

**SKRIPSI**

**ANALISIS SISTEM PROTEKSI GENERATOR  
DAN TRANSFORMATOR DAYA DI PLTA (STUDI KASUS  
DI PT INDONESIA POWER UNIT BISNIS  
PEMBANGKITAN MRICA SUB UNIT PLTA GARUNG)**



**Disusun oleh :**

**Sumanto**

**NIM : 20050120021**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2011**

**HALAMAN PENGESAHAN I**

**SKRIPSI**

**ANALISIS SISTEM PROTEKSI GENERATOR  
DAN TRANSFORMATOR DAYA DI PLTA (STUDI KASUS  
DI PT INDONESIA POWER UNIT BISNIS  
PEMBANGKITAN MRICA SUB UNIT PLTA GARUNG)**



Telah diperiksa dan disetujui:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Muda

( Ir. Agus Jamal., M.Eng )

( Romadhoni Syahputra, ST.,MT. )

**HALAMAN PENGESAHAN II**

**ANALISIS SISTEM PROTEKSI GENERATOR  
DAN TRANSFORMATOR DAYA DI PLTA (STUDI KASUS  
DI PT INDONESIA POWER UNIT BISNIS  
PEMBANGKITAN MRICA SUB UNIT PLTA GARUNG)**

Skripsi ini telah dipertahankan dan disahkan didepan dewan penguji

pada tanggal 31 Maret 2011.

Dewan Penguji :

Ir. Agus Jamal., M.Eng (.....)  
Dosen Pembimbing Utama

Romadhoni Syahputra, ST., MT. (.....)  
Dosen Pembimbing Muda

Rahmat Adi Prasetya, ST., (.....)  
Penguji I

Anna Nur C, ST., (.....)  
Penguji II

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

( Ir. Agus Jamal., M.Eng )

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama** : **Sumanto**

**NIM** : **20050120021**

**Jurusan** : **Teknik Elektro UMY**

Menyatakan bahwa :

Semua yang ditulis dalam naskah skripsi ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain, kecuali teori penunjang yang saya cuplik dari buku yang tercantum pada daftar pustaka sebagai referensi saya dalam melengkapi karya tulis ini. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, April 2011

Yang menyatakan,

Sumanto

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Skripsi ini ku persembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta yang telah memberikan segalanya, tanpa beliau saya tidak bisa seperti ini.*

*Bapakku tersayang, terima kasih atas bimbingan, ketauladanan, pengorbanan, kesabaran do'a bapak adalah pahlawan hidupku.*

*Ibuda tercinta, wujud kasih sayangmu, kesabaran, pengorbanan, ketabahan dan doa serta keselarasan hidup yang telah ibu tunjukkan telah mendewasakanmu.*

*Kakakku Partini yang selalu memberikan dukungan dan membuat hidupku bersemangat.*

*Pacarku dan istriku Aniengtyas u.w yang selalu menemaniku untuk memberikan semangat yang sangat luar biasa*

## HALAMAN MOTTO

**"Barangsiapa yang mempelajari ilmu pengetahuan yang seharusnya yang ditunjukkan untuk mencari ridho Allah bahkan hanya untuk mendapatkan kedudukan/kekayaan duniawi maka ia tidak akan mendapatkan baunya surga nanti pada hari kiamat (riwayat Abu Surairah radhiallahu anhu)".**

**"Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri" (QS. Ar Ra'd : 11).**

**"Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya" (An Najm : 39).**

**"Pahit dan manisnya hidup adalah rahasia Allah yang harus disyukuri sepanjang perjalanan hidup"**

**"Tanpa perjuangan, tak mungkin ada kemajuan".  
(Fredrick Douglass)**

**"Tidak ada kesuksesan tanpa ada perjuangan, begitu panjang dan berat rintangan yang harus dihadapi. Pantang menyerah"**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **ASSALAMU'ALAIKUM WR. WB.**

Syukur Alkhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga pelaksanaan dan penyusunan skripsi dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad Rasulluah SAW dan para sahabatnya yang taat sampai akhir zaman. Skripsi dengan judul “**ANALISIS SISTEM PROTEKSI GENERATOR DAN TRANSFORMATOR DAYA DI PLTA (STUDI KASUS DI PT INDONESIA POWER UNIT BISNIS PEMBANGKITAN MRICA SUB UNIT PLTA GARUNG)**”. Semoga karya ini dapat bermanfaat dan menjadi kontribusi bagi khasanah ilmu pengetahuan, khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa.

Dalam penulisan skripsi ini banyak bantuan baik berupa moril maupun materiil serta dorongan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu rasa terima kasih yang tulus penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini

1. Kedua Orang Tuaku **Bapak Rajimin** dan **Ibu Sumini** serta kakakku **Partini** yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan semangat kepada penulis.

2. Bapak **Ir. H.M. Dasron Hamid, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak **Ir. Agus Jamal, M.Eng.** sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
4. Bapak **Romadhoni Syahputra, ST., MT.** sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
5. Bapak **Rahmat Adi Prasetya, ST.**, sebagai Dosen Penguji I.
6. Ibu **Anna Nur C, ST.**, sebagai Dosen Penguji II.
7. Bapak **Ir. Agus Jamal, M.Eng.** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Bapak **Ir. Tony K. Hariadi, M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Bapak **Parsito, SE.**, selaku Supervisor Senior (Manajer) PLTA Garung yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian.
10. Mas **Veri**, Mas **Amir**, Pak **Por**, Pak **Sarno** dan seluruh karyawan PLTA Garung yang telah membantu selama proses pengambilan data.
11. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah menularkan ilmunya kepada penulis selama masa kuliah.



12. Segenap pimpinan, dosen dan karyawan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
13. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, **Mas Maryono dan Mas Medi**.
14. My Sweat Lovely, **Aniengtyas v.w.** yang dengan sabar memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
15. Bapak **Suhaswanto**, papah dari **Aniengtyas v.w** yang telah memberikan motivasi atas pemberian buku yang sangat bermanfaat untuk data referensi dalam penulisan skripsi ini.
16. Ibu **Tri wahyuningsih**, mamah dari **Aniengtyas v.w** yang sering memberikan nasehat dan pengarahan apa arti hidup di dunia ini.
17. **B6930ND** yang selalu menemaniku kemana aku pergi selama menempuh studi di Jogja. Dan **AB5584DI** yang selalu ada kapanpun aku butuh.
18. **Nanu** yang telah meminjamkan laptop pada saat pendadaran.
19. Keluarga **Rauf** di Wonosobo yang telah memberikan suatu yang tidak akan penulis lupakan dalam hidup ini.
20. Teman-teman seperjuangan Elektro 2005, **Wendy, Ares, Sunu, Galam, Dodi, Bogi, Alvi, Ali, Fuad, Maskur, Maradhona, Pendi, Rauf, Rifa, Reza, Mahtum, Anhar, Heru, Roy, Fajar, Anto, Dewit, Eva Aroma**, dan lainnya.
21. Teman-teman Elektro UMY semua angkatan dan alumni Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

22. Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

23. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu, Terima Kasih.

Penulis menyadari sebagai manusia tidak ada yang sempurna begitu pula dalam pembuatan skripsi ini. Karena itu penulis mohon maaf jika ada kesalahan dalam pembuatan skripsi ini. Kiranya Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang kelak akan membalas kebaikan semua pihak, masukan berupa saran dan kritik sangat diharapkan untuk perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

**WASSALAMMU'ALAIKUM WR.WB.**

Yogyakarta, April 2011

Penulis

Sumanto

## ABSTRAK

Sumanto, 20050120021 :

Analisis Sistem Proteksi Generator dan transformator Daya di PLTA (Studi Kasus di PT Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Mrica Sub Unit PLTA Garung).

PLTA Garung beroperasi pada saat terjadi beban puncak yaitu pada waktu sore hari sampai pagi hari. Sedangkan pada siang hari PLTA mendapat suplai (pasokan) listrik dari PLTP Geodiva yang berada di Dieng. PLTA Garung akan beroperasi 24 jam pada saat musim hujan karena pada musim hujan debit air naik.

Pada saat PLTA bekerja pasti memerlukan suatu peralatan pengaman untuk mencegah terjadinya gangguan pada sistem. Oleh sebab itu digunakanlah *relay-relay* pengaman yang bekerja untuk mendeteksi gangguan dan memerintahkan *circuit breaker* untuk trip. Ada beberapa *relay* di generator yang saling koordinasi agar bisa menjadi cadangan apabila *relay* utama gagal bekerja. Antara *relay* generator dan transformator tidak ada koordinasinya sehingga *relay* generator dan transformator bekerja sendiri didaerahnya masing-masing.

Dari hasil analisa ditentukan *relay* yang saling koordinasi yaitu generator *differential relay*, *stator ground fault relay*, *over current relay*. Dengan setting slope 10% di generator *differential relay* maka selisih arus antara  $I_1$  dan  $I_2$  untuk membuat relay bekerja yaitu 0,5 A. Untuk setting arus *stator ground fault relay* sebesar 1,24 A sesuai perhitungan dan waktu yang digunakan 0,22 detik. Untuk over current relay ini menggunakan setting tap arus 5 A dan waktu 5 detik sesuai perhitungan.

Kata Kunci :

Koordinasi Relay, Sistem Pengaman

## ABSTRACT

Sumanto, 20050120021 :

Analysis The Protection System of Generator and Transformer in PLTA (Study Problem in PT Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Mrica Sub Unit PLTA Garung).

PLTA Garung operate during the heaviest load at 17.00-05.00. Meanwhile, during the day to get supplies PLTA power (supply) electricity from the PLTP Geodiva in Dieng. PLTA Garung will operate 24 hours during the rainy season because during the rainy season the water discharge increases.

During the operation PLTA needs protection equipment to protect the system from fault. Therefore, protection relays are used to detect fault and trip the circuit breaker. There are some relays in the that coordinates with other relays if the main relay fail to work. There is no coordination between generator relays and transformer relays.

Based on analysis results has been determined that generator differential relay, stator ground fault relay and over current relay are coordinated. With 10% slope setting in generator differential relay the tolerance of the current difference between I1 and I2 to keep relay works is 0,5 A. Base on the calculation setting the current of stator ground fault relay is 1,24 A and setting time is 0,22 second. Over current relay use setting tap current 5 A and setting time 5 second.

Key word :

Relay Coordination, Protection System

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metode Penelitian.....	3
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b>	
2.1. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	5
2.2. Peralatan PLTA Garung.....	7
2.2.1. Bendungan.....	7
2.2.2. Proses Aliran Air (Pipa pesat/Penstock).....	7
2.2.3. Rumah Katub (Valve House).....	10

2.2.4. Turbin.....	11
2.2.5. Governor.....	13
2.2.6. Generator.....	14
2.2.6.1. Kontruksi Generator.....	15
2.2.6.2. Sistem Eksitasi.....	16
2.2.6.3. Pengaturan Tegangan.....	16
2.2.6.4. Sistem Pendingin Generator.....	17
2.2.7. Batteray.....	17
2.2.8. Transformator .....	17
2.2.8.1. Tranformator Step Up.....	18
2.2.8.2. Kontruksi Transformator Step Up.....	18
2.3. Pengertian Sistem Proteksi.....	21
2.3.2. Syarat-Syarat Sistem Relay Proteksi.....	22
2.3.1. Sistem Relay Proteksi.....	23
2.3.3. Pola Sistem Relay Proteksi.....	27
2.3.4. Karateristik Waktu Kerja Relay .....	27
2.3.5. Klasifikasi Relay Berdasarkan Jenisnya.....	28
2.3.6. Klasifikasi Relay Berdasarkan Kegunaan.....	29
2.4. Proteksi Generator.....	30
2.4.1. Jenis Gangguan Generator.....	30
2.4.2. Relay Proteksi Generator.....	34
2.5. Proteksi Transformator.....	41
2.5.1. Jenis Gangguan Transformator.....	41
2.5.2. Relay Proteksi Transformator.....	42

### BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1. Unit Pembangkit Garung.....	48
3.2. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Garung.....	49
3.2.1. Reservoir.....	50
3.2.2. Spesifikasi Peralatan Utama PLTA Garung.....	51
3.3. Proteksi Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	57

3.3.1. Transformator Arus (CT).....	58
3.3.2. Transformator tegangan (PT).....	59
3.3.3. Relay Generator.....	59
3.3.4. Relay Transformator.....	65

## BAB 1V ANALISA DATA

4.1. Analisa Gangguan Hubung singkat.....	67
4.2. Analisa Transformator Arus (CT).....	71
4.3. Analisa Setting Relay Di Generator Tanpa Koordinasi Relay Lain..	71
4.4. Setting Relay di Generator Dengan Koordinasi Relay Lain.....	73
4.4.1 Loss Of Field Relay.....	73
4.4.2. Reverse Power Relay.....	76
4.4.3. Relay Differensial .....	76
4.4.4. Over Current Relay (Relay Arus Lebih) .....	80
4.4.5. Relay Over excitasi (Stator Ground Fault Relay).....	82
4.5. Analisa Koordinasi Relay di Generator.....	85
4.5.1 Loss of field Relay dan Reverse Power Relay (back up).....	86
4.5.2 Differensial Relay, Stator Ground Relay dan Over Current Relay.....	88
4.6. Setting Relay di Transformator.....	88
4.7. Analisa Koordinasi Relay Generator – Transfomator.....	89
4.8. Analisa Kemungkinan Gangguan Tanpa Relay Pengaman.....	90

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	93
5.2. Saran.....	95

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Proses Kerja PLTA.....	5
Gambar 2.3. Turbin.....	6
Gambar 2.2. Prinsip Kerja PLTA.....	11
Gambar 2.4. Turbin Kaplan.....	12
Gambar 2.5. Turbin Francis.....	13
Gambar 2.6. Turbin Pelton.....	13
Gambar 2.7. Wiring Relay Differensial.....	37
Gambar 3.1. Diagram Single line PLTA Garung.....	49
Gambar 3.2. Telaga Menjer.....	50
Gambar 3.3. Bangunan Sentral PLTA Garung.....	51
Gambar 3.4. Berbagai Jenis Relay Generator.....	60
Gambar 3.5. Berbagai Jenis Relay Transformator.....	66
Gambar 4.1. Gangguan di titik F1 dan F2.....	67
Gambar 4.2. Jika Tidak Ada Arus Gangguan Masuk Relay.....	78
Gambar 4.3. Relay Bekerja Jika Arus Melebihi Setting Slope .....	79
Gambar 4.4. Grafik kerja Relay Differensial.....	80
Gambar 4.5. Rangkaian Pengganti Urutan Hubung Singkat.....	84



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi Teknis Dam Klakah.....	51
Tabel 3.2 Spesifikasi Teknis Dam Serayu.....	52
Tabel 3.3 Spesifikasi Teknis Dam Menjer.....	53
Tabel 3.4 Spesifikasi Governor.....	53
Tabel 3.5 Spesifikasi Motor Speed Adjustment.....	54
Tabel 3.6 Spesifikasi Motor Gaya Limit.....	54
Tabel 3.7 Spesifikasi Kompresor .....	54
Tabel 3.8 Spesifikasi Generator.....	55
Tabel 3.9 Spesifikasi Batteray.....	55
Tabel 3.10 Spesifikasi Batteray Charger.....	55
Tabel 3.11 Spesifikasi Trafo Tenaga (Daya).....	56
Tabel 3.12 Spesifikasi Trafo Pemakaian Sendiri 1.....	56
Tabel 3.13 Spesifikasi Trafo Pemakaian Sendiri 2.....	56
Tabel 3.14 Spesifikasi Trafo Distribusi.....	57