

PENGONTROLAN LEVEL DRUM BERKAITAN DENGAN PEMBEBANAN PLTU

SKRIPSI

Disusun oleh :

PUSPA AYU KUSTIA

NIM : 2007-11-169

S1 TEKNIK ELEKTRO



**SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN
JAKARTA**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN
JAKARTA**

2011

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini berjudul

PENGONTROLAN LEVEL DRUM BERKAITAN DENGAN PEMBEBANAN PLTU

Disusun Oleh:

PUSPA AYU KUSTIA

2007 – 11 - 169

Diajukan untuk memenuhi persyaratan pada kurikulum

Pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) pada

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN**

Jakarta, 25 Oktober 2011

Mengetahui,

Menyetujui,

Ir. Sampurno SP. MT.

Ketua Jurusan S1 Teknik Elektro

Ir. Djiteng Marsudi

Dosen Pembimbing

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi berjudul :

PENGONTROLAN LEVEL DRUM BERKAITAN DENGAN PEMBEBANAN PLTU

Merupakan karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan tiruan, salinan atau duplikat dari Skripsi yang telah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan, baik di lingkungan STT PLN maupun di Perguruan Tinggi lain, serta belum pernah dipublikasikan.

Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika terjadi pernyataan diatas tidak benar.

Jakarta, 25 Oktober 2011

PUSPA AYU KUSTIA

2007 – 11 - 169

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Dengan ini saya menyampaikan banyak terima kasih kepada :

Bapak ir. Djiteng Marsudi

Selaku pembimbing Skripsi yang dengan kesabarannya telah memberikan petunjuk, saran serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Jakarta, 25 Oktober 2011

PUSPA AYU KUSTIA

2007 – 11 - 169

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN PENULISAN	2
1.3. BATASAN MASALAH	2
1.4. METODE PENULISAN	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II PRINSIP KERJA PLTU	5
2.1. PROSES KONVERSI ENERGI	5
2.1.1 PROSES KONVERSI ENERGI BAHAN BAKAR (KIMIA) MENJADI ENERGI KALOR.....	7
2.1.2 PROSES KONVERSI ENERGI KALOR MENJADI ENTHALPY	10
2.1.3 PROSES ENTHALPY UAP MENJADI ENERGI MEKANIK	14
2.1.4 PROSES FASA UAP MENJADI AIR	16
2.1.5 PROSES ENERGI MEKANIK MENJADI ENERGI LISTRIK	21

2.1.6	NERACA ENERGI	26
2.2.	DASAR SISTEM KONTROL	29
2.3.	DAYA AKTIF DAN FREKUENSI.....	35
2.4.	DAYA REAKTIF DAN TEGANGAN	38
BAB III SISTEM KONTROL PADA PLTU		39
3.1.	UMUM.....	39
3.1.1	KONVERSI ENERGI PRIMER DALAM RUANG	40
3.1.2	PERPINDAHAN KALOR KE AIR BOILER.....	41
3.1.3	PEMBENTUKAN UAP (ENTHALPY)	47
3.1.4	ENTHALPY UAP MENJADI ENERGI MEKANIK.....	47
3.1.5	ENERGI MEKANIK MENJADI ENERGI LISTRIK.....	48
3.2.	PENGATURAN FREKUENSI DAN DAYA AKTIF	48
3.3.	PRINSIP KERJA DAN KARAKTERISTIK GOVERNOR	52
3.3.1	SPEED DROOP GOVERNOR	55
3.3.2	PENGATURAN SEKUNDER	61
3.3.3	LOAD FREQUENCY CONTROL (LFC).....	64
3.4.	POMPA PENGISI BOILER (BOILER FEED PUMP).....	66
3.5.	KELANJUTAN RESPON GOVERNOR DALAM SISTEM KONTROL PLTU.....	69
3.5.1	KONTROL DRUM LEVEL DAN AIR PENGISI BOILER	69
3.5.2	KONTROL TEKANAN UAP.....	71
3.5.3	KONTROL SUHU UAP	75
3.5.4	BOILER FOLLOW TURBIN, TURBIN FOLLOW BOILER DAN BOILER-TURBIN COORDINATE.....	76
3.6	MASTER KONTROL UNIT PLTU	83

3.7 TINJAUAN DARI TEORI KONTROL.....	85
3.8 SISTEM KONTROL BOILER DALAM KEADAAN GANGGUAN	90
3.9 RAMPING RATE DAN DIMENSI DRUM BOILER.....	95
3.10 DIAGRAM ALIR PROSES KONTROL DARI BOILER.....	109
BAB IV SISTEM KONTROL LEVEL DRUM PLTU SURALAYA.....	110
4.1 IDENTIFIKASI DARI INSTALASI YANG DITINJAU	110
4.2 PENGATURAN PENGISIAN AIR BOILER.....	120
4.3 PENGATURAN BAHAN BAKAR DAN UDARA.....	121
4.4 PENGATURAN TEMPERATUR UAP.....	122
4.5 PENGATURAN TEKANAN UAP	124
4.6 PENGONTROLAN LEVEL DRUM	125
4.7 INDIKATOR LEVEL DRUM.....	128
4.7.1 HIDRASTEP	128
4.7.2 TRANSMITTER LEVEL (TINGGI PERMUKAAN) AIR DRUM.....	131
4.8 HAL-HAL KHUSUS DALAM PLTU SURALAYA	132
4.9 PARTISIPASI PLTU SURALAYA DALAM PENGATURAN FREKUENSI	135
4.10 PERUBAHAN LEVEL DRUM BERKAITAN DENGAN PERUBAHAN BEBAN PLTU	136
BAB V KESIMPULAN	147
DAFTAR PUSTAKA.....	149
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Sistem Kontrol Loop Tertutup dan Sistem kontrol Loop Terbuka	34
Tabel 3.1 Konduktivitas Termal.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Kerja PLTU	6
Gambar 2.2	Sirkulasi Uap dan Air di Boiler.....	10
Gambar 2.3	Sudu Tetap dan Sudu Jalan dari Turbin	15
Gambar 2.4	Susunan Turbin Uap dan Kondensor Buatan Siemens/KWU ...	16
Gambar 2.5	Proses Kerja Deaerator Untuk Membuang Gas-Gas Yang Ada Dalam Air Boiler	20
Gambar 2.6	Prinsip Kerja Generator Sinkron	21
Gambar 2.7	Stator Generator Fasa Tiga	22
Gambar 2.8	Tepi Stator Dengan Kepala Belitan Yang Dipasang Kuat-Kuat Pada Rumah	23
Gambar 2.9	Konstruksi Generator Sinkron	25
Gambar 2.10	Neraca Energi	26
Gambar 2.11	Perubahan (Konversi) Energi di PLTU.....	28
Gambar 2.12	Blok Diagram Sistem Kontrol Sederhana.....	31
Gambar 2.13	Blok Diagram Sistem Kontrol Terbuka	33
Gambar 2.14	Diagram Blok Sistem Kontrol Tertutup.....	34

Gambar 2.15	Diagram vektor dari Fluks Magnetik (F), Gaya Gerak Listrik (E), Arus (I), dan Tegangan Jepit Dari Sebuah Generator Sinkro.....	36
Gambar 3.1	Proses Konversi Energi	39
Gambar 3.2	Laju Konduksi Kalor Q/t yang Melalui Dinding	42
Gambar 3.3	Kurva Daya	48
Gambar 3.4	Prinsip Kerja Governor Elektronik	52
Gambar 3.5	Prinsip Kerja Governor.....	53
Gambar 3.6	Governor Hidrolik Dimana Speed Droop Diatur Dengan Menyetel Engsel E	55
Gambar 3.7	Katup-Katup Uap Menuju Nozel pada Turbin	56
Gambar 3.8	Throttle Valve.....	56
Gambar 3.9	Throttle Pengatur Tekanan Uap dan Katup Pegatur Uap Menuju Nozel Pada Turbin	57
Gambar 3.10	Karakteristik Speed Droop Governor	58
Gambar 3.11	Proses Pengaturan Frekuensi.....	59
Gambar 3.12	Pengaturan Sekunder Melalui Titik B_2 Pada Gambar 3.6 Memakai Motor Maupun Manual.....	60
Gambar 3.13	Karakteristik Speed Droop Governor Pada Saat $f = 104\%$	61

Gambar 3.14	Pengaturan sekunder oleh Dispatcher	62
Gambar 3.15	Pengaturan Sekunder Untuk Meningkatkan Frekuensi Sistem	64
Gambar 3.16	Bagian dari Unit Pembangkit Yang Berpartisipasi Dalam Program LFC	66
Gambar 3.17	Skema Aliran Air Yang Dipompa Oleh BFP	66
Gambar 3.18	By Pass BFP	71
Gambar 3.19	Proses Pengaturan level Air Dalam Drum	70
Gambar 3.20	Proses Pengaturan Tekanan Uap Dalam Boiler, Dengan Mengatur Proses Pembakaran	71
Gambar 3.21	Instalasi Pengatur Bahan Bakar	72
Gambar 3.22	Foto Sebuah Burner Serbuk Batubara	74
Gambar 3.23	Burner Multifuel	74
Gambar 3.24	Spray Pengatur Suhu Uap Dalam Pipa Superheater	75
Gambar 3.25	Sistem Kontrol Boiler Follow Turbin	78
Gambar 3.26	Sistem Kontrol Turbin Follow Boiler	80
Gambar 3.27	Sistem Kontrol Coordinated	82
Gambar 3.28	Sistem Kontrol Unit PLTU	84
Gambar 3.29	Skema Proses Kontrol	86
Gambar 3.30	Transfer Funtion Suatu Action	87

Gambar 3.31	Sistem Kontrol Digital.....	88
Gambar 3.32	Hubungan Telekomunikasi Antara P3B Dengan Unit Pembangkit	90
Gambar 3.33	Sirkulasi Air Pendingin	94
Gambar 3.34	Laju Aliran Uap Dari Drum Boiler Menuju Turbin	98
Gambar 3.35	Respon Pengaturan Level Air Drum Sebagai Fungsi Waktu	99
Gambar 4.1	Konstruksi Spray superheater.....	123
Gambar 4.2	Pengaturan Level Drum Pada Steam Drum Boiler	125
Gambar 4.3	Screens Boiler Drum.....	127
Gambar 4.4	Konstruksi Hydrastep.....	129
Gambar 4.5	Grafik Resistivitas Air dan Uap	129
Gambar 4.6	Hydrastep	130
Gambar 4.7	Tekanan vs Beban.....	132
Gambar 4.8	Karakteristik q uap dan q air Pada Saat Perubahan Beban.....	143
Gambar 4.9	Pengontrolan Level Drum dan Karakteristik q uap & q air Beserta Koreksi Level Drum Saat Terjadi Perubahan Beban ...	145

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	HASIL (PLOT GAMBAR) DARI 3 ELEMENT KONTROL PLTU SURALAYA BERDASARKAN PERUBAHAN BEBAN ..	151
LAMPIRAN 2	TINJAUAN DARI SEGI KONTROL	155
LAMPIRAN 3	PEMERIKSAAN AIR DAN UAP UNIT 2-7 PLTU SURALAYA.....	161
LAMPIRAN 4	BATAS BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK PLTU SURALAYA	167
LAMPIRAN 5	SINGLE LINE DIAGRAM GITET SURALAYA	168
LAMPIRAN 6	PENYEDERHANAAN DIAGRAM “UNIT COORDINATE” PLTU SURALAYA UNIT 5,6,7 DALAM MERESPON PENURUNAN FREKUENSI JALA-JALA	169
LAMPIRAN 7	FLOW CHART PADA SAAT UNIT BERHASIL HOUSE LOAD.....	170
LAMPIRAN 8	FEEDWATER DRUM LEVEL CONTROL	171
LAMPIRAN 9	3 ELEMENT DRUM LEVEL CONTROL.....	172
LAMPIRAN 10	KONSTRUKSI DAN BAGIAN DALAM DRUM BOILER	173
LAMPIRAN 11	DATA MONITORING UNIT 7 PLTU SURALAYA PADA TANGGAL 3 SEPTEMBER 2011.....	174

LAMPIRAN 12 MONITORING DISPLAY UNIT 600 MW PLTU SURALAYA...	184
LAMPIRAN 13 DAFTAR PERTEMUAN / KONSULTASI PENULISAN SKRIPSI.....	204

ABSTRAK

Dalam sistem interkoneksi dengan skala yang relatif besar (Beban puncak di atas 10.000 MW). PLTU khususnya PLTU batubara memegang segmen produksi yang terbesar karena biaya bahan bakarnya relatif murah. Sesuai dengan kebijakan pemerintah saat ini dimana pembangunan PLTU batubara terus digalakan. PLTU batu-bara dapat membangkitkan daya yang relatif besar. Satu unit PLTU batubara dapat membangkitkan daya sampai dengan 1000 MW. Sistem kontrol dalam PLTU relatif canggih (sophisticated) dibandingkan pembangkit-pembangkit lain. Pemakaian tenaga listrik oleh pelanggan selalu berubah sebagai fungsi waktu dilain pihak nilai tegangan dan frekuensi harus relatif konstan. Untuk dapat memenuhi hal ini, diperlukan pengaturan berupa perubahan pembangkitan daya aktif dan daya reaktif sebagai fungsi waktu. Daya aktif berkaitan dengan pengaturan nilai frekuensi sedangkan daya reaktif berkaitan dengan nilai tegangan. Perubahan konsumsi daya aktif oleh pelanggan listrik menyebabkan nilai frekuensi berubah. Sedangkan nilai frekuensi harus dikontrol agar ada dalam batas yang diperbolehkan. Untuk mempertahankan nilai frekuensi ini unit pembangkit dalam sistem harus memberi respon berupa perubahan nilai daya aktif yang dibangkitkan. PLTU yang dayanya relatif besar juga diharapkan berkontribusi dalam pengaturan frekuensi.

Kontribusi PLTU dalam mengikuti pengaturan frekuensi dalam menyediakan daya aktif menghadapi salah satu kendala berupa keterbatasan perubahan daya aktif persatuan waktu atau biasa disebut Ramping Rate

(MW/menit). Salah satu hal yang menyebabkan kendala ini adalah perubahan tinggi level air drum yang terbatas diindikasikan oleh level drum yang mempunyai batas maksimum dan minimum yang diperbolehkan. Dalam tugas akhir ini akan dibahas bagaimana hubungan antara daya aktif yang dibangkitkan oleh unit PLTU dengan tinggi level air dalam drum yang harus dikontrol.