



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN DAN
BIAYA PEMBANGKITAN LISTRIK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA
DI PULAU SEBESI LAMPUNG SELATAN**

TESIS

**HERLINA
0706305305**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPOK
JULI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN DAN
BIAYA PEMBANGKITAN LISTRIK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA
DI PULAU SEBESI LAMPUNG SELATAN**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

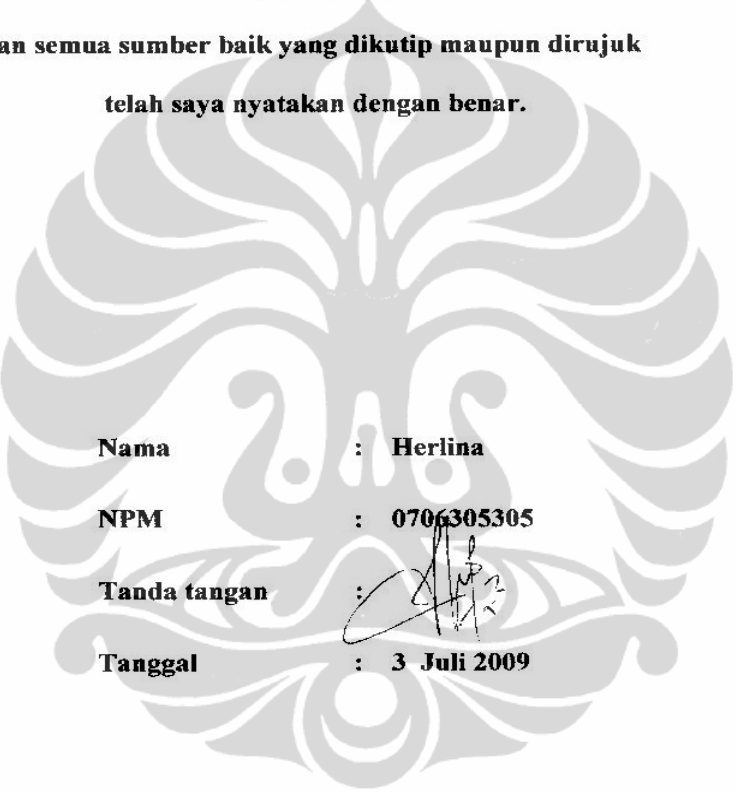
HERLINA
0706305305

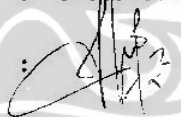
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
KEKHUSUSAN TEKNIK TENAGA LISTRIK
DEPOK
JULI 2009**

Analisis dampak..., Herlina, FT-UI, 2009

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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



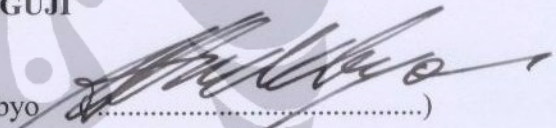
Nama : Herlina
NPM : 0706305305
Tanda tangan : 
Tanggal : 3 Juli 2009

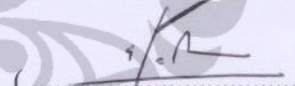
HALAMAN PENGESAHAN

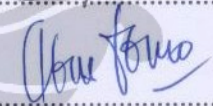
Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Herlina
NPM : 0706305305
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tesis : Analisis Dampak Lingkungan dan Biaya Listrik
Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida di Pulau
Sebesi Lampung Selatan

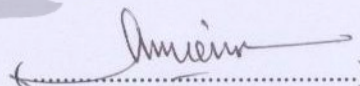
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo (.....) 

Pembimbing : Dr. Eko Adhi Setiawan (.....) 

Penguji : Ir. Agus R. Utomo, MT (.....) 

Penguji : Ir. Amien Rahardjo, MT (.....) 

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 3 Juli 2009

KATA PENGANTAR

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 pada Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Tenaga Listrik, Departemen Teknik Elektro, 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) Dr. Ir. Uno Bintang Sudibyo, selaku dosen pembimbing pertama dan Dr-Ing. Eko Adi Setiawan, selaku dosen pembimbing kedua yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (2) *Research Group Renewable Energy and Microgrid*, Jurusan Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia;
- (3) Pihak PT. PLN (Persero) Lampung yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5) Para sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

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

Depok, 3 Juli 2009

Penulis

HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Herlina
NPM : 0706305305
Program Studi : Teknik Tenaga Listrik
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 Dampak Lingkungan dan Biaya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida di Pulau Sebesi Lampung Selatan

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 : 3 Juli 2009
Yang menyatakan



(Herlina)

ABSTRAK

Nama : Herlina
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tesis : Analisis Dampak Lingkungan dan Biaya Pembangkitan Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida di Pulau Sebesi Lampung Selatan.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) adalah integrasi sistem pembangkit listrik berbasis energi fosil (tak terbarukan) dan pembangkit listrik terbarukan. Tujuan utamanya untuk menghemat pemakaian bahan bakar dan mengurangi emisi terutama CO₂. Secara menyeluruh, integrasi pada sistem PLTH ini merupakan sistem yang multi variabel sehingga digunakan bantuan perangkat lunak, dalam hal ini HOMER versi 2.67. perangkat lunak ini mengoptimasi berdasarkan nilai NPC terendah.

Dengan studi kasus optimasi sistem PLTH di Pulau Sebesi propinsi Lampung Selatan, diintegrasikan PLTD, PLTB dan PLTS. Hasil simulasi dan optimasi berbantuan PL HOMER menunjukkan bahwa secara keseluruhan PLTH yang optimum untuk diterapkan di area studi di atas adalah integrasi antara PLTB dan PLTD. Pada kondisi yang optimum ini, kontribusi PLTB sebesar 57% dan PLTD 43% dengan nilai bersih sekarang (*net present cost, NPC*) sebesar \$ 943.957, biaya pembangkitan listrik (*cost of electricity, COE*) sebesar \$ 0,492 per kWh, konsumsi BBM pertahun 42.630 liter, emisi CO₂ yang dihasilkan sistem sebesar 112.258 kg/tahun atau berkurang sebesar 43,4%, kelebihan energinya selama setahun sebesar 44.984 kWh.

Kata kunci:
PLTH, Simulasi, NPC, Emisi CO₂, COE

ABSTRACT

Nama : Herlina
Studi Programme : Teknik Elektro
Title of Thesis : Environmental Effects and Cost of Electricity Analysis of
a Hybrid Power Plant in Sebesi Island - South Lampung.

Hybrid power system is the integration of power system based on fossil fuel energy and renewable energy. The main purpose of the system is to save the fossil fuel and reduce the environmental effect, especially CO₂ emission. The hybrid system is a multi-variable system. HOMER version 2.67, a micropower optimization modeling software is used to analyze data for both wind speed and solar radiation, simulating hybrid system configurations at once and rank them according to its lowest net present cost.

the configuration of the hybrid system in Sebesi island consist of a diesel generating unit , photovoltaic modules (PV) and wind turbines. The optimum hybrid system from the simulation and optimization result is consist of wind and diesel generating set. Contribution of wind turbin is 57% and the contribution of diesel generating set is 43%. The optimum hybrid system has \$ 943.957 of the total Net Present Cost (NPC), Cost of Electricity (COE) is \$ 0,492 \$/kWh , fuel consumption in a yearly is 42.360 litre, CO₂ emission is 112.258 kg/year or decrease 43,4% from the first condition, excess electricity is 44.984 kWh/year.

Kata kunci:
Hybrid Power system, Simulation, NPC, CO₂ emission, COE

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Permasalahan	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA	4
2.1 Prinsip Dasar	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	5
2.2.1 Komponen PLTS	6
2.2.2 Perhitungan Penentuan Jumlah Modul Surya	7
2.2.2.1 Menentukan Jumlah Hubungan Seri Modul Surya	7
2.2.2.2 Menentukan Jumlah Modul Fotovoltaik dalam Hubungan Paralel	8
2.2.3 Prinsip Kerja PLTS	9
2.2.4 Keunggulan dan Kelemahan PLTS	9
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	10
2.3.1 Potensi Tenaga Angin	11
2.3.2 Kecepatan Angin Rata-rata	12
2.3.3 Komponen-Komponen PLTB	12
2.3.4 Jenis-Jenis Turbin Angin	15
2.3.4.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal	15
2.3.4.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal	16
2.3.5 Keunggulan dan Kelemahan Turbin Angin	17
2.3.5.1 Keunggulan dan Kelemahan Turbin Angin Sumbu Horizontal	17
2.3.5.2 Keunggulan dan Kelemahan Turbin Angin Sumbu Vertikal	18
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)	19
2.4.1 Prinsip Kerja dan Komponen PLTD	19
2.4.2 Keunggulan dan Kelemahan PLTD	21
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH)	22
2.5.1 Prinsip Kerja PLTH	22
2.5.2 Sistem Operasi PLTH	22

2.5.2.1	PLTH Sistem Serial	22
2.5.2.2	PLTH Sistem Tersaklar (<i>Switched</i>)	24
2.5.2.3	PLTH Sistem Paralel	25
3.	STUDI IMPLEMENTASI PLTH DI PULAU SEBESI LAMPUNG SELATAN.....	26
3.1	Kondisi Geografis dan Administrasi	26
3.2	Kondisi Meteorologi dan Kelistrikan	27
3.2.1	Angin	27
3.2.2	Potensi Radiasi Matahari	27
3.2.3	Kondisi Kelistrikan.....	28
3.3	Perangkat Lunak HOMER.....	30
3.3.1	Perhitungan Data	31
3.3.3.1	Perhitungan Total Net Present Cost.....	32
3.3.3.2	Perhitungan Levelized Cost Of Energy	32
3.3.3.3	Perhitungan Emisi.....	33
3.4	Studi Implementasi PLTH Pulau Sebesi.....	34
3.4.1	Metode Simulasi dan Optimasi.....	35
3.4.2	Model PLTH Pulau Sebesi.....	35
3.4.3	Komponen-Komponen Penyusun PLTH.....	35
3.4.4	Variabel Sensitivitas.....	37
3.4.5	Batasan-Batasan Pengoperasian PLTH	37
4.	SIMULASI DAN ANALISIS	38
4.1	Hasil Simulasi.....	38
4.1.1	Kondisi Awal (PLTD).....	38
4.1.2	Kondisi Kedua (PLTH).....	39
4.2	Analisis Hasil Simulasi.....	40
4.2.1	Kondisi Awal (PLTD).....	40
4.2.2	Kondisi Kedua (PLTH).....	42
5.	KESIMPULAN	49
	DAFTAR REFERENSI.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Konversi Listrik Pada Panel Surya.....	5
Gambar 2.2	PLTS <i>Stand Alone</i> dan PLTS <i>Hybrid</i>	5
Gambar 2.3	Skema Sistem PLTS.....	9
Gambar 2.4	Potongan Turbin Angin.....	13
Gambar 2.5	Turbin Angin Sumbu Horizontal	15
Gambar 2.6	Turbin Angin Sumbu Vertikal	16
Gambar 2.7	Skema Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	20
Gambar 2.8	PLTH Sistem Serial	23
Gambar 2.9	PLTH Sistem Tersaklar	24
Gambar 2.10	PLTH Sistem Paralel.....	25
Gambar 3.1	Peta Lokasi Pulau Sebesi.....	26
Gambar 3.2	Kecepatan Angin Rata-Rata di Pulau Sebesi	27
Gambar 3.3	Clearness Index dan Solar Radiation di Pulau Sebesi.....	28
Gambar 3.4	Profil Beban Harian Pulau Sebesi.....	29
Gambar 3.5	Profil Beban Bulanan Pompa.....	29
Gambar 3.6	Diagram Alir Simulasi dan Optimasi PLTH.....	34
Gambar 3.7	Model Sistem PLTH Pulau Sebesi.....	35
Gambar 4.1	Kondisi Beban harian – Daya Keluaran PLTD 40 kW, 50 kW dan Kelebihan Listrik yang Tidak Terpakai.....	41
Gambar 4.2	Aliran Biaya PLTD 40 kW, 50 kW selama 25 tahun.....	42
Gambar 4.3	Kondisi Beban harian – Daya Keluaran PLTB - PLTD 40 kW dan Kelebihan Listrik yang Tidak Terpakai.....	43
Gambar 4.4	Kontribusi PLTB - PLTD.....	44
Gambar 4.5	Konsumsi BBM Diesel 40 kW.....	45
Gambar 4.6	Kelebihan Energi Listrik – Kontribusi ET – Total Produksi Energi Listrik PLTH.....	45
Gambar 4.7	Aliran Biaya PLTD 40 kW dan PLTD selama 25 tahun.....	46
Gambar 4.8	Emisi CO ₂ - Kontribusi ET – Biaya Listrik (COE).....	47
Gambar 4.9	Emisi CO ₂ - Kontribusi ET – Emisi SO _x	47
Gambar 4.10	NPC – Konsumsi Bahan Bakar Minyak.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Hasil Simulasi pada Kondisi Awal.....	38
Tabel 4.2	Data Hasil Simulasi pada Kondisi Kedua (kontribusi energi terbarukan minimum 0%).....	39
Tabel 4.3	Konfigurasi PLTH	40



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Clearness Index dan Daily Radiation di Pulau Sebesi.....	52
Lampiran 2	Data Kecepatan Angin di Pulau Sebesi.....	53
Lampiran 3	Hasil Simulasi PLTB-PLTD 40 kW	54

