



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI ANALISIS PROGRAM PERCEPATAN 10.000 MW TAHAP I
PADA OPERASI SISTEM TENAGA LISTRIK JAWA BALI**

TESIS

MOHAMAD TRESNA WIKARSA

08 06 42 45 54

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI ANALISIS PROGRAM PERCEPATAN 10.000 MW TAHAP I
PADA OPERASI SISTEM TENAGA LISTRIK JAWA BALI**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Bidang
Ilmu Teknik Program Studi Teknik Elektro**

MOHAMAD TRESNA WIKARSA
08 06 42 45 54

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TENAGA LISTRIK
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

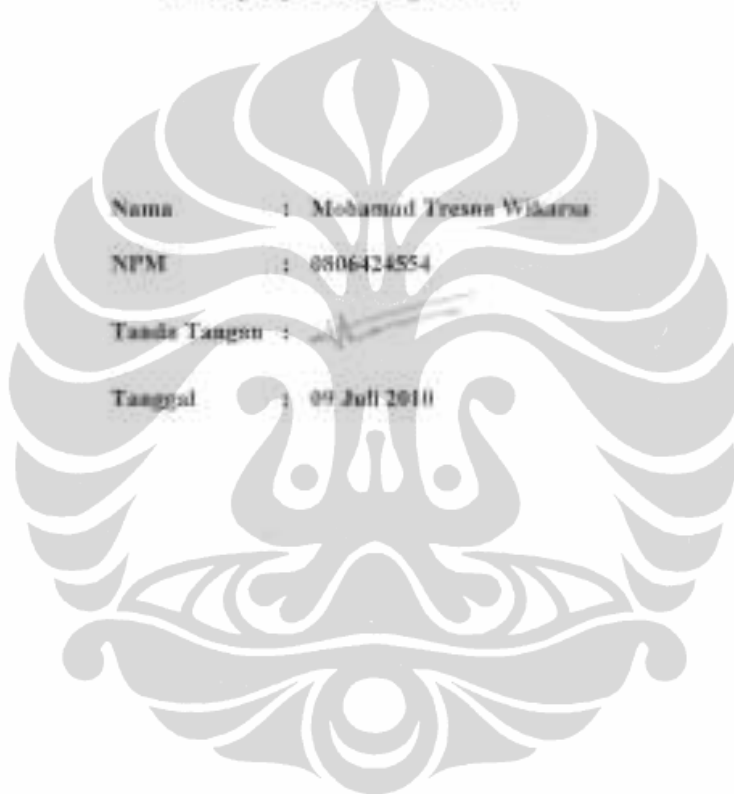
Tesis ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Mohamad Tresna Wikarsa

NPM : 0806424554

Tanda Tangan :

Tanggal : 09 Juli 2010




LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Mohamad Tresna Wikarsa
NPM : 0806424554
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tesis : Studi Analisis Program Percepatan 10.000 MW Tahap I pada Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. H. Ato Hening Suhibyo, DEA, IPM 

Pembimbing II : Dr. Abdul Halim, M.Eng 

Penguji : Dr. Ir. Ehsan Gusawan, M.T. 

Penguji : Ir. Amien Rahandjo, M.T. 

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 09 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkah dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk dapat memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Dr. Ir. Uno Bintang Sudiby, DEA, iPM., selaku pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam penyusunan tesis ini;
- (2) Dr. Abdul Halim, M.Eng, selaku pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam penyusunan tesis ini;
- (3) Ir. Adi Purwanto, MT, Budi Mulyana dan Ir. Yenni Tarid yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam penyusunan tesis ini;
- (4) Orang tua, istri dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5) Rekan-rekan mahasiswa GATRIK 2008 yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juli 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohamad Tresna Wikarsa
NPM : 0806424354
Kekhususan : Tenaga Listrik
Program : Magister Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk menyerahkan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Studi Analisis Program Percepatan 10,000 MW Tahap I
pada Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa-Bali**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Ditandatangani : Depok
Tanggal : 09 Juli 2010

(Mohamad Tresna Wikarsa)

ABSTRAK

Nama : Mohamad Tresna Wikarsa
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Studi Analisis Program Percepatan 10.000 MW Tahap I
pada Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali

Beban tenaga listrik di Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali (STLJB) selalu bertambah sehingga harus diimbangi dengan pembangunan pembangkit baru. Sejak tahun 2007 pemerintah Indonesia telah meluncurkan program percepatan (*crash program*) untuk membangun pembangkit-pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) batubara dengan kapasitas total 10.000 MW. Dari kapasitas total 10.000 MW tersebut, 6.900 MW diantaranya dibangun di Jawa. Pola operasi yang ada akan terpengaruh mengingat PLTU merupakan pembangkit listrik beban dasar (*base load*). Pada tesis ini akan dibahas pengaruh dari penambahan PLTU batubara dengan kapasitas sejumlah 6.900 MW terhadap pola operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali.

Kata kunci:

Penambahan pembangkit, operasi sistem tenaga listrik

ABSTRACT

Name : Mohamad Tresna Wikarsa
Study Program : Electrical Engineering
Title : Analysis Studies of the 10.000 MW Acceleration Program Phase I
of the JavaBali Power System Operation

The electrical load of the Java & Bali Electric Power System always increases, so it must be balanced by the construction of new power plants. Since 2007 the Indonesian government has launched a crash program to build Steam Coal Power Plants (SCPP) with a total capacity of 10.000 MW, from which 6.900 MW is built in Java. The existing operation pattern will be affected considering a SCPP as a base load power plant. In this thesis the influence of the addition of SCPPs with a total capacity of 6.900 MW will be discussed.

Keywords :

Addition power plants, power system operation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Metodologi	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
2. KONSEP DASAR	3
2.1 Sistem Tenaga Listrik	3
2.2 Tujuan Operasi Sistem Tenaga listrik	4
2.3 Kondisi Operasi Sistem Tenaga Listrik	5
2.4 Persoalan-Persoalan Operasi Sistem Tenaga Listrik	6
2.5 Manajemen Operasi Sistem Tenaga Listrik	7
2.6 Pembangkit Tenaga Listrik	8
2.6.1 Kurva Masukan Keluaran	8
2.6.2 Frekuensi Pembangkit Listrik	10
2.6.3 Peran Pembangkit Dalam Operasi Sistem	10
2.6.4 Biaya Pembangkit	11
2.6.5 Pengiriman Ekonomis	12
2.7 Penyaluran Tenaga Listrik	14
2.7.1 Saluran Transmisi	14
2.7.2 Studi Aliran Daya	14
2.7.3 Metode Newton Raphson	16
2.8 Prakiraan Beban	18
2.8.1 Metode Least Square	19
2.8.2 Metode Eksponensial	19
2.8.3 Metode Curve Fit	20
2.8.4 Metode Koefisien Beban	21
2.8.5 Metode Pendekatan Linier	22
2.8.6 Metode Markov	23
2.8.7 Metode Jaringan Syaraf Tiruan	23

3. SISTEM TENAGA LISTRIK JAWA BALI	27
3.1 Gambaran Umum	27
3.2 Pembangkitan	28
3.2.1 Komposisi Pembangkitan	28
3.2.2 Komposisi Energi Primer	29
3.3 Penyaluran	30
3.4 Karakteristik Beban	31
3.5 Pengendalian Operasi	32
3.5.1 Frekuensi	33
3.6 Rencana Pengembangan Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali	36
3.6.1 Kapasitas Pembangkit Tenaga Listrik STLJB	36
3.6.2 Kebutuhan Energi PLN Distribusi di STLJB	36
3.6.3 Produksi Energi Bruto dan Netto Pembangkitan STLJB	37
3.6.4 Kebutuhan Pembangkit Baru di STLJB	38
3.6.5 Rencana Pembangunan Pembangkit Baru di STLJB	38
4. STUDI ANALISIS PROGRAM PERCEPATAN 10.000 MW TAHAP I PADA OPERASI SISTEM TENAGA LISTRIK JAWA BALI	40
4.1 Realisasi Beban Puncak dan Energi Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali ...	40
4.2 Prakiraan Beban Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali Tahun 2010 – 2013	42
4.2.1 Peramalan Beban Puncak dan Energi dengan Jaringan Syaraf Tiruan	44
4.2.2 Peramalan Beban Harian (per ½ jam) dengan Metode Koefisien ...	46
4.3 Penambahan Unit Pembangkit Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali	47
4.4 Optimasi Pembangkitan Sistem Jawa Bali dengan Program PROSYM ...	48
4.4.1 Diagram Alir Program Prosym Beban STLJB 2010 – 2013	48
4.5 Hasil Simulasi	50
4.5.1 Hasil Simulasi Pada Saat Beban Puncak Tahun 2010	52
4.5.2 Hasil Simulasi Pada Saat Beban Puncak Tahun 2011	53
4.5.3 Hasil Simulasi Pada Saat Beban Puncak Tahun 2012	55
4.5.4 Hasil Simulasi Pada Saat Beban Puncak Tahun 2013	57
4.6 Perbandingan Komposisi Pembangkit Tahun 2009 dengan Hasil Simulasi Tahun 2010, 2011, 2012 dan 2013	59
4.7 Studi Hasil Simulasi	61
5. KESIMPULAN	62
DAFTAR REFERENSI	xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram satu garis sistem tenaga listrik	3
Gambar 2.2	Tujuan operasi sistem tenaga listrik	4
Gambar 2.3	Kondisi operasi sistem tenaga listrik	6
Gambar 2.4	Kurva masukan keluaran pembangkit listrik termal	9
Gambar 2.5	Kurva masukan keluaran pembangkit listrik hidro	9
Gambar 2.6	N Buah unit termal yang melayani beban P_{load}	13
Gambar 2.7	Prakiraan beban dengan metode Least Square	19
Gambar 2.8	Prakiraan beban dengan metode Eksponensial	20
Gambar 2.9	Prakiraan beban dengan metode Curve Fit	21
Gambar 2.10	Prakiraan beban dengan metode Koefisien Beban	22
Gambar 2.11	Prakiraan beban dengan metode Pendekatan Linier	22
Gambar 2.12	Blok Diagram Ilustrasi Algoritma Pembelajaran Propagasi Balik	24
Gambar 3.1	Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali	27
Gambar 3.2	Komposisi Pembangkit per Perusahaan tahun 2009	29
Gambar 3.3	Komposisi Pembangkit per Energi Primer tahun 2009	30
Gambar 3.4	Karakteristik tipikal Beban harian STLJB	32
Gambar 3.5	Pengaturan Frekuensi	33
Gambar 3.6	Fluktuasi Frekuensi STLJB tanggal 04 November 2009	35
Gambar 3.7	Prakiraan kebutuhan Energi per-Distribusi	37
Gambar 4.1	Kurva Beban STLJB tanggal 04 November 2009	41
Gambar 4.2	Diagram Alir prakiraan beban STLJB 2010 – 2013	43
Gambar 4.3	Diagram JST untuk prakiraan Beban Puncak dan Energi STLJB	45
Gambar 4.4	Diagram Alir Program Prosym beban STLJB 2010 – 2013	49
Gambar 4.5	Diagram Prosentase Energi (GWh) 2010 - 2013	51
Gambar 4.6	Diagram Prosentase Biaya Produksi (Rp) 2010 - 2013	51
Gambar 4.7	Kurva Beban STLJB tanggal 24 November 2010	52
Gambar 4.8	Kurva Beban STLJB tanggal 17 November 2011	54
Gambar 4.9	Kurva Beban STLJB tanggal 24 Oktober 2012	56
Gambar 4.10	Kurva Beban STLJB tanggal 10 Oktober 2013	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Prakiraan beban berdasarkan pembagian waktu	18
Tabel 3.1	Komposisi DMN Pembangkit STLJB Tahun 2009	28
Tabel 3.2	Komposisi Energi Primer Pembangkit STLJB Tahun 2009	29
Tabel 3.3	Komposisi Instalasi Penyaluran STLJB Tahun 2009	31
Tabel 3.4	Prakiraan Kebutuhan Energi (GWh) PLN Distribusi Jawa & Bali	37
Tabel 3.5	Energi Produksi Pembangkit Listrik Jawa Bali (TWh)	38
Tabel 3.6	Rencana Kapasitas Pembangkit Sistem Jawa Bali (MW)	38
Tabel 3.7	Rencana Pembangunan Pembangkit Baru di STLJB (MW)	39
Tabel 4.1	Beban Puncak dan Energi STLJB 2002 – 2009	40
Tabel 4.2	Pembangkitan Tanggal 04 November 2009 (dalam MW)	41
Tabel 4.3	Prosentase Pembangkitan Tanggal 04 November 2009	42
Tabel 4.4	Data Masukan dan Target untuk Pembelajaran Program JST	44
Tabel 4.5	Perbandingan Data Rencana PLN dengan Hasil Simulasi JST	46
Tabel 4.6	Rencana Beban Puncak STLJB 2010 – 2013	46
Tabel 4.7	Jadwal Masuknya Pembangkit PLN 2009 – 2013	47
Tabel 4.8	Jadwal Masuknya Pembangkit Swasta 2010 – 2013	47
Tabel 4.9	Energi dan Biaya Produksi Pembangkit Hasil Simulasi PROSYM .	50
Tabel 4.10	Pembangkitan Tanggal 24 November 2010 (dalam MW)	52
Tabel 4.11	Prosentase Pembangkitan Tanggal 24 November 2010	53
Tabel 4.12	Pembangkitan Tanggal 17 November 2011 (dalam MW)	54
Tabel 4.13	Prosentase Pembangkitan Tanggal 17 November 2011	55
Tabel 4.14	Pembangkitan Tanggal 24 Oktober 2012 (dalam MW)	56
Tabel 4.15	Prosentase Pembangkitan Tanggal 24 Oktober 2012	57
Tabel 4.16	Pembangkitan Tanggal 10 Oktober 2013 (dalam MW)	58
Tabel 4.17	Prosentase Pembangkitan Tanggal 10 Oktober 2013	59
Tabel 4.18	Perbandingan Prosentase Pembangkitan Pada Saat Beban Puncak Tahun 2009, 2010 dan 2011	60
Tabel 4.19	Perbandingan Prosentase Pembangkitan Pada Saat Beban Puncak Tahun 2009, 2012 dan 2013	61

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 4.1 Program MATLAB Perhitungan Prakiraan Beban Puncak dan Energi STLJB Jawa Bali tahun 2010 - 2013
- Lampiran 4.2 Hasil Peramalan Beban Periode Mingguan tahun 2010 - 2013
- Lampiran 4.3 Hasil Prosym Tahun 2010 - 2013



DAFTAR SINGKATAN

STLJB	Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali
SJB	Sistem Jawa Bali
Wh	Watt hour
kWh	kilo Watt hour
MWh	Mega Watt hour
MW	Mega Watt
DMN	Daya Mampu Netto
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLTG	Pembangkit Listrik Tenaga Gas
PLTGU	Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLN	Perusahaan Listrik Negara
P3B JB	Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali
kV	kilo Volt
JCC	Java Control Centre
RCC	Regional Control Centre
WIB	Waktu Indonesia Bagian Barat
IP	PT Indonesia Power
PJB	PT Pembangkitan Jawa Bali
PMT	PT PLN Muaratawar
IPP	Independent Power Producer
SUTET	Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi
SUTT	Saluran Udara Tegangan Tinggi
SKTT	Saluran Kabel Tanah Tegangan Tinggi
SKLT	Saluran Kabel Laut Tegangan Tinggi
kms	kilometer sirkit
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
BBM	Bahan Bakar Minyak
BBr	Batubara
JST	Jaringan Syaraf Tiruan