

**ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT  
SISTEM-SISTEM KELISTRIKAN DI KALIMANTAN  
TAHUN 2008 - 2012**

**TESIS**

Oleh

**RATNASARI SJAMSUDDIN**  
**06 06 00 35 81**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
PASCA SARJANA BIDANG ILMU TEKNIK  
UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

**ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT  
SISTEM-SISTEM KELISTRIKAN DI KALIMANTAN  
TAHUN 2008-2012**

**TESIS**

Oleh

**RATNASARI SJAMSUDDIN**

**06 06 00 35 81**



**TESIS INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI MAGISTER TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
PASCA SARJANA BIDANG ILMU TEKNIK  
UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TESIS**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul:

### **ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT SISTEM-SISTEM KELISTRIKAN DI KALIMANTAN TAHUN 2008-2012**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Teknik Tenaga Listrik Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 10 Juni 2008

Ratnasari Sjamsuddin  
NPM 0606003581

## **PENGESAHAN**

Tesis dengan judul :

### **ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT SISTEM-SISTEM KELISTRIKAN DI KALIMANTAN TAHUN 2008 - 2012**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Teknik Tenaga Listrik Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang ujian tesis pada tanggal 16 Juni 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 25 Juni 2008

Dosen Pembimbing II:

Dosen Pembimbing I:

**(Ir. I. Made Ardita, MT)**

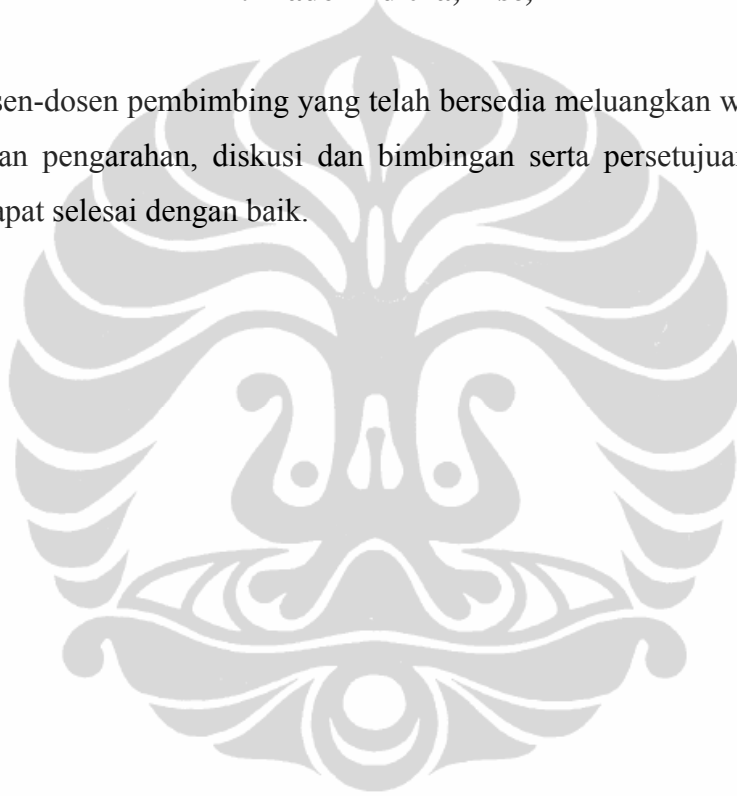
**(Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo)**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Dr. Ir. Uno Bintang Sudiby, DEA dan  
Ir. Made Arditha, Msc,**

selaku dosen-dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.



Ratnasari Sjamsuddin  
NPM 0606003581  
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing  
I. Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo  
II. Ir. I Made Ardita, MT.

**ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT SISTEM-SISTEM  
KELISTRIKAN DI KALIMANTAN TAHUN 2008-2012**

**ABSTRAK**

Sistem kelistrikan di Kalimantan saat ini masih terbagi menjadi 3 yaitu Sistem Kalimantan Barat, Sistem Kalimantan Timur dan Sistem Kalimantan Selatan-Kalimantan Tengah. Saat ini sistem-sistem kelistrikan tersebut sudah kekurangan pasokan tenaga listrik yang dinyatakan dengan tingginya nilai indeks keandalan (LOLP). Rencana pengembangan sistem pembangkit oleh PLN sampai dengan tahun 2012 sebesar 865 MW belum dapat memenuhi kriteria keandalan sistem tenaga listrik yang ditetapkan yaitu sebesar 5 hari pertahun.

Tesis ini akan menganalisis besar kapasitas dan optimalisasi biaya pengembangan pembangkit berdasarkan kriteria keandalan pada perencanaan pengembangan pembangkit pada sistem-sistem kelistrikan terbesar di ketiga sistem kelistrikan Kalimantan dalam kurun waktu 2008-2012.

Dari hasil analisis, untuk memenuhi kriteria keandalan sistem tenaga listrik di Kalimantan, diperlukan tambahan kapasitas sebesar 1405 MW dan pengembangan sistem pembangkitan diarahkan pada pembangunan PLTU batubara karena ketersediaan batubara sebagai bahan bakar utama dapat dijamin dengan potensi cadangan batubara yang ada di Kalimantan.

Biaya pengembangan pembangkitan yang optimum diperoleh untuk Sistem Kapuas di Kalimantan Barat adalah dengan pengembangan PLTU 55 MW, Sistem Mahakam di Kalimantan Timur dengan PLTU 65 MW dan Sistem Barito di Kalimantan Selatan dengan PLTU 100 MW.

**Kata kunci : Keandalan sistem, penambahan kapasitas pembangkitan, biaya pengembangan.**

Ratnasari Sjamsuddin  
NPM 0606003581  
Departement of Electrical Engineering

Academic Advisor  
I. Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo  
II. Ir. I Made Ardita, MT.

**ANALYSIS OF POWER GENERATION SYSTEMS DEVELOPMENT  
IN KALIMANTAN YEARS 2008 - 2012**

**ABSTRACT**

Kalimantans electrical distribution system is currently divided into three major systems which are: West Kalimantan system, East Kalimantan system, and South-Central Kalimantan system. Those systems are now lack of available power which is indicated by high level of electrical unreability (LOLP). Even though The State Owned Utility (PLN) has already planned power generation developments until 2012 as much as 865MW, it is still insufficient to fulfill the reliability criterion of Kalimantan electrical system which is five days per year.

This thesis will analyze the capacity needed and cost optimalization of power generation development plan based on reliability criterion of the future power plants in those three major electrical systems in Kalimantan within 2008-2012.

From the analysis, to fulfill the reliability criterion of Kalimantan electrical systems, an additional 1405 MW of electrical power is needed. To fulfill this additional power, future powerplants to be developed will be coal fired steam power plants because a continuous supply from abundant reserve of coal in Kalimantan can be guaranteed.

Optimum development cost of power plants for Kapuas West Kalimantan electrical system will be of a 55 MW, another 65 MW plant suitable for Mahakam, East Kalimantan electrical system and 100 MW plant for Barito, South Kalimantan electrical system.

**Keyword:** System Reliability, Additional capacity of power generation, Development cost.

# DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTARACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN .....	3
1.3 HIPOTESIS .....	3
1.4 METODOLOGI .....	4
1.5 BATASAN MASALAH .....	4
1.6 SISTEMATIKA PEMBAHASAN .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 PENAMBAHAN PEMBANGKIT LISTRIK .....	5
2.2 KEBUTUHAN DAYA LISTRIK .....	9
2.3 KEANDALAN SISTEM PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK .....	12
2.4 TEORI KONVOLUSI .....	15
2.5 KARAKTERISTIK PEMBANGKIT .....	18
2.6 BIAYA PUSAT PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK .....	20
2.7 PEMILIHAN JENIS PUSAT PEMBANGKIT .....	21
2.8 KEBUTUHAN BATUBARA .....	24
<b>BAB III SISTEM KELISTRIKAN KALIMANTAN DAN RENCANA PENAMBAHAN PEMBANGKIT TAHUN 2008 - 2012</b>	
3.1 GAMBARAN UMUM SISTEM KELISTRIKAN KALIMANTAN TAHUN 2007 .....	25



3.2 RENCANA PENAMBAHAN PEMBANGKIT LISTRIK DI KALIMANTAN .....	34
3.3 POTENSI BATUBARA DI KALIMANTAN.....	39
<b>BAB IV ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT DI KALIMANTAN</b>	
4.1. DATA YANG DIGUNAKAN.....	42
4.2. PROSES PERHITUNGAN DAN OPTIMASI .....	45
4.3. HASIL PERHITUNGAN INDEKS KEANDALAN DAN OPTIMASI PENGEMBANGAN SISTEM KELISTRIKAN DI KALIMANTAN .....	47
4.4. ANALISIS PENGEMBANGAN PEMBANGKIT .....	58
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	70
DAFTAR ACUAN .....	xvi
DAFTAR PUSTAKA .....	xvii
LAMPIRAN .....	xviii

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Screening curve untuk 2 buah mesin .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Kurva beban harian .....	9
<b>Gambar 2.3</b> Load duration curve .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Inverted load duration curve .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Kurva lama beban dan daya tersedia dalam sistem .....	13
<b>Gambar 2.6</b> Formulasi kurva lama beban ekuivalen .....	16
<b>Gambar 2.7</b> Kurva lama beban ekuivalen dan indicator keandalan .....	17
<b>Gambar 2.8</b> Kurva masukan keluaran pembangkit termal .....	18
<b>Gambar 2.9</b> Kurva masukan keluaran pembangkit hidro .....	19
<b>Gambar 3.1</b> Neraca daya Sistem Kapuas .....	26
<b>Gambar 3.2</b> Peta kelistrikan Kalimantan Barat .....	27
<b>Gambar 3.3</b> Peta kelistrikan Kalimantan Timur .....	28
<b>Gambar 3.4</b> Neraca daya Sistem Mahakam .....	30
<b>Gambar 3.5</b> Peta kelistrikan sistem Kalimantan Selatan .....	31
<b>Gambar 3.6</b> Peta kelistrikan sistem Kalimantan Tengah.....	32
<b>Gambar 3.7</b> Neraca daya Sistem Barito .....	33

## DAFTAR TABEL

Halaman

<b>Tabel 2.1</b>	Diagram kualitatif biaya produksi kWh untuk berbagai Pusat Listrik .....	23
<b>Tabel 2.2</b>	Heat rate pusat pembangkit berdasarkan kapasitas .....	24
<b>Tabel 3.1</b>	Komposisi Pembangkit Sistem Kalimantan Barat .....	26
<b>Tabel 3.2</b>	Komposisi Pembangkit Sistem Kalimantan Timur .....	29
<b>Tabel 3.3</b>	Komposisi Pembangkit Sistem Kalimantan Selatan Tengah .....	32
<b>Tabel 3.4</b>	Rencana Penambahan Pembangkit Di Kalimantan Barat .....	35
<b>Tabel 3.5</b>	Rencana Penambahan Pembangkit Di Sistem Kapuas.....	35
<b>Tabel 3.6</b>	Rencana Penambahan Pembangkit Di Sistem Mahakam.....	36
<b>Tabel 3.7</b>	Rencana Penambahan Pembangkit Di Kalimantan Timur.....	37
<b>Tabel 3.8</b>	Rencana Penambahan Pembangkit Di Sistem Barito. ....	38
<b>Tabel 3.9</b>	Rencana Penambahan Pembangkit Di Kalimantan Selatan Dan Kalimantan Tengah .....	38
<b>Tabel 3.10</b>	Sumber Daya dan Cadangan Terbukti Batubara Di Kalimantan..	39
<b>Tabel 4.1</b>	Data FOR Untuk Tiap Jenis Pembangkit .....	43
<b>Tabel 4.2</b>	Indeks Keandalan Sistem Kapuas.....	47
<b>Tabel 4.3</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Sistem Kapuas.....	47
<b>Tabel 4.4</b>	Indeks Keandalan Sistem Mahakam .....	48
<b>Tabel 4.5</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Sistem Mahakam...	49
<b>Tabel 4.6</b>	Indeks Keandalan Sistem Barito .....	50
<b>Tabel 4.7</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Sistem Barito .....	50
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil Optimasi Dengan Pengembangan PLTU 25 MW Sistem Kapuas .....	51
<b>Tabel 4.9</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 25 MW Sistem Kapuas.....	52
<b>Tabel 4.10</b>	Hasil Optimasi Dengan Pengembangan PLTU 55 MW Sistem Kapuas .....	52
<b>Tabel 4.11</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 55 MW Sistem Kapuas .....	52

<b>Tabel 4.12</b>	Hasil Optimasi Dengan Pengembangan PLTU 100 MW Sistem Kapuas .....	53
<b>Tabel 4.13</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 100 MW Sistem Kapuas .....	53
<b>Tabel 4.14</b>	Hasil Optimasi Dengan Pengembangan PLTU 25 MW Sistem Mahakam .....	54
<b>Tabel 4.15</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 25 MW Sistem Mahakam.....	54
<b>Tabel 4.16</b>	Hasil Optimasi Dengan Pengembangan PLTU 65 MW Sistem Mahakam.....	54
<b>Tabel 4.17</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 65 MW Sistem Mahakam.....	55
<b>Tabel 4.18</b>	Hasil Optimasi Dengan Pengembangan PLTU 100 MW Sistem Mahakam .....	55
<b>Tabel 4.19</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 100 MW Sistem Mahakam.....	55
<b>Tabel 4.20</b>	Hasil Optimasi Dengan Pengembangan PLTU 25 MW Sistem Barito .....	56
<b>Tabel 4.21</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 25 MW Sistem Barito .....	56
<b>Tabel 4.22</b>	Optimasi Indeks Keandalan Dengan Pengembangan PLTU 65 MW Sistem Barito.....	57
<b>Tabel 4.23</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 65 MW Sistem Barito .....	57
<b>Tabel 4.24</b>	Optimasi Indeks Keandalan Dengan Pengembangan PLTU 100 MW Sistem Barito .....	57
<b>Tabel 4.25</b>	Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Dengan PLTU 100 MW Sistem Barito .....	58
<b>Tabel 4.26</b>	Perbandingan Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Pada Sistem Kapuas .....	62
<b>Tabel 4.27</b>	Kebutuhan Batubara Untuk Pembangkitan Sistem Kapuas s/d Tahun 2012 .....	63

<b>Tabel 4.28</b>	Perbandingan Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Pada Sistem Mahakam .....	65
<b>Tabel 4.29</b>	Kebutuhan Batubara Untuk Pembangkitan Sistem Mahakam s/d Tahun 2012 .....	65
<b>Tabel 4.30</b>	Perbandingan Biaya Pengembangan Sistem Pembangkitan Pada Sistem Barito .....	67
<b>Tabel 4.31</b>	Tambahan Kebutuhan Batubara Pembangkitan Sistem Barito s/d Tahun 2012 . . . . .	67



## DAFTAR SINGKATAN



BBM	Bahan Bakar Minyak
CFSP	Coal Fired Steam Power Plant
DLC	Daily Load Curve
EENS	Expected Energy Not Supplied
ENS	Energy Not Served
ELDC	Equivalent Load Duration Curve
FOR	Force Outage Rate
FIXSYS	Fixed System
HSD	High Speed Diesel
ILDC	Inverted Load Duration Curve
IPP	Independent Power Plant
kV	Kilo Volt
kW	Kilo Watt
kWh	Kilo Watt hour
LDC	Load Duration Curve
LF	Load Factor
LOEP	Lost of Energy Probability
LOLP	Loss of Load Probability
MFO	Marine Fuel Oil
MVA	Mega Volt Ampere
MW	Megawatt
MWh	Mega Watt hour
PMT	Pemutus tenaga
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTG	Pembangkit Listrik Tenaga Gas
PLTGU	Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
PLTP	Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLN	Perusahaan Listrik Negara
RUPTL	Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik
ULD	Unit Listrik Desa
VARSYS	Variable System
WASP	Wien Automatic System Planning

## DAFTAR ISTILAH

Base Load	Beban Dasar
Data PLN	Data perkiraan beban dan rencana pengembangan pembangkit baru PLN selama 5 tahun
Least Cost	Biaya terendah
Peak Load	Beban Puncak
PLN	Perusahaan Listrik Negara, Badan Usaha yang bertugas dalam penyediaan tenaga listrik di Indonesia
PLN Wilayah	Unit PLN yang berada di daerah / propinsi tertentu
Sistem Isolated	Sistem yang tidak termasuk sistem interkoneksi



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Neraca Daya Sistem (Beban Puncak)
- 1.1. Sistem Kapuas
  - 1.2. Sistem Mahakam
  - 1.3. Sistem Barito
- Lampiran 2** Data Pembangkitan Sistem
- 2.1. Sistem Kapuas
  - 2.2. Sistem Mahakam
  - 2.3. Sistem Barito
  - 2.4. Gambar Komposisi Pembangkitan
  - 2.5. Daftar Pembangkit Retired
- Lampiran 3** Peta Potensi Energi Nasional
- 3.1. Propinsi Kalimantan Barat
  - 3.2. Propinsi Kalimantan Timur
  - 3.3. Propinsi Kalimantan Selatan
  - 3.4. Propinsi Kalimantan Tengah
- Lampiran 4** Asumsi yang digunakan dalam Program WASP IV
- Lampiran 5** Hasil Perhitungan Dengan Program WASP IV
- 5.1. Nilai Indeks Keandalan Berdasarkan Rencana PLN
  - 5.2. Nilai Indeks Keandalan Optimasi Berdasarkan Biaya Pengembangan Sistem Pembangkit