



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PROSPEK MASUKNYA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA NUKLIR KE SISTEM JAWA-BALI**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
Teknik**

Rr. ARUM PUNI RIJANTI
07 06 17 39 12

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TEKNIK TENAGA LISTRIK DAN ENERGI
DEPOK
DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rr. ARUM PUNI RIJANTI

NMP : 07 06 17 39 12

Tanda Tangan : 

Tanggal : 31 DESEMBER 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Rr. Arum Puni Rijanti
 NPM : 0706173912
 Program Studi : Teknik Elektro
 Judul Tesis : Analisis Prospek masuknya Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir ke Sistem Jawa-Bali

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, MT** (.....)

Penguji : **Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo** (.....)

Penguji : **Dr. Ir. Ridwan Gunawan, MT** (.....)

Penguji : **Ir. Budi Sudiarmo, ST, MT** (.....)

Ditetapkan di : Depok
 Tanggal : 31 Desember 2009

KATA PENGANTAR /UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Tenaga Listrik dan Energi, pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, MT., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik;
- 2) Dr. Budi Sudarsono, merupakan salah satu ahli nuklir pensiunan BATAN yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi data masukan agar tesis ini dapat selesai dengan baik.
- 3) Ir. Satri Falanu, dan Ir. Wahyudi M.Eng yang telah memberikan dukungan moral dan kelengkapan data;
- 4) Kepala Bidang Perencanaan dan seluruh Staf di lingkungan PT. PLN-P3B Gandul, dukungan kelengkapan data dan moral;
- 5) Orang tua dan keluarga yang telah memberi bantuan serta dukungan moral;
- 6) Ir. Agung, MT dan Ir. Onda Irawan, M.Eng, selaku Staf Ahli di lingkungan PT. PLN-P3B Gandul, yang telah memberikan semangat dan bimbingannya.
- 7) Arief Sugianto, ST, selaku staf perencanaan di lingkungan PT. PLN Pusat.
- 8) Dr. Sarwiyana Sastratenaya, selaku Kepala Pusat Pengembangan Energi Nuklir-BATAN, yang telah memberikan ijin tugas belajar;
- 9) Ir. Edi Sartono, selaku mantan Kepala Bidang Perencanaan Energi di PPEN-BATAN, yang telah memberikan data serta masukan ide.
- 10) Sahabat-sahabat mahasiswa/i S2 Teknik Elektro UI Angkatan 2007, mahasiswa/i S1 ISTN dan rekan kerja, yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa, agar berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 31 Desember 2009

Penulis

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis dengan judul:

**ANALISIS PROSPEK MASUKNYA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA NUKLIR KE SISTEM JAWA-BALI**

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Tenaga Listrik, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, dan disetujui untuk diajukan dalam presentasi Tesis.

Depok, 15 Desember 2009

Menyetujui

Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, MK.MT

NIP. 196105071989031004

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Rr. Arum Puni Rijanti
NPM : 0706173912
Program Studi : Kekhususan Teknik Tenaga Listrik dan Energi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

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

ANALISIS PROSPEK MASUKNYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR KE SISTEM JAWA-BALI

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : Desember 2009
Yang menyatakan



(Rr. Arum Puni Rijanti)

ABSTRAK

Nama : Rr. Arum Puni Rijanti
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisis Prospek Masuknya Pembangkit Tenaga Nuklir ke Sistem Jawa-Bali

Sistem kelistrikan Jawa-Bali pernah mengalami krisis sampai pertengahan tahun 2009, sumber: Kompas, Sabtu 31 Mei 2008. Pemadaman tidak bisa dihindari karena kapasitas pembangkit PLN tidak bertambah secara signifikan. Dengan pertumbuhan konsumsi listrik di atas 6 persen, cadangan daya pun terus tergerus.

Rata-rata pertumbuhan pemakaian listrik pada kuartal I-2008 mencapai 6,8 persen, sementara target pertumbuhan dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) 2008 hanya 1,9 persen. Dengan menggunakan patokan pertumbuhan itu pula, pemerintah menetapkan kuota bahan bakar minyak (BBM) untuk PLN sebanyak 9,1 kiloliter. Sementara itu, realisasi pemakaian BBM sampai April 2008 sudah mencapai 3,651 juta kiloliter atau 42,24 persen dari kuota. Cadangan daya tergerus menjadi 25 persen dari batas yang seharusnya 40 persen.

Sistem kelistrikan Jawa-Bali mengalami defisit 800-900 MW, yang mengakibatkan pemadaman bergilir di wilayah Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Bali. Defisit disebabkan beberapa hal antara lain penurunan daya di sejumlah pembangkit PLN dan Swasta, kenaikan beban pemakaian listrik di Jawa-Bali, serta ketidاكلancaran pasokan BBM ke pembangkit PLN. Hal ini terjadi karena masih dominan menggunakan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Cadangan bahan bakar fosil lama kelamaan akan habis kalau tidak disiasati dalam pemakaiannya. Penggunaan bahan bakar fosil ini pula yang dapat meningkatkan kadar emisi CO₂ dan SO₂ yang merupakan pemicu adanya pemanasan global. Kajian ini bertujuan untuk melihat rencana optimasi pengembangan pembangkit listrik Jawa Bali dengan membandingkan pemakaian batubara dan nuklir bila dilihat dari nilai fungsi obyek, LOLP, emisi CO₂ dan SO₂. Diaman hasil tahun keluaran PLTN akan dipakai untuk perhitungan aliran daya bila PLTN masuk ke sistem Jawa Bali dan membandingkan rencana lokasi penempatan PLTN yaitu Banten dan Semenanjung Muria.

Kata Kunci : Energi Nuklir, Lingkungan dan Aliran Daya.

ABSTRACT

Nama : Rr. Arum Puni Rijanti
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : The analysis of the Entry Prospect of the Nuclear Power Plant to the Java-Bali Grid

Keywords: nuclear energy, environment and power flow

Electrical systems Java-Bali has experienced a crisis until the mid-2009, source: Kompas, Saturday, May 31, 2008. Extinction cannot be avoided because of PLN's generating capacity has not increased significantly. With electricity consumption growth above 6 percent, the reserves were dwindling resources. The average electricity consumption growth in the first quarter of 2008 reached 6.8 percent, while the growth target in the Budget Revenue and Expenditure (Budget) in 2008 only 1.9 percent. By using the same standards that growth, the government set a quota of oil fuel (BBM) to PLN 9.1 of kiloliters. Meanwhile, the realization of the use of fuel until April 2008 has reached 3.651 million kiloliters, or 42.24 percent of the quota. Backup power eroded to 25 percent of the limit should be 40 percent.

System of Java-Bali electricity deficit 800-900 MW, which resulted in rotating blackouts in the area of Banten, DKI Jakarta, West Java, Central Java, East Java, Yogyakarta and Bali. The deficit caused by several things including a decrease in the number of power plants and private sectors, an increase in electricity consumption load in Java-Bali, and the smooth fuel supply for power plants. This happens because it is still the dominant power plants using fossil fuel. Fossil fuel reserves will run out over time if not saving in its use. The use of these fossil fuels also can increase the levels of CO₂ and SO₂ emissions which are the trigger of global warming. This study aims to look at plans floating power plant optimization Java and Bali by comparing the use of coal and nuclear when viewed from the value of object function, LOLP, CO₂ and SO₂ emissions. The results in output of nuclear power plants will be used to calculate the flow of power when nuclear power plants into the Java-Bali system and compare the plans of where to place nuclear plants Banten and Muria Peninsula.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
1.6 Model Operasional Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TEORI DASAR.....	6
2.1 Alur Kerja Penelitian.....	6
2.2 Perhitungan Biaya.....	7
2.3 Alur Kerja Program WASP.....	11
2.4 Dampak Lingkungan.....	13
2.5 Alur Kerja Program PSSE.....	15
2.6 Persamaan ALiran Daya.....	17
BAB III PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PLTN.....	19
3.1 Keunggulan Nuklir dan Pemanfaatannya.....	19
3.2 Kerugian PLTN.....	20
3.3.Prinsip Kerja PLTN.....	20
3.4 Reaktor Air Bertekanan.....	22
3.5 Sistem Keselamatan PLTN.....	24
3.6 Bahan Bakar Nuklir.....	27
3.6.1 Cadangan Uranium di Dunia.....	29
3.6.2 Cadangan Uranium di Indonesia.....	32
3.7 Limbah Nuklir	33
BAB IV HASIL DAN ANALISIS MASUKNYA PLTN KE SISTEM JAWA-BALI.....	36
4.1 Sistem Kelistrikan Jawa-Bali.....	36
4.2 Pengembangan Pembangkit Jawa-Bali.....	38
4.3 Ekonomi Daya Nuklir.....	39
4.4 Asumsi Harga Bahan Bakar	41

4.5 Program Percepatan Pembangkit 10.000 MW Tahap 1 dan 2.....	41
4.6 Asumsi Parameter Ekonomi.....	43
4.7 Hasil dan Analisis Hitungan Program WASP.....	43
4.8 Hasil dan Analisis Aliran Daya bila PLTN dihubungkan ke Sistem Jawa Bali.....	47
BAB V KESIMPULAN.....	55
...	
DAFTAR REFERENSI.....	56
LAMPIRAN.....	57



DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Alur Kerja Penelitian.....	6
Gambar 2.2	Alur Kerja Program WASP.....	12
Gambar 2.3	Jumlah gas CO ₂ yang dihasilkan oleh pembangkit listrik.....	14
Gambar 2.4	Alur Kerja Program PSSE.....	16
Gambar 3,1	Struktur Reaktor PWR.....	21
Gambar 3.2	Skema Reaktor PWR.....	23
Gambar 3.3	Sistem Keselamatan Reaktor dengan Penghalang Ganda.....	27
Gambar 3.4	Bahan Bakar PWR.....	27
Gambar 3.5	Siklus Bahan Bakar Nuklir.....	28
Gambar 3.6	Fabrikasi Bahan Bakar.....	29
Gambar 3.7	Peta Uranium.....	30
Gambar 3.8	Harga Uranium.....	31
Gambar 4.1	Tipikal Kurva Beban Jawa-Bali.....	36
Gambar 4.2	Kurva Beban Dasar Tahun 2007.....	37
Gambar 4.3	Aliran Daya untuk PLTN di Muria.....	48
Gambar 4.4	Aliran Daya untuk PLTN di Banten.....	51

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 3.1	Teknologi Reaktor di Dunia.....	21
Tabel 3.2	Disain PWR.....	24
Tabel 3.3	Produksi Penambangan Uranium.....	30
Tabel 3.4	Penambangan Produksi Uranium terbesar 2008.....	31
Tabel 3.5	Produksi Limbah per Tahun.....	34
Tabel 4.1	Pembangkit Kandidat.....	38
Tabel 4.2	Ongkos Bahan Bakar Nuklir.....	39
Tabel 4.3	Perbandingan Ongkos Pembangkit Listrik.....	40
Tabel 4.4	Asumsi Harga Bahan Bakar.....	41
Tabel 4.5	Daftar Proyek Percepatan Pembangkit 10.000 MW Tahap I.....	42
Tabel 4.6	Daftar Proyek Percepatan Pembangkit 10.000 MW Tahap II.....	42
Tabel 4.7	Asumsi Parameter Ekonomi.....	43
Tabel 4.8	Analisis Skenario Tanpa Nuklir vs Nuklir.....	44
Tabel 4.9	Pembangkit Pemikul Beban Dasar.....	46
Tabel 4.10	Prakiraan Kebutuhan Energi (GWh).....	47
Tabel 4.11	Loading Transmisi Muria.....	48
Tabel 4.12	Loading Transmisi Banten.....	49
Tabel 4.13	Rugi-rugi Sistem di Muria.....	50
Tabel 4.14	Rugi-rugi Sistem di Banten.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran I-1	Variable Alternatives By Year-PLTN.....	57
Lampiran I-2	Variable Alternatives By Year-Tanpa PLTN.....	58
Lampiran I-3	Summary Fixed System Optimum Solution-PLTN.....	59
Lampiran I-4	Expected Polluting Material CO2-PLTN.....	60
Lampiran I-5	Expected Polluting Material SO2-PLTN.....	61
Lampiran I-6	Summary Fixed System Optimum Solution –Tanpa PLTN.....	62
Lampiran I-7	Expected Polluting Material SO2-Tanpa PLTN.....	63
Lampiran I-8	Expected Polluting Material CO2-Tanpa PLTN.....	64
Lampiran II-1	Losis-GITET-Loading Transmisi Muria 2013.....	65
Lampiran II-2	Losis-GITET-Loading Transmisi Banten 2013.....	66

