

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI INI BERJUDUL

**OPTIMASI OPERASI PLTA IR. H. DJUANDA DENGAN WADUK
SISTEM KASKADE**

Disusun oleh :

MUHAMMAD IHSAN

NIM : 2007-11-185

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan pada kurikulum
pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) pada**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN**

Jakarta, 20 Oktober 2011

Mengetahui,


Ir. Sampurno SP, MT
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,


Dr. Ir. Supriadi Legino
Pembimbing Satu


Assistia Semiawan Ir. MSc
Pembimbing Dua

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan skripsi 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 ternyata pernyataan diatas tidak benar.

Jakarta, 20 Oktober 2011



MUHAMMAD IHSAN
NIM : 2007-11-185

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan banyak terima kasih kepada :

Bapak Dr.Ir.Supriadi Legino, MM., MBA., MA.

Ibu Ir. Assistia Semiawan, M.Sc.

Selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang dengan kesabarannya telah memberikan petunjuk, saran-saran, waktu serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Terima kasih yang sama, saya sampaikan kepada Bapak Hendrawan ST. Supervisor Pembangkit P3BJB PT.PLN (Persero) yang telah membantu saya dalam pengambilan data-data untuk mendukung Skripsi ini.

Jakarta, 20 Oktober 2011



MUHAMMAD IHSAN
NIM : 2007-11-185

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL DAN KURVA	ix
ABSTRAK	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penulisan	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Metode Penulisan	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II : PRINSIP DASAR PENGOPERASIAN UNIT PLTA.....	6
2.1. Umum	6
2.2. Prinsip Dasar PLTA dan Konversi Energi	6

2.2.1	Energi Potensial	9
2.2.2	Energi Kinetis	9
2.2.3	Energi Mekanis	10
2.2.4	Energi Listrik	11
2.3.	Tipe Pembangkit Listrik Tenaga Air	11
2.3.1	Berdasarkan Kapasitas	11
2.3.2	Berdasarkan Cara Mendapatkan Air	11
2.4.	Bagian – Bagian PLTA.....	15
2.4.1	Dam / Bendungan	15
2.4.2	Pipa Pesat (Penstock).....	16
2.4.3	Tangki Surja (Surge Tank)	16
2.4.4	Generator	17
2.4.5	Turbin Air.....	19
2.5.	Pola Operasi Pada PLTA	21
2.6	Operasi dan Pemeliharaan PLTA	25
2.7	Peran Subsistem Hidro	31

BAB III : OPTIMASI PLTA YANG TERSUSUN DALAM SISTEM

	KASKADE	34
3.1.	Umum	34
3.2	Optimasi Hidro-Termis	35
3.3.	Optimasi hidro-termis menggunakan Metode Gradien.....	37
3.4	Optimasi PLTA-PLTA Dalam Kaskade Citarum	42
3.5	Pengoptimalan kinerja waduk PLTA kaskade Citarum.....	51

BAB III : OPTIMASI OPERASI PLTA IR. H. DJUANDA DENGAN WADUK

	SISTEM KASKADE	56
4.1.	Umum	56
4.2	Pola Distribusi Air PLTA-PLTA Kaskade	56
4.3.	PLTA Kaskade Yang Ditinjau	57
	4.3.1 PLTA Ir. H. Djuanda (Jatiluhur)	57
	4.3.2 PLTA Saguling dan PLTA Cirata	59
4.4	Kebutuhan Irigasi PLTA Ir. H. Djuanda	60
4.5	Permintaan Beban Harian PLTA Kaskade.....	61
4.6	Analisa Perhitungan.....	64
	4.6.1 Perhitungan Q_{in} dan Q_{out} dari Masing-Masing PLTA Kaskade.....	66

4.6.2 Perhitungan Saat Volume Waduk $\frac{1}{3}$ Volume	
Maksimum	70
4.6.3 Perhitungan Saat Volume Waduk $\frac{4}{5}$ Volume	
Maksimum	85
BAB V KESIMPULAN.....	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	

DAFTAR GAMBAR

BAB II

Gambar 2.1	Pembangkitan listrik tenaga air secara umum	8
Gambar 2.2	PLTA Run of river	12
Gambar 2.3.	PLTA Kolam tando.....	13
Gambar 2.4	Sistem PLTA pompa	15
Gambar 2.5	Duga Muka Air Waduk yang diinginkan dalam 1 tahun...	29
Gambar 2.6	Grafik air masuk di kolam tando sebuah PLTA.....	32

BAB III

Gambar 3.1	Jalur pembagian beban pembangkit sistem Jawa Bali ...	35
Gambar 3.2	Grafik Pemakaian Air Sebagai Fungsi Beban Dari Unit PLTA.....	40
Gambar 3.3	Tiga Buah PLTA Yang Mempunyai Hubungan Kaskade	42
Gambar 3.4	Bagan Tiga Buah PLTA Dalam Kaskade Beserta Kolam Dan Unit-Unit Pembangkit	48
Gambar 3.5	Bagan Layered Network	49
Gambar 3.6	Flowchart Menghitung Konsumsi Air Dari PLTA-PLTA Kaskade.....	50
Gambar 3.7	Grafik DMA yang diinginkan dalam satu tahun	52

BAB IV

Gambar 4.1	Bagan Tiga Buah PLTA Dalam Kaskade Beserta Kolam, Unit-Unit Pembangkit dan Air Masuk Lokal.....	68
------------	---	----

DAFTAR TABEL DAN KURVA

TABEL

BAB II

Tabel 2.1	Jenis Turbin pada PLTA.....	20
Tabel 2.2	Pengaruh Kecepatan terhadap Jenis Turbin.....	21

BAB III

Tabel 3.1	Data teknis 3 PLTA kaskade Citarum	53
Tabel 3.2	Kebutuhan irigasi dalam m^3/s selama satu tahun	54

BAB IV

Tabel 4.1	Data teknis waduk dan PLTA Ir. H. Djuanda.....	58
Tabel 4.2	Data Teknis Waduk PLTA Saguling dan Cirata	60
Tabel 4.3	Data Kebutuhan Irigasi (m^3/det) Rata-Rata Dalam 1 Tahun.....	61
Tabel 4.4	Permintaan Beban 2 PLTA Kaskade Saat $1/3 V_{max}$	62
Tabel 4.5	Permintaan Beban 2 PLTA Kaskade Saat $1/3 V_{max}$	63
Tabel 4.6	Perhitungan Volume Waduk Saguling Bulan Januari ($1/3$ Volume maksimum	75
Tabel 4.7	Perhitungan Volume Waduk Cirata Bulan Januari ($1/3$ Volume maksimum)	76

Tabel 4.8	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur Bulan Januari (1/3 Volume maksimum)	77
Tabel 4.9	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur (Irigasi) Bulan Januari (1/3 Volume maksimum)	78
Tabel 4.10	Perhitungan Volume Waduk Saguling Bulan Juli (1/3 Volume maksimum)	79
Tabel 4.11	Perhitungan Volume Waduk Cirata Bulan Juli (1/3 Volume maksimum)	80
Tabel 4.12	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur Bulan Juli (1/3 Volume maksimum)	81
Tabel 4.13	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur (Irigasi) Bulan Juli (1/3 Volume maksimum)	82
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan ΔV saat Volume Waduk 1/3 Volume Maksimum	83
Tabel 4.15	Perhitungan Volume Waduk Saguling Bulan Januari (4/5 Volume maksimum).....	87
Tabel 4.16	Perhitungan Volume Waduk Cirata Bulan Januari (4/5 Volume maksimum)	88
Tabel 4.17	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur Bulan Januari (4/5 Volume maksimum)	89

Tabel 4.18	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur (Irigasi) Bulan Januari (4/5 Volume maksimum)	90
Tabel 4.19	Perhitungan Volume Waduk Saguling Bulan Juli (4/5 Volume maksimum)	91
Tabel 4.20	Perhitungan Volume Waduk Cirata Bulan Juli (4/5 Volume maksimum)	92
Tabel 4.21	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur Bulan Juli (4/5 Volume maksimum)	93
Tabel 4.22	Perhitungan Volume Waduk Jatiluhur (Irigasi) Bulan Juli (4/5 Volume maksimum)	94
Tabel 4.23	Hasil Perhitungan ΔV saat Volume Waduk 4/5 Volume Maksimum	95

KURVA

Kurva 4.1	Permintaan Beban 2 PLTA Kaskade Saat Volume waduk $1/3 V_{\max}$	62
Kurva 4.2	Permintaan Beban 2 PLTA Kaskade Saat Volume waduk $4/5 V_{\max}$	63

ABSTRAK

Waduk Jatiluhur merupakan proyek multiguna yang berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum. Waduk ini terhubung dengan 2 waduk lainnya yaitu waduk Saguling dan Cirata. Pola operasi tiga waduk tersebut dilakukan dengan sistem kaskade dengan mengacu pada kebutuhan-kebutuhan dari waduk yang ada dibawahnya dan kuncinya terdapat di waduk Jatiluhur yang terletak di hilir. Dengan demikian perlu dioperasikan semaksimal mungkin agar didapat hasil yang maksimal tanpa melanggar kendala-kendala (volume tampungan maksimum dan minimum, tidak ada air yang melimpas dan berada dalam batas daya maksimum dan minimum PLTA). Mengingat bahwa waduk Jatiluhur merupakan waduk multiguna, yaitu air yang mengalir di waduk tidak hanya digunakan untuk memutar turbin pada PLTA dalam menghasilkan energi listrik melainkan juga sebagai sarana pendukung sektor pertanian untuk memenuhi kebutuhan irigasi persawahan didaerah Jawa Barat.

Studi kasus dilakukan di PLTA Ir. H. Djuanda. Skripsi ini ditujukan untuk mengoptimasi dan menganalisa kinerja waduk kaskade dengan kombinasi beban PLTA yang ideal, agar tidak melanggar kendala-kendala yang disyaratkan dan tetap memperhatikan keberlanjutan fungsi waduk yang ada.

Kata kunci : PLTA kaskade, optimasi hidro-termis, waduk kaskade, Jatiluhur