

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

**STUDI KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH
PLTGU PANARAN**

Disusun oleh :

PRISTIAN DWI PUTRA

NIM : 2012-11-117

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Pendidikan Sarjana Strata Satu Teknik Elektro**

SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN

Jakarta, 25 Juli 2016

Mengetahui,

Disetujui,

Nurmiati Pasra, S.T., M.T.

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Purnomo Willy BS, M.T.

Pembimbing Skripsi

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Pristian Dwi Putra

NIM : 2012 – 11 – 117

Jurusan : S1 Teknik Elektro

Judul : Studi Koordinasi Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah PLTGU
Panaran

Telah disidangkan dan dinyatakan Lulus Sidang Skripsi pada Program Sarjana Strata 1, Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik – PLN pada tanggal 20 Juli 2016.

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Ir. Djiteng Marsudi	Ketua Sidang	
2. Roswiem R, Ir	Sekretaris Sidang	
3. Djoko Susanto, Ir. MT	Anggota Sidang	

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Nurmiati Pasra, ST, MT

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Pristian Dwi Putra
NIM : 2012-11-117
Jurusan : S1 Teknik Elektro
Judul Skripsi : Studi Koordinasi Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan
Tanah PLTGU Panaran

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana baik di lingkungan Sekolah Tinggi Teknik - PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 25 Juli 2016

Pristian Dwi Putra
NIM : 2012 - 11 - 117

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah dan rahmatnya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan ini saya menyampaikan banyak terima kasih sebanyak banyaknya kepada :

Bapak Ir. Purnomo Willy BS, MT

Selaku pembimbing skripsi saya, dengan kesabarannya telah memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingannya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Jakarta, 25 Juli 2016

Pristian Dwi Putra

NIM : 2012 - 11 - 117

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Sekolah Tinggi Teknik – PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pristian Dwi Putra
NIM : 2012-11-117
Program Studi : S1
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Teknik – PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas skripsi saya yang berjudul :

STUDI KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PLTGU PANARAN

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Sekolah Tinggi Teknik – PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Juli 2016

Pristian Dwi Putra
NIM : 2012-11-117

STUDI KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PLTGU PANARAN

Pristian Dwi Putra, 2012-11-117

Dibawah bimbingan Ir. Purnomo Willy BS, MT

ABSTRAK

Dengan penambahan unit baru pada PLTGU Panaran maka evaluasi terhadap sistem proteksi mutlak diperlukan untuk menjamin keandalan dari sistem pembangkit. Salah satu cara adalah memperhatikan koordinasi rele proteksi dengan memfungsikan rele sebagai proteksi utama dan proteksi cadangan. Rele proteksi yang dapat dikoordinasikan dengan yang lain adalah rele arus lebih (*Overcurrent Relay*) dan rele gangguan tanah (*Ground Fault Relay*). Hal ini dilakukan dengan menganalisa ulang setelan rele proteksi arus lebih dan rele gangguan tanah serta menggambarkan kurva karakteristik koordinasinya. Untuk melakukan perhitungan setelan rele perlu memperhatikan nilai arus hubung singkat, nilai beban, dan data peralatan yang terkait. Kemudian perhitungan setelan rele dibandingkan dengan setelan rele yang ada di lapangan. Dari analisa koordinasi secara keseluruhan sudah disetel dengan baik. Namun masih terdapat beberapa setelan yang kurang tepat yaitu pada rele 50 transformator *step up* PLTG dan rele 51 generator turbin gas yang terlalu rendah sehingga setelan arus disarankan dinaikkan sesuai perhitungan. Sedangkan pada koordinasi rele gangguan tanah setelan waktu rele transformator *auxiliary*, motor BFW, dan motor CWP dapat dibuat lebih rendah agar kinerja rele lebih cepat dalam mendeteksi arus gangguan.

Kata kunci: Rele Arus Lebih, Rele Gangguan Tanah, Koordinasi rele

OVERCURRENT RELAY AND GROUND FAULT RELAY COORDINATION STUDIES ON PANARAN COMBINED CYCLE POWER PLANT

Pristian Dwi Putra, 2012-11-117

Under Guidance of Ir. Purnomo Willy BS, MT

ABSTRACT

With the addition of new unit on Panaran Combined Cycle Power Plant, the evaluation of the protection system is absolutely necessary to ensure the reliability system of power plant. One way is pay attention to protection coordination with enabled relay as main and backup protection. Protection relay that can be coordinated is overcurrent relay (OCR) and ground fault relay (GFR). That is by analyzing the protection setting of overcurrent relay and ground fault relay then describing the protective relay time characteristic curve. To perform the calculation protective relay settings need to pay attention to the value of short circuit current, load list, and related equipments. And then calculation for relay setting are compared to the existing relay setting. Overall from the analysis coordination, the existing relay setting has been tuned properly. However there are some settings that are less precise. That is 50 device of step up transformer and 51 device of gas turbine generator. The value of current setting are too low. So that current settings are advised raised according to the calculations. While the coordination of ground fault relay, time setting of auxiliary transformers, BFW motor, and CWP motor can be made lower for faster relay performance in detecting the fault current.

Keywords: Overcurrent Relay, Ground Fault Relay, Relay Coordination

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Halaman Pengesahan Tim Penguji.....	ii
Halaman Keaslian Skripsi	iii
Halaman Ucapan Terima Kasih	iv
Halaman Persetujuan Publikasi	v
Abstrak (Indonesia).....	vi
Abstrak (Inggris).....	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Permasalahan Penelitian	2
1.2.1 Identifikasi Masalah.....	2
1.2.2 Ruang Lingkup Masalah.....	2
1.2.3 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan	3
1.4 Sistematika Penulisan	4

BAB II PROTEKSI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH

2.1 Sistem Kelistrikan	5
------------------------------	---

2.2	Sistem Proteksi.....	6
2.2.1	Pengertian Sistem Proteksi	6
2.2.2	Fungsi Proteksi.....	6
2.2.3	Kegagalan Sistem Proteksi	7
2.3	Rele Proteksi	8
2.3.1	Pengertian Rele Proteksi.....	8
2.3.2	Fungsi Rele Proteksi	9
2.3.3	Kriteria Rele Proteksi.....	9
2.4	Rele Arus Lebih	11
2.4.1	Pengertian Rele Arus Lebih	11
2.4.2	Pendeteksian Rele Arus Lebih	12
2.5	Rele Gangguan Tanah.....	13
2.5.1	Pengertian Rele Gangguan Tanah.....	13
2.5.2	Pendeteksian Rele Gangguan Tanah	13
2.6	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	14
2.6.1	Perhitungan Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah ...	14
2.6.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah....	16
2.6.3	Perhitungan Arus Hubung Singkat Dua Fasa.....	18
2.6.4	Perhitungan Arus Hubung Singkat Tiga Fasa	20
2.7	Penyetelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah	22
2.7.1	Penyetelan Rele Arus Lebih.....	22
2.7.2	Penyetelan Rele Gangguan Tanah	23
2.8	Karakteristik Waktu Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah.....	24

2.8.1	Definite Time	24
2.8.2	Inverse Time	25
2.8.3	Instantaneous Relay.....	26
2.8.4	Inverse Definite Minimum Time (IDMT).....	27
2.9	Koordinasi Rele Proteksi Menggunakan Program	28

BAB III SISTEM KELISTRIKAN PLTGU PANARAN

3.1	Diagram Alir Penelitian	30
3.2	Single Line Diagram PLTGU Panaran	31
3.3	Data Peralatan dan Beban Pemakaian Sendiri.....	34
3.3.1	Data Sistem.....	34
3.3.2	Data Generator PLTGU Panaran	34
3.3.3	Data Transformator PLTGU Panaran.....	35
3.3.4	Data Motor Tegangan Menengah PLTGU Panaran	35
3.3.5	Data Beban Pemakaian Sendiri PLTGU Panaran	36
3.4	Data Setelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah di lapangan	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Perhitungan Arus Hubung Singkat PLTGU Panaran Menggunakan Program ETAP 12.6	40
4.1.1	Data yang Dibutuhkan pada Program ETAP	40
4.1.2	Tampilan Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	41
4.2	Penyetelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah PLTGU Panaran	45

4.2.1	Perhitungan Setelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Generator	45
4.2.2	Perhitungan Setelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Transformator	48
4.2.3	Perhitungan Setelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Motor	58
4.3	Perbandingan Setelan Rele di Lapangan dan Setelan Perhitungan PLTGU Panaran	63
4.4	Analisa Koordinasi Rele Arus Lebih PLTGU Panaran	65
4.4.1	Tipikal 1 (Generator Turbin Gas dan Transformator Step Up Unit PLTG)	65
4.4.2	Tipikal 2 (Transformator Step Up dan Transformator Auxiliary Unit PLTG).....	68
4.4.3	Tipikal 3 (Generator Turbin Uap dan Transformator Step Up Unit PLTU).....	71
4.4.4	Tipikal 4 (Transformator Step Up Hingga Transformator Auxiliary Unit PLTU)	74
4.4.5	Tipikal 5 (Transformator Step Up Hingga Motor BFW 240 kW Unit PLTU)	77
4.4.6	Tipikal 6 (Transformator Step Up Hingga Motor CWP 380 kW Unit PLTU)	80
4.5	Analisa Koordinasi Rele Gangguan Tanah PLTGU Panaran.....	83
4.5.1	Tipikal 1 (Transformator Station Service Sisi Sekunder dan Transformator Auxiliary Unit PLTU).....	83

4.5.2	Tipikal 2 (Transformator Station Service Sisi Sekunder dan Motor BFW 240 kW Unit PLTU)	85
4.5.3	Tipikal 3 (Transformator Station Service Sisi Sekunder dan Motor CWP 380 kW Unit PLTU)	87
BAB V SIMPULAN		89
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Tabel nilai faktor α dan β pada kurva arus vs waktu	25
Tabel 3.1.	Data trafo PLTGU Panaran.....	35
Tabel 3.2.	Data beban pemakaian sendiri PLTGU Panaran.....	36
Tabel 3.3.	Setelan rele arus lebih dan rele gangguan tanah unit PLTG	37
Tabel 3.4.	Setelan rele arus lebih dan rele gangguan tanah unit PLTU.....	38
Tabel 4.1.	Nilai arus hubung singkat pada rele.....	44
Tabel 4.2.	Perbandingan setelan lapangan dan setelan perhitungan rele arus lebih dan gangguan tanah unit PLTG	63
Tabel 4.3.	Perbandingan setelan lapangan dan setelan perhitungan rele arus lebih dan gangguan tanah unit PLTU.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian pengawatan rele arus lebih.....	11
Gambar 2.2 Pendeteksi arus gangguan dengan CT.....	12
Gambar 2.3 Rangkaian pengawatan rele gangguan tanah	13
Gambar 2.4 Pendeteksian arus gangguan tanah	14
Gambar 2.5 Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.....	14
Gambar 2.6 Rangkaian ekivalen gangguan satu fasa ke tanah	15
Gambar 2.7 Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah	16
Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen gangguan dua fasa ke tanah	17
Gambar 2.9 Gangguan hubung singkat dua fasa	18
Gambar 2.10 Rangkaian ekivalen gangguan dua fasa	19
Gambar 2.11 Gangguan hubung singkat tiga fasa.....	20
Gambar 2.12 Rangkaian ekivalen gangguan tiga fasa	20
Gambar 2.13 Grafik moment.....	24
Gambar 2.14 Koordinasi waktu pada definite time relay.....	24
Gambar 2.15 Karakteristik waktu rele waktu terbalik (inverse time).....	26
Gambar 2.16 Grafik instantaneous	27
Gambar 2.17 Rele arus lebih IDMT	27
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	30
Gambar 3.2 Single line diagram PLTG	32
Gambar 3.3 Single line diagram PLTU	33
Gambar 4.1 Hasil simulasi perhitungan arus hubung singkat 3 fasa sebelum (kiri) dan sesudah penambahan pembangkit baru (kanan).....	42
Gambar 4.2 Hasil simulasi perhitungan arus hubung singkat 1 fasa ke	

tanah sebelum (kiri) dan sesudah penambahan pembangkit baru (kanan).....	43
Gambar 4.3 Single line diagram tipikal 1 ocr	65
Gambar 4.4 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 1 ocr di lapangan	66
Gambar 4.5 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 1 ocr dari setelan perhitungan	66
Gambar 4.6 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 1 ocr di lapangan....	67
Gambar 4.7 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 1 ocr dari setelan perhitungan.....	67
Gambar 4.8 Single line diagram tipikal 2 ocr	68
Gambar 4.9 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 2 ocr di lapangan	69
Gambar 4.10 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 2 ocr dari setelan perhitungan	69
Gambar 4.11 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 2 ocr di lapangan....	70
Gambar 4.12 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 2 ocr dari setelan perhitungan.....	70
Gambar 4.13 Single line diagram tipikal 3 ocr	71
Gambar 4.14 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 3 ocr di lapangan	72
Gambar 4.15 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 3 ocr dari setelan perhitungan	72
Gambar 4.16 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 3 ocr di lapangan....	73

Gambar 4.17 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 3 ocr dari setelan perhitungan.....	73
Gambar 4.18 Single line diagram tipikal 4 ocr	74
Gambar 4.19 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 4 ocr di lapangan	75
Gambar 4.20 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 4 ocr dari setelan perhitungan	75
Gambar 4.21 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 4 ocr di lapangan....	76
Gambar 4.22 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 4 ocr dari setelan perhitungan.....	76
Gambar 4.23 Single line diagram tipikal 5 ocr	77
Gambar 4.24 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 5 ocr di lapangan	78
Gambar 4.25 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 5 ocr dari setelan perhitungan	78
Gambar 4.26 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 5 ocr di lapangan....	79
Gambar 4.27 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 5 ocr dari setelan perhitungan.....	79
Gambar 4.28 Single line diagram tipikal 6 ocr	80
Gambar 4.29 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 6 ocr di lapangan	81
Gambar 4.30 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 6 ocr dari setelan perhitungan	81
Gambar 4.31 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 6 ocr di lapangan....	82

Gambar 4.32 Kurva koordinasi rele dan peralatan tipikal 6 ocr dari setelan perhitungan	82
Gambar 4.33 Single line diagram tipikal 1 gfr	83
Gambar 4.34 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 1 gfr di lapangan	84
Gambar 4.35 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 1 gfr dari setelan perhitungan	84
Gambar 4.36 Single line diagram tipikal 2 gfr	85
Gambar 4.37 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 2 gfr di lapangan	86
Gambar 4.38 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 2 gfr dari setelan perhitungan	86
Gambar 4.39 Single line diagram tipikal 3 gfr	87
Gambar 4.40 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 3 gfr di lapangan	88
Gambar 4.41 Kurva koordinasi rele dan arus gangguan tipikal 3 gfr dari setelan perhitungan	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Konsultasi	A1
Lampiran 2	Single Line Diagram Unit PLTG Panaran	B1
	Single Line Diagram Unit PLTU Panaran.....	B2
Lampiran 3	Setelan Lapangan Rele Generator STG	C1
	Setelan Lapangan Rele Transformator <i>Step Up</i> Unit PLTU.....	C2
	Setelan Lapangan Rele Transformator <i>Station Service</i> Sisi	
	Primer Unit PLTU.....	C3
	Setelan Lapangan Rele Transformator <i>Station Service</i> Sisi	
	Sekunder Unit PLTU.....	C4
	Setelan Lapangan Rele Transformator <i>Auxiliary</i> Unit PLTU	C5
	Setelan Lapangan Rele Motor BWF Unit PLTU	C6
	Setelan Lapangan Rele Motor CWP Unit PLTU	C7