

paper SNTIKI 2

by Teguh Setiawan

Submission date: 29-Oct-2020 09:21PM (UTC+0700)

Submission ID: 1430150747

File name: Bagi_paper_SNTIKI.docx (421.27K)

Word count: 1601

Character count: 9867

OPTIMALISASI RELAI OCR dan GFR DALAM MEMINIMALISIR *SYMPATHETIC TRIP* PENYULANG 20 kV

Teguh Rahayu Slamet¹,

Universitas Islam Negeri Sultan Syariff Kasim Riau

Alamat : **Jl. HR. Soebrantas no.155 Panam, Pekanbaru**

Email : theguh.az5@gmail.com

ABSTRAK

Suatu sistem tenaga listrik tidak terlepas dari berbagai macam gangguan, salah satunya gangguan hubung singkat. Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk Teluk Lembu pada transformator unit dua. Pada transformator unit dua telah diinterkoneksi dengan pembangkit tambahan sebelumnya, yang saat ini telah *off*. Pada Gardu Induk Teluk Lembu telah mengalami kasus *sympathetic trip* sebanyak 5 kasus selama 18 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa *setting* relai saat ini dengan kurva *definite*, belum optimal dalam menangani masalah *sympathetic trip*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan *setting* optimal relai arus lebih agar *sympathetic trip* tidak terjadi lagi. Metode yang ditawarkan adalah melakukan pengujian relai dengan variasi beban motor dengan statis. Dalam metode ini dilakukan pada dua kondisi yaitu kondisi sebelum dan setelah interkoneksi pembangkit tambahan. Hasil yang didapat, *setting* relai optimal yaitu TMS = 0,26, PS = 0,6086 dengan kurva *inverse*.

Kata Kunci : Optimalisasi, Aliran Daya, Hubung Singkat, Relai, *Sympathetic trip*.

1. Pendahuluan

Gardu Induk Teluk Lembu merupakan salah satu gardu induk yang melayani kelistrikan di Kota Pekanbaru. Gardu Induk Teluk Lembu memiliki tiga unit transformator distribusi 20 kV dengan kapasitas masing-masing 60 MVA. Masing-masing transformator distribusi di GI Teluk Lembu memiliki penyulang 20 kV. Pada unit 1 memiliki 6 penyulang, yaitu Penyulang Surian, Cemara, Mahoni, Cendana dan Jati. Pada unit 2 memiliki 8 penyulang, yaitu Penyulang Pinus, Bakau, Rengas, Sungkai, Ketapang, Ubar, Kuras dan Akasia. Pada unit 3 memiliki 8 penyulang, yaitu penyulang Rotan, Pinang, Damar, Merbau, Kulim, Meranti, Sengon dan Ramin[1]

Dari ketiga unit transformator distribusi, unit 2 mengalami pembebanan tertinggi yaitu mencapai 75,46% untuk pembebanan rata-rata. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pembebanan pada unit 2 telah mendekati pembebanan maksimal. Batas pembebanan transformator dengan suhu lingkungan 30° C adalah 90%[2][3]. Mengingat masalah pembebanan berlebih pada transformator dapat mempersingkat usia transformator[4]. Oleh

karena itu, pihak Gardu Induk Teluk Lembu perlu menjaga batas-batas pembebanan pada transformator. Untuk menjaga batas-batas pembebanan pada transformator, pihak GI telah melakukan interkoneksi pembangkit tambahan pada transformator unit 2.

Dalam interkoneksi unit pembangkit tentunya dapat memberikan beberapa dampak positif dan negatif terhadap sistem. Terlepas dari dampak positif, salah satu dampak negatif adalah meningkatnya arus gangguan hubung singkat[5][6]. Besar kecilnya arus hubung singkat perlu diketahui untuk menentukan *setting* relai proteksi yang tepat.

Dalam bekerja, suatu relai dapat mengalami kesalahan respon yang disebut *sympathetic trip*. *Sympathetic trip* adalah terganggunya penyulang sehat saat terjadi gangguan hubung singkat pada penyulang lain, yang mengakibatkan pemutus tenaga (PMT) penyulang sehat ikut *trip* (putus). *Sympathetic trip* biasanya terjadi pada kondisi beban tak seimbang atau beban tinggi, jenis beban yang dilayani oleh penyulang distribusi, adanya sumber baru dan arus hubung singkat yang terlalu besar[7].

Sejauh ini, solusi dalam penanganan *sympathetic trip* dengan menaikkan waktu respon relai[8],[9]. Selanjutnya memperkecil arus gangguan hubung singkat dengan penambahan impedansi pada jaringan[10],[11]. Berikutnya yaitu dengan pemasangan relai *directional*/berarah, relai direksional ini sangat cocok untuk sistem paralel atau dua sumber pembangkit[12].

Paper ini membahas optimalisasi relai arus lebih dan relai gangguan tanah dalam meminimalisir *sympathetic trip*. Metode optimalisasi dilakukan dengan mempertimbangkan kinerja sistem dalam kondisi terbaik. Adapun langkah langkah yang dilakukan adalah memperkecil arus gangguan hubung singkat dengan pemasangan reaktor pembatas arus. Pengujian kinerja relai dilakukan dengan memvariasikan antara beban statis dengan beban motor.

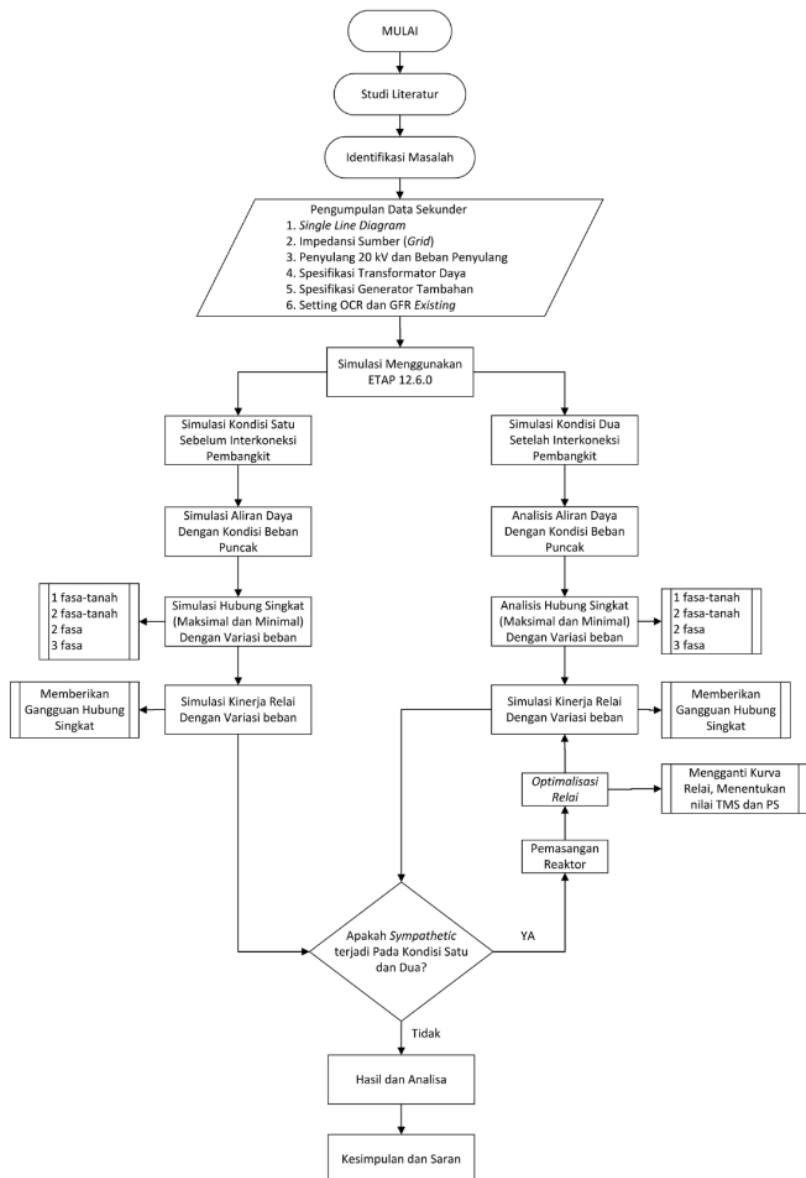
2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada penyulang 20 kV di PT.PLN (PERSERO) Gardu Induk Teluk Lembu yang beralamat di Jl. Tanjung Datuk No.340 Kec. Lima Puluh, Pekanbaru Riau. Gardu Induk Teluk Lembu (GITL) memiliki 3 unit transformator distribusi masing-masing berkapasitas 60 MVA. Dalam penelitian ini dilakukan analisis sebelum (kondisi satu) dan setelah interkoneksi pembangkit tambahan (kondisi dua). Adapun alur penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur
2. Identifikasi masalah
3. Pengumpulan data
 - a. Single line diagram
 - b. Impedansi sumber (transmisi 150 kV)
 - c. *Setting relay* eksisting
 - d. transformator

4. Simulasi (kondisi satu dan kondisi dua)

- a. Aliran daya
- b. Arus hubung singkat
- c. Koordinasi relai



Gambar 1 Diagram Alur Penelitian

3. Hasil dan Analisis

3.1 Hasil Simulasi Aliran Daya

Tabel 1 Hasil Simulasi Aliran Daya

Sebelum Interkoneksi Pembangkit Tambahan	Transformator Unit 2			Penyulang 20 kV	KHA	Arus Beban	Tegangan	
	Arus Nominal	Arus Beban	Persentase Pembebanan				Pangkal	Ujung
	1732 A	1307,1 A	75,46%				P. Bakau	585 Amper
			P. Rengas	585 Amper	190 Amper	20,27 kV	19,9 kV	
			P. Sungkai	585 Amper	160 Amper	20,27 kV	19,8kV	
			P. Ketapang	585 Amper	155 Amper	20,27 kV	19,8kV	
			P. Ubar	585 Amper	125 Amper	20,27 kV	19,9 kV	
			P. Kuras	585 Amper	165 Amper	20,27 kV	19,9kV	
			P. Akasia	585 Amper	214 Amper	20,27 kV	19,9kV	
			P. Pinus	585 Amper	115 Amper	20,27 kV	19,8kV	
Setelah Interkoneksi Pembangkit Tambahan	Transformator Unit 2			Penyulang 20 kV	KHA	Arus Beban	Tegangan	
	Arus Nominal	Arus Beban	Persentase Pembebanan				Pangkal	Ujung
	1732 A	1059,2 A	62,11%				P. Bakau	585 Amper
			P. Rengas	585 Amper	190 Amper	20,266 kV	20 kV	
			P. Sungkai	585 Amper	160 Amper	20,266 kV	19,8kV	
			P. Ketapang	585 Amper	155 Amper	20,266 kV	19,8kV	
			P. Ubar	585 Amper	125 Amper	20,266 kV	19,9 kV	
			P. Kuras	585 Amper	165 Amper	20,266 kV	19,9kV	
			P. Akasia	585 Amper	214 Amper	20,266 kV	19,9kV	
			P. Pinus	585 Amper	115 Amper	20,266 kV	19,8kV	

Pada tabel 1 diatas terlihat jelas perbedaan kondisi pembebanan transformator sebelum dan setelah interkoneksi pembangkit. Kondisi sebelum interkoneksi pembangkit, transformator terbebani sebsar 75,46 %. Setelah interkoneksi pembangkit, pembebanan pada

transformator menurun menjadi 62,11%. Hal ini menunjukkan bahwa pembangkit dapat memberikan suplai daya disamping kemampuan transformator.

19

3.2 Hasil Simulasi Hubung Singkat

Tabel 2 Hasil Simulasi Hubung Singkat

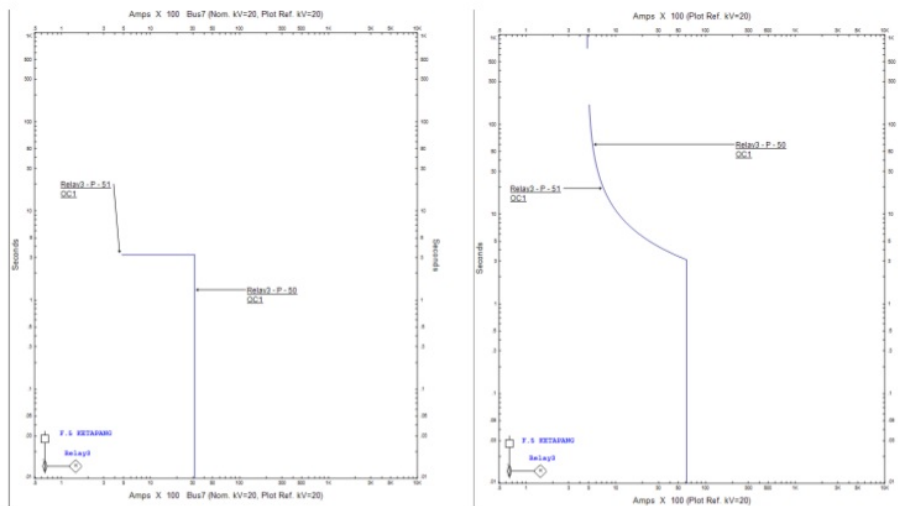
sebelum pemasangan reaktor	Penyulang 20 kV	Hubung Singkat 3 fasa		Tegangan 20 kV			
		Maksimal	Minimal	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
				Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4
P. Bakau	16,2 kA	8,13 kA	20,042 kV	19,79 kV	19,34 kV	19,68 kV	
P. Rengas	16,2 kA	7,62 kA	20,042 kV	19,77 kV	19,45 kV	19,75 kV	
P. Sungkai	16,2 kA	5,58 kA	20,042 kV	19,67 kV	19,49 kV	19,08 kV	
P. Ketapang	16,2 kA	4,92 kA	20,042 kV	19,63 kV	19,56 kV	19,48 kV	
P. Ubar	16,2 kA	4,92 kA	20,042 kV	19,70 kV	19,68 kV	19,62 kV	
P. Kuras	16,2 kA	5,86 kA	20,042 kV	19,70 kV			
P. Akasia	16,2 kA	7,62 kA	20,042 kV	19,76 kV	19,1 kV	19,68 kV	
P. Pinus	16,2 kA	3,5 kA	20,042 kV	19,43 kV			
sebelum pemasangan reaktor	Penyulang 20 kV	Hubung Singkat 3 fasa		Tegangan 20 kV			
		Maksimal	Minimal	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
				Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4
P. Bakau	10,81 kA	6,53 kA	19,95 kV	19,70 kV	19,26 kV	19,59 kV	
P. Rengas	10,81 kA	6,2 kA	19,95 kV	19,67 kV	19,31 kV	19,65 kV	
P. Sungkai	10,81 kA	4,79 kA	19,95 kV	19,61 kV	19,42 kV	19,07 kV	
P. Ketapang	10,81 kA	4,3 kA	19,95 kV	19,56 kV	19,5 kV	19,42 kV	
P. Ubar	10,81 kA	4,3 kA	19,95 kV	19,65 kV	19,63 kV	19,57 kV	
P. Kuras	10,81 kA	4,9 kA	19,95 kV	19,63 kV			
P. Akasia	10,81 kA	6,36 kA	19,95 kV	19,66 kV	19,09 kV	19,58 kV	
P. Pinus	10,81 kA	3,2 kA	19,95 kV	19,38 kV			

Dikarenakan pemasangan reaktor ditujukan untuk membatasi arus gangguan hubung singkat terbesar, yaitu pada gangguan 3 fasa. Pada tabel 4.18 terlihat bahwa arus hubung singkat menurun dari 16,2 kA menjadi 10,81 kA. Dengan arus hubung singkat 10 kA efek denyutan yang dirasakan penyulang sehat akan berkurang. Hal ini tentunya dapat mengurangi terganggunya relai pada penyulang sehat. Selain berkurangnya arus gangguan, dampak negatif dari pemasangan reaktor adalah jatuh tegangan. Data yang ditampilkan adalah data tegangan pada bus *section*. Setiap penyulang memiliki *section* yang berbeda-beda, sehingga jumlah bus *section* juga berbeda. Misalnya pada Penyulang Bakau, yang terdiri dari 4 *section* dengan 5 bus. Pada Penyulang Bakau, tegangan terendah terjadi pada bus 3. Tegangan pada bus 3 sebelum pemasangan reaktor adalah 19,34 kV dan 19,26 setelah pemasangan reaktor. Hasil yang didapat tegangan terendah pada ujung penyulang adalah 19 kV. Ini merupakan tegangan distribusi dalam batas rentang yang diinginkan 10% >V> 5%.

3.3 Optimalisasi Setting Relai

Tabel 3 Perbandingan Setting Relai

Setting Awal Relai	Setting Optimal Relai
CT : 800 / 5 A InCT sekunder : 5 A	CT : 800 / 5 A InCT sekunder : 5 A
OCR Iset Primer : 480 A Iset Sekunder : 3 A Tap Setting : 0,6 x InCT sek TMS : 0,200 definite	OCR Iset Primer : 486 A Iset Sekunder : 3,043 A Tap Setting : 0,6086 x InCT sek TMS : 0,26 normal inverse
Momen/High set OCR Iset Primer : 3500 A Iset Sekunder : 21,875 A Tap Setting : 4,375 x InCT sek TMS : 0 definite	Momen/High set OCR Iset Primer : 3500 A Iset Sekunder : 21,875 A Tap Setting : 4,375 x InCT sek TMS : 0 inverse
GFR Iset Primer : 28 A Iset Sekunder : 0,175 A Tap Setting : 0,035 x InCT sek TMS : 0,200 definite	GFR Iset Primer : 28 A Iset Sekunder : 0,175 A Tap Setting : 0,035 x InCT sek TMS : 0,200 definite
Momen/High set GFR Iset Primer : 240 A Iset Sekunder : 1,5 A Tap Setting : 0,03 x InCT sek TMS : 0 definite	Momen/High set GFR Iset Primer : 196 A Iset Sekunder : 1,225 A Tap Setting : 0,245 x InCT sek TMS : 0 inverse



a. Kurva Definite (Eksisting) b. Kurva Inverse (Setting Optimal)

Gambar 2 Perbandingan Kurva Sebelum Dan Setelah Setting Optimal

Pada kondisi awal (setting existing), kelemahan definite adalah sulit mengkoordinasikan secara paralel dalam satu bus. Apabila terjadi gangguan di satu penyulang, penyulang sehat

dapat mengalami sympathetic trip. Padahal arus gangguan yang dirasakan oleh penyulang sehat nilainya lebih kecil dibandingkan arus gangguan pada penyulang yang terganggu. Kembali ke karakter definite, walaupun arus gangguan penyulang sehat kecil dan nilainya melewati batas pick-up maka relai akan bekerja. Bekerjanya relai sendiri waktunya konstan terlihat pada gambar 2 (a).

Pada kondisi dua (setelah setting optimal), karakteristik relai berubah dengan mengganti kurva definite menjadi kurva inverse. Pada gambar 2 (b) dapat dilihat bahwa waktu kerja relai dipengaruhi oleh nilai arus gangguan. Dengan kasus yang sama, apabila terjadi gangguan pada suatu penyulang, maka akan terjadi aliran arus gangguan pada penyulang sehat. Walaupun arus gangguan pada penyulang sehat melewati batas pick-up, relai penyulang sehat tidak akan bekerja. Hal ini dikarenakan waktu kerja relai diperlambat dan saat gangguan hilang, relai kembali normal.

3.4 Hasil Simulasi Koordinasi Relai

Tabel 3 Hasil Simulasi Koordinasi Relai

	Variasi Beban Motor dan Statis	Sympathetic Trip Pada Gangguan			
		2 Fasa ke Tanah	Fasa ke Fasa	2 Fasa ke Tanah	3 Fasa
sebelum optimalisasi setting relai	0 % Motor dan 100% Statis	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	10 % Motor dan 90% Statis	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	20 % Motor dan 80% Statis	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
	30 % Motor dan 70% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
	40 % Motor dan 60% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
	50 % Motor dan 50% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
	60 % Motor dan 40% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
	70 % Motor dan 30% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
	80 % Motor dan 20% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
	90 % Motor dan 10% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
	100 % Motor dan 0% Statis	Tidak Ada	Ada	Ada	Ada
sebelum optimalisasi setting relai					

Pada tabel 4.20 terlihat jelas perbedaan kondisi sebelum dan setelah penerapan solusi. Pada kondisi awal, sympathetic trip dapat terjadi pada variasi beban motor >30%. Akan tetapi setelah pemasangan reaktor dan resetting relai, sympathetic trip tidak terjadi lagi pada variasi beban apapun. Hal ini menunjukkan bahwa setting relai telah berada pada setting yang optimal berdasarkan beberapa langkah yang telah dilakukan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Optimalisasi Relai OCR dan GFR di Gardu Induk Teluk Lembu Dalam Meminimalisir *Sympathetic Trip* Penyulang 20 kV dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Simulasi aliran daya menunjukkan bahwa interkoneksi pembangkit dapat mengurangi tingkat pembebanan pada transformator unit dua. setelah interkoneksi, tingkat pembebanan menurun dari 75,46% dmenjadi 62,11%.
2. Kinerja Relai OCR dan GFR dengan setting kurva definite kurang optimal dengan adanya variasi beban. Dikarenakan terjadi *sympathetic trip* pada variasi beban motor > 30%.
3. Dikarenakan beban motor dapat berkontribusi terhadap arus gangguan, maka pemasangan reaktor harus dipertimbangkan. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi arus gangguan yang lebih besar saat beban motor meningkat.
4. Didapat Setting optimal relai yaitu TMS=0,26 dan PS = 0,6086 dengan kurva standar inverse. Dengan setting tersebut *sympathetic trip* tidak terjadi lagi dengan variasi beban motor sampai 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Syaiful, "Gardu Induk Kota Pekanbaru," 2019.
- [2] I. 60354, "Loading guide for oil-immersed power ttransformers," in *61010-1 © Iec:2001*, 2006, p. 13.
- [3] R. Sutjipto, A. D. Novfowan, and R. Duanaputri, "Studi Perencanaan Peningkatan Kinerja Trafo Distribusi Dengan Relokasi Antara 2 Buah Trafo," *J. Eltek*, vol. 17, no. 2, p. 69, 2019, doi: 10.33795/eltek.v17i2.161.
- [4] Kurniawan and Firdaus, "Studi Analisa Pengaruh Pembebanan Dan Temperatur Lingkungan Terhadap Susut Umur Tranformator Daya Pada Gardu Induk Garuda Sakti," *Jom FTEKNIK*, vol. 3, pp. 1–6, 2016.
- [5] D. Y. Sukma, "Pengaruh Masuknya Penambahan Pembangkit Baru kedalam Jaringan 150 kV pada Kapasitas Circuit Breaker," vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [6] E. Yusuf and A. D. Mulyadi, "Kajian Interkoneksi PLTM Kumbi 1 . 300 KW pada Sistem Lombok," vol. 9, no. November, pp. 93–101, 2019.
- [7] V. Mariappan, M. R. Ahamed, and B. N. Al Thehli, "A comprehensive analysis and solution for sympathetic tripping in distribution network," *IET Conf. Publ.*, vol. 2013, no. 615 CP, pp. 10–13, 2013, doi: 10.1049/cp.2013.0912.
- [8] Y. Nakhoda, A. Krismanto, and M. Usmanto, "Analisa Koordinasi Rele Pengaman Transformator Pada Sistem Jaringan Kelistrikan di PLTD Buntok," *Elektrika*, vol. 1, no. 1, pp. 39–46, 2017.
- [9] M. A. Auliq, "Simpatetik Trip Pmt Cell 20 Kv Pada Gardu Induk Lumajang," pp. 167–174, 2019.
- [10] E. S. Calmara, "Koordinasi Proteksi Sebagai Upaya Pencegahan Terjadinya

- Sympathetic Trip Di Kawasan Tursina, Pt. Pupuk Kaltim," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 135–141, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16066.
- [11] K. Shalih, D. Y. Sukma, and E. Ervianto, "Sebagai Pembatas Arus Hubung Singkat Di Pt . Pulp and Paper," vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2015, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/201996-analisis-penggunaan-reaktor-pembatas-arupdf>.
- [12] I. N. Upanayana, I. G. D. Arjana, and I. W. A. Wijaya, "Pemasangan DGR (Directional Ground Relay) untuk Mengatasi Gangguan Sympathetic Trip pada GIS Bandara Penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 118, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i02p20.

paper SNTIKI 2

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	surabaya.go.id Internet Source	2%
2	id.scribd.com Internet Source	1%
3	Turan Gonen, Ignacio J. Ramirez-Rosado. "Optimal Multi-Stage Planning of Power Distribution Systems", IEEE Transactions on Power Delivery, 1987 Publication	1%
4	pt.scribd.com Internet Source	1%
5	qdoc.tips Internet Source	1%
6	docplayer.info Internet Source	1%
7	ejournal.upbatam.ac.id Internet Source	1%
8	M Haekal, K B Artana, D W Handani. "A Gas Infrastructure Pathways in East Java Using	1%

System Dynamic Approach", IOP Conference
Series: Earth and Environmental Science, 2020

Publication

9

Freddy Plaum, Tobias Haring, Roya
Ahmadiyahangar, Argo Rosin. "Power Smoothing
in Smart Buildings using Flywheel Energy
Storage", 2020 IEEE 14th International
Conference on Compatibility, Power Electronics
and Power Engineering (CPE-POWERENG),
2020

Publication

<1%

10

repository.its.ac.id

Internet Source

<1%

11

Giuliano Lucio Nascimento Rocha, Yona Lopes.
"Analysis of sympathetic tripping problem in
photovoltaic distributed generation with IEC
61850", 2018 Simposio Brasileiro de Sistemas
Eletricos (SBSE), 2018

Publication

<1%

12

Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas
Indonesia

Student Paper

<1%

13

repository.uin-suska.ac.id

Internet Source

<1%

14

repositori.uin-alauddin.ac.id

Internet Source

<1%

15

www.jurnal.unma.ac.id

Internet Source

<1%

16

karyailmiah.unipasby.ac.id

Internet Source

<1%

17

kango.kanto-gakuin.ac.jp

Internet Source

<1%

18

es.scribd.com

Internet Source

<1%

19

Adri Senen, Titi Ratnasari. "STUDI INTERKONEKSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA 1 X 9,9 MW DI DELI SERDANG", Journal of Applied Agricultural Science and Technology, 2019

Publication

<1%

20

jurnal.untan.ac.id

Internet Source

<1%

21

skkm.polinema.ac.id

Internet Source

<1%

22

Handjojo Fania Valentina. "Sistem Informasi Perawatan Transformator PT. PLN (Persero) Area Pontianak", Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN), 2019

Publication

<1%

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off