalannya proses produksi dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Kedip tegangan merupakan salah satu jenis gangguan yang dapat menurunkan kualitas daya pada sistem distribusi. Karena umumnya variasi tegangan yang timbul karena adanya kedip tegangan pada sistem distribusi akan mempengaruhi kinerja dari peralatan yang sensitif terhadap adanya perubahan tegangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa terjadinya kedip tegangan pada Rele Under Voltage Motor 5209 JCM Pusri 1B yang ditimbulkan karena adanya gangguan hubung singkat antar fasa pada sistem distribusi.

**Kata Kunci:** Kedip tegangan, Rele Under Voltage

**Abstract :** The electric energy constitutes one of the most many energies used by customers beginning from residential, commercial and industry sectors because the electric energy is very important for living people. In using at industry, the electric energy is requested has no effect on distribution system since it will influence production process. Voltage flicker is one of the outages which can decrease power quality on distribution system. Generally, the voltage variations that occurred which cause the voltage flicker will influence performance of the sensitive equipment to voltage variations.

The research aims to analyse the occurred voltage flicker on under voltage relay of motor 5209 JCM Pusri 1B because of the phase-phase short circuit on distribution system. In fact, the voltage flicker cause the system voltage decrease from 13.800 volt to 9663,8 volt so it influences performance of under voltage relay of motor 5209 JCM Pusri 1B. But if the system voltage decrease least 20% of 13.800 volt, so the under voltage relay does not effect.

**Keyword :** voltage flicker, Rele Under Voltage

## A. PENDAHULUAN

PT. Pupuk Sriwidjaja (PT. PUSRI) merupakan salah satu produsen pupuk organik terbesar di Indonesia, dimana keberadaan perusahaan tersebut banyak keuntungan yang dapat diperoleh.

Untuk meningkatkan produktivitasnya, maka PT. PUSRI perlu didukung oleh suatu sistem distribusi kelistrikan yang handal, baik di jaringan tegangan menengah maupun jaringan tegangan rendah agar kualitas dari daya yang disalurkan terjaga nilai mutu listriknya.

<sup>1)</sup> Pengaruh Kedip Tegangan Pada Rele Under Voltage Motor 5209 JCM Pusri 1B Akibat Hubung Singkat

<sup>2)</sup> Guru Besar Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

<sup>3)</sup> Karyawan PT. PUSRI Palembang

Sebagaimana kita ketahui bahwa industri pupuk memiliki lingkungan yang sangat korosif sehingga berpotensi menimbulkan gangguan kelistrikan baik itu berupa hubung singkat ke tanah ataupun bentuk gangguan yang lain.

Gangguan hubung singkat merupakan gangguan yang sering terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan tegangan dalam waktu singkat dalam sistem distribusi atau biasa disebut *kedip tegangan* (voltage dips/ sags). Peristiwa kedip tegangan ini meskipun berlangsung dalam waktu yang relatif singkat akan tetapi dapat memberikan dampak negatif bagi sistem distribusi kelistrikan dalam proses produksi pupuk di PT.PUSRI.

Penelitian ini dilakukan dengan latar belakang kasus-kasus gangguan sistem kelistrikan yang terjadi di PT. PUSRI Palembang yaitu gangguan hubung singkat antar fasa yang menyebabkan terjadinya kedip tegangan pada sistem distribusi primer PUSRI 1B. Kasus kedip tegangan sistem distribusi kelistrikan PUSRI 1B ini akan mempengaruhi kinerja dari peralatan kontrol yang sensitif terhadap adanya perubahan tegangan. Salah satu contohnya gangguan pada Motor Cooling tower 5209 JCM yang merupakan peralatan sangat penting yang dilengkapi dengan rele Under voltage. Motor ini berfungsi untuk sirkulasi cooling water di area offsite cooling tower yang dibutuhkan untuk area ammonia dalam pendinginan proses produksinya, sehingga apabila terjadi masalah pada motor ini dalam arti motor mati yang berlangsung cukup lama, maka kelangsungan produksi ammonia menjadi terganggu dan kemungkinan dapat menyebabkan area ammonia ini shutdown. Hal ini tentu saja akan mengganggu jalannya proses produksi dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan industri pupuk PT.PUSRI.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisa besarnya kedip tegangan yang terjadi di dalam sistem distribusi primer dikarenakan gangguan hubung singkat dan menganalisa dampak kedip tegangan pada rele under voltage Motor 5209-JCM karena adanya perubahan tegangan sementara.

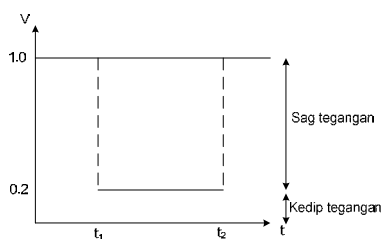
## **B. LANDASAN TEORI**

Peneliti ingin membuktikan bahwa gangguan kedip tegangan dapat mempengaruhi peralatan kontrol yang sensitif terhadap adanya perubahan tegangan Rele Under Voltage pada Motor 5209 JCM. Pembuktian tersebut peneliti fokuskan dengan membandingkan besar tegangan kedip saat terjadi gangguan melalui Potensial Transformator (PT) sebagai sistem pengukuran dengan data setting Rele Under Voltage yang terpasang. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh pusat pembangkit di PT.PUSRI 1B ini adalah 13,8 kV yang merupakan tegangan distribusi primer dan kemudian tegangan distribusi primer ini diturunkan dalam gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah yaitu 440 Volt, 380 Volt dan 220 Volt, yang selanjutnya akan disalurkan ke konsumen.

Metode Komponen Simetris digunakan untuk mempelajari gangguan-gangguan tak simetri pada sistem-sistem transmisi yang dapat terjadi karena hubung singkat baik antara saluran satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah dan antar saluran (fasa). Teori komponen simetris dikenal pada tahun 1918 oleh C.L. Fortescue, menurutnya tiga fasor yang tidak simetris dari suatu sistem tiga fasa dapat diuraikan menjadi tiga komponen simetris.

## **C. METODOLOGI PENELITIAN**

Kedip tegangan di definisikan sebagai penurunan nilai tegangan efektif (*rms*) antara 0.1 sampai 0.9 pu selama periode waktu 0,5 cycle sampai dengan satu menit.



Gambar 1. Sag dan kedip tegangan

Dari gambar 1, diatas dapat dilihat bahwa untuk kedip tegangan sebesar 20% dapat diartikan sebagai terjadinya penurunan tegangan (sag tegangan) pada sistem sebesar 80% sehingga menghasilkan kedip sebesar 20%. Pada umumnya kedip tegangan selalu dikaitkan dengan adanya gangguan pada sistem akan tetapi kedip tegangan tidak hanya terjadi dikarenakan adanya gangguan pada sistem, kedip tegangan juga dapat terjadi dikarenakan adanya starting motor berkapasitas besar dan pembebanan yang berlebih. Oleh karena itu, Kedip tegangan merupakan permasalahan yang sangat penting dalam menjaga kualitas daya yang akan disalurkan kepada konsumen.

Kedip tegangan dalam pembahasan penelitian ini merupakan gangguan hubung singkat antar fasa yang disebabkan oleh benturan hewan pada saluran tegangan

menengah. Contoh lain yang bisa menyebabkan gangguan hubung singkat antar fasa yaitu cabang pohon yang menyentuh saluran tegangan menengah dan cuaca yang kurang baik.

Adapun perbandingan data pada Generator Pusri 1B pada saat kejadian dengan data name plate dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini, yaitu :

Tabel 1. Perbandingan data name plate dan data lapangan pada Generator Pusri 1B Rele Under Voltage

No	Data	Perbandingan	
		Data Name plate	Data di Lapangan
1	Kapasitas	26,650 MVA	15,6 MVA
2	Power factor	0,85	0,93
3	Frekuensi	50 Hz	49,90 Hz

Adapun data setting rele Under voltage yang terpasang pada Motor 5209 JCM di Pusri 1B dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini, yakni sebagai berikut :

Tabel 2. Data Setting Rele yang terpasang Sumber PT. Pusri Palembang

Kind of Measurement or Function Test	Data setting Protective Relay	Result of test or Affect		
		Current/ Voltage injected	Trip time (second)	Remarks
<b>Under Voltage</b> Type 12NGV13B21A Vn : 125 VDC Frequency : 50 Hz	V drop off 90 V PT :14400/ 120 V	V. pickup : 90 V		Pickup
		V. drop out : 90 V	182.5.ms	Trip
		85 V	51.00.ms	Trip
		80 V	42.30.ms	Trip

## D. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS HASIL

Perhitungan Gangguan Kedip Tegangan

*Perhitungan data Impedansi Generator*

$$X_p = X(\%) \times \left( \frac{R_{MVA_{baru}}}{TM_{MVA_{lama}}} \right) \times \left( \frac{R_{KV_{lama}}}{TM_{KV_{baru}}} \right)^2$$

$$X_1 = 0,122 \times \left( \frac{R_{3,75}}{TM_{26,65}} \right) \times \left( \frac{R_{13,8}}{TM_{2,4}} \right)^2 = j 0,5676 \text{ pu}$$

$$X_2 = 0,122 \times \left( \frac{R_{3,75}}{TM_{26,65}} \right) \times \left( \frac{R_{13,8}}{TM_{2,4}} \right)^2 = j 0,5676$$

*Perhitungan Impedansi Generator pada saat terjadi gangguan*

$$X_{pu} = X(\%) \times \left( \frac{R_{MVA_{baru}}}{TM_{MVA_{lama}}} \right) \times \left( \frac{R_{KV_{lama}}}{TM_{KV_{baru}}} \right)^2$$

$$X_1 = 0,122 \times \left( \frac{R_{3,75}}{TM_{5,6}} \right) \times \left( \frac{R_{13,8}}{TM_{2,4}} \right)^2 = j 0,9696 \text{ pu}$$

$$X_2 = 0,122 \times \left( \frac{R_{3,75}}{TM_{5,6}} \right) \times \left( \frac{R_{13,8}}{TM_{2,4}} \right)^2 = j 0,9696$$

Perhitungan Impedansi Transformator, urutan positif, urutan negatif, dan urutan nol :

$$\begin{aligned} Z_{1T} &= Z_{2T} = Z_{0T} \\ &= 5,29 \% \times \frac{(2,4)^2}{3,75} \\ &= j 0,08125 \text{ pu} \end{aligned}$$

Perhitungan Impedansi Kabel Penghantar

$$Z = \frac{\text{Panjangkabel}}{1000} \times Z \text{ (per km)}$$

Impedansi Kabel dari Generator P1B ke SwitchGear P1B

Impedansi urutan positif :

$$Z_1 = \frac{30}{1000} \times (0,07422 + j0,0955)$$

$$= 0,002226 + j0,002865 \text{ T}$$

$$Z_{1(\text{pu})} = \frac{0,0022262 + j0,002865}{1,536}$$

$$= 0,001449218 + j0,001865234 \text{ pu}$$

$$= 0,00236206 \angle 52,15^\circ \text{ pu}$$

Karena saluran ini terdiri dari 3 core per phasa maka :

$$Z_1(\text{pu}) = \frac{(0,00236206 \angle 52,15^\circ)^3}{3 \times (0,00236206 \angle 52,15^\circ)^2}$$

$$= \frac{1,3 \times 10^{-48} \angle 156,45^\circ}{7,08618 \times 10^{-43} \angle 104,3^\circ}$$

$$= 0,000001834 \angle 52,15^\circ \text{ pu}$$

$$= 0,000001125 + j0,000001448$$

Impedansi urutan negatif :

$$Z_2(\text{pu}) = Z_1(\text{pu})$$

Impedansi Kabel dari SwitchGear P1B ke SwitchGear 51A

Impedansi urutan positif :

$$Z_1 = \frac{1475}{1000} \times (0,07422 + j0,0832)$$

$$= 0,109445 + j0,12272 \text{ T}$$

$$Z_{1(\text{pu})} = \frac{0,1094452 + j0,12272}{1,536}$$

$$= 0,071253255 + j0,079895833 \text{ pu}$$

Impedansi urutan negatif :

$$Z_2(\text{pu}) = Z_1(\text{pu})$$

Impedansi Kabel dari SwitchGear 51A ke Transformator 313

Impedansi urutan positif :

$$Z_1 = \frac{175}{1000} x(0,58712 + j0,6125)$$

$$= 0,1027425 + j0,1071875 \text{ T}$$

$$Z_1(\text{pu}) = \frac{0,1027425 + j0,1071875}{1,536}$$

$$= 0,066889648 + j0,069783528 \text{ pu}$$

Impedansi urutan negatif :

$$Z_2(\text{pu}) = Z_1(\text{pu})$$

Impedansi Kabel dari Transformator  
313 ke Plant Bagor

Impedansi urutan positif :

$$Z_1 = \frac{200}{1000} x(0,43012 + j0,5315)$$

$$= 0,08602 + j0,1063 \text{ T}$$

$$Z_1(\text{pu}) = \frac{0,08602 + j0,1063}{1,536}$$

$$= 0,056002604 + j0,069205729 \text{ pu}$$

Impedansi urutan negatif :

$$Z_2(\text{pu}) = Z_1(\text{pu})$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Impedansi Urutan Jaringan Sistem

	Data		Perhitungan	
	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$
Generator	j 0,5676	j 0,5676	j 0,9696	j 0,9696
Transformator	j 0,08125	j 0,08125	j 0,08125	j 0,08125
Kabel Gen - SG P1B	0,000001125 + j 0,000001448	0,000001125 + j 0,000001448	0,000001125 + j 0,000001448	0,000001125 + j 0,000001448
Kabel SG P1B - SG 51A	0,071253255 + j 0,079895833	0,071253255 + j 0,079895833	0,071253255 + j 0,079895833	0,071253255 + j 0,079895833
SG 51A - TR 313	0,066889648 + j 0,069783528	0,066889648 + j 0,069783528	0,066889648 + j 0,069783528	0,066889648 + j 0,069783528
TR 313 – Plant Bagor	0,056002604 + j 0,069205729	0,056002604 + j 0,069205729	0,056002604 + j 0,069205729	0,056002604 + j 0,069205729

Tabel 4. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Fasa

Data			Perhitungan			Data setting Protective rele	Ket.
Arus gangguan Fasa ke fasa	Tegangan Kedip	Output PT	Arus ganngguan fasa ke fasa	Tegangan Kedip	Output PT		
878,65 A	9656,4 V	80,47 V	608,02 A	9663,8 V	80,53	Tegangan Drop off rele 90 Volt	Trip

Tabel 5. Persentase Voltage Sags Terhadap Setting Rele Under Voltage

Besar Tegangan Saat Gangguan	V sag	V out PT	Data Setting Protective Rele
11000 Volt	20,2 %	91,6 volt	Tegangan drop off rele 90 volt
10900 Volt	21 %	90,8 volt	
10800 Volt	21,7 %	90 volt	
9656,4 Volt	30,03 %	80,47 volt	
9663,8 Volt	29,97 %	80,53 volt	
9600 Volt	30,4 %	80 volt	

Dari perhitungan tegangan output Potensial Transformator (PT) untuk kerja rele Under voltage gangguan kedip tegangan akibat hubung singkat antar fasa, maka dapat dilihat pada tabel 4 bahwa besar tegangan keluaran Potensial Transformator (PT) saat terjadi gangguan baik berdasarkan data (80,47 volt) dan perhitungan saat terjadi gangguan (80,53 volt) dapat mempengaruhi kinerja rele sesuai data setting yang terpasang (*Drop off rele 90 volt*) karena tegangan kontrol pick up coil Under Voltage berasal dari keluaran tegangan PT tersebut. Drop off rele yaitu nilai tegangan dimana rele Under Voltage berhenti bekerja dan kontakannya membuka kembali.

Nilai arus gangguan akibat hubung singkat fasa ke fasa terbesar memiliki nilai sebesar 878,65 A (data) dan terendah pada data perhitungan saat terjadi gangguan di lapangan yang memiliki nilai sebesar 608,02 A.

### E. KESIMPULAN

Setelah melakukan perhitungan dan analisa tentang gangguan kedip tegangan akibat hubung singkat fasa ke fasa pada sistem distribusi listrik di PT. Pupuk Sriwidjaja

(PUSRI) 1B, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Gangguan kedip tegangan akibat hubung singkat fasa ke fasa pada saat kejadian menimbulkan tegangan pada sistem turun dari 13800 Volt (tegangan normal) menjadi 9663,8 Volt sehingga mempengaruhi kinerja rele Under Voltage pada proteksi Motor 5209 JCM sesuai data setting yang terpasang (*Drop off rele 90 volt*) dan menghasilkan 80,53 volt nilai tegangan kontrol pick up coil Under Voltage yang berasal dari keluaran tegangan Potensial Transformator (PT). Hal tersebut membuat motor menjadi berhenti bekerja/ trip.
2. Untuk nilai persentase voltage sag yang terjadi pada saat gangguan kedip tegangan, rele under voltage tidak terpengaruh apabila tegangan hanya turun, kurang dari 20,2 % tegangan sistem 13,8 kV dan rele under voltage baru terpengaruh gangguan kedip tegangan apabila tegangan turun, melebihi 21 % dari tegangan sistem.

### DAFTAR PUSTAKA

- Burke, James, "*Hard to find Information about Distribution Systems*", ABB Inc., Agustus 28, 2002/ Date download: 18/05/2011 23:48. [http://www05.abb.com/global/scot/scot\\_235.nsf/veritydisplay/91ad3a29a50978b-f85256c550053db0d/\\$file/hard.to.find.6th.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot_235.nsf/veritydisplay/91ad3a29a50978b-f85256c550053db0d/$file/hard.to.find.6th.pdf)
- Chapman, David., *Power Quality Application Guide, "Voltage Dips Introduction"*, March 2001/ Date download: 09/05/2011 0:29. <http://www.copperinfo.co.uk/power-quality/downloads/pqug/51-voltage-dips.pdf>

- Hamdadi, Antonius. 2002. “*Analisa Sistem Tenaga*”. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Heine, P., Lehtonen, M, Lakervi, E., “*Voltage Sag Analysis Taken into Account in Distribution Network Design*”, 2001 IEEE Porto PowerTech, Portugal, September 10-13, 2001, Volume III, Paper PSP-222, 6p/ Date download: 15/05/2011 17:26.<http://lib.tkk.fi/Diss/2005/isbn9512278863/article1.pdf>
- Ian K.P. Ross, MIEE, “*Voltage Sags an Explnation Causes, Effects and Correction*”, Omniverter Inc.March 2006, White Paper/ Date download: 15/05/2011 19:44.[http://www.omniverter.com/pdf/wp\\_voltagesag.pdf](http://www.omniverter.com/pdf/wp_voltagesag.pdf)
- IEEE Recommended Practice For The Design of Reliable Industrial and Commercial Power System, IEEE Std 493-1997, “*Voltage Sag Analysis*”, 16 December 1997/ Date download: 15/05/2011 22:48.
- Mcgranaghan, Mark., Mueller, Dave., “*Effect of voltage Sag in Process Industry Applications*”, Electrotek Concepts, inc., Knoxville, Tennessee/ Date download: 25/05/2011 23:43.<http://www.energymonitoring.com/papers/Voltage%20Sags%20and%20Equipment%20Sensitivity/process%20industry%20applications.pdf>
- RC. Dugan, “*Electrical Power System Quality*”, Second Edition, McGraw-Hill, New York, 1996/ Date download: 20/05/2011 0:52. <http://research.rcet.edu.pk/files/Book%204.pdf>
- Stevenson Jr, WD. 1990. “*Analisa Sistem Tenaga Listrik*” edisi keempat. Jakarta: Erlangga.