



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS HASIL SIMULASI PERANGKAT LUNAK HOMER DAN  
VIPOR PADA STUDI KASUS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
HIBRIDA DI WILAYAH BENGKUNAT LAMPUNG BARAT**

**TESIS**

**WIKE HANDINI**

**08 06 42 47 81**

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



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS HASIL SIMULASI PERANGKAT LUNAK HOMER DAN  
VIPOR PADA STUDI KASUS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
HIBRIDA DI WILAYAH BENGKUNAT LAMPUNG BARAT**

**TESIS**

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

**WIKE HANDINI**

**08 06 42 47 81**

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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : Wike Handini**

**NPM : 0806424781**

**Tanda tangan : **

**Tanggal : 2 Juli 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Wike Handini  
NPM : 0806424781  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tesis : Analisis Hasil Simulasi Perangkat Lunak HOMER dan  
ViPQR pada Studi Kasus Pembangkit Listrik Tenaga  
Hibrida di Wilayah Bengkunt Lampung Barat

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. Ir. Uno Bintang Sudibyo I.P.M. (.....)

Pembimbing II : Dr.-Ing Eko Adhi Setiawan, ST., MT. (.....)

Penguji : Ir. I Made Ardita, MT. (.....)

Penguji : Ir. Charul Hudaya, M.S c. (.....)

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 2 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah saya panjatkan kepada Allah SWT, karena hanya dari-Nya-lah segala berkah dan rahmat yang membuat saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Tenaga Listrik, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Saya dapat menyelesaikan semua ini berkat bantuan dan bimbingan mulai dari masa perkuliahan hingga penyusunan tesis ini, sehingga saya mengucapkan terima kasih karena telah memberikan kesempatan, arahan, waktu, dan pikirannya untuk membantu saya dalam menyelesaikan makalah seminar ini. Saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Uno Bintang Sudiby, selaku dosen pembimbing pertama dan Dr-Ing. Eko Adi Setiawan, selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan kesempatan dan tenaga serta menyediakan waktu untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
2. Pihak PT. PLN (Persero) Lampung yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
3. Orang tua dan adik saya yang telah memberikan dukungan material dan moral; serta,
4. Teman-teman yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini, terutama Herlina dan angkatan 2008 program Magister Teknik kekhususan Teknik Tenaga Listrik.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah memberikan bantuannya. Semoga tesis ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 2 Juli 2010

Penulis

## **HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Wike Handini  
NPM : 0806424781  
Program Studi : Teknik Tenaga Listrik  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tesis

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

### **Analisis Hasil Simulasi Perangkat Lunak HOMER dan ViPOR pada Studi Kasus Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida di Wilayah Bengkunt Lampung Barat**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/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 : 2 Juli 2010  
Yang menyatakan



(Wike Handini)

## ABSTRAK

Nama : Wike Handini  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Analisis Hasil Simulasi Perangkat Lunak HOMER dan ViPOR pada Studi Kasus Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida di Wilayah Bengkulu Lampung Barat

Dari hasil simulasi diperoleh bahwa jaringan distribusi PLTH di Bengkulu memiliki panjang total 32.055 m, transformator yang dibutuhkan 8 buah dengan energi maksimum yang dipasang tiap transformator adalah 45,1 kWh per hari. Dibandingkan dengan PLTD 2 x 100 kW (\$ 505.493), nilai NPC PLTH lebih tinggi (\$ 555.956) demikian pula COE-nya (\$ 0,770 per kWh) lebih tinggi dari COE PLTD (\$ 0,739 per kWh). PLTH menghemat BBM 128.061 liter per tahun. PLTH layak untuk diterapkan di daerah dengan potensi angin dan radiasi matahari yang memadai seperti di Bengkulu Lampung Barat.

Perangkat lunak ViPOR hanya memasukkan data biaya transformator penurunan tegangan di distribusi dengan satu kapasitas saja, sehingga jika ada konfigurasi beban yang membutuhkan kapasitas transformator berbeda, simulasi tidak dapat dilakukan. Optimasi dilakukan hanya berdasarkan biaya NPC, tidak dari segi jatuh tegangan pada jaringan, karena perangkat lunak ViPOR tidak memiliki keluaran berupa jatuh tegangan, rugi daya dan aliran daya pada jaringan.

Kata kunci:

PLTH, simulasi, optimasi, jaringan distribusi, ViPOR, NPC, COE.

## ABSTRACT

Name : Wike Handini  
Study Program : Electrical Engineering  
Title : HOMER and ViPORA Software Simulation Results of A Hybrid Power Plant Case Study at Bengkunt, West Lampung

From the ViPORA software simulation results, it has been found that the length of the distribution network of a hybrid power plant at Bengkunt is 32.055 m, it requires eight transformers each with an maximum energy requirement of 45.1 kWh per day. Compared to a 2 x 100 kW diesel power plant (NPC = \$ 505.493), the NPC value of the hybrid power plant is higher (\$ 555,956), also its COE (\$ 0.770 per kWh) is higher than the diesel power plant (\$ 0,739 per kWh). The hybrid power plant will save 128,061 liters of fuel per year. The hybrid power plant is feasible to be applied in areas with enough wind and sun radiation resources such as at Bengkunt West Lampung.

The ViPORA software has several shortcomings such as : only step down transformers can be used for simulation, and only with one capacity. For a load configuration that requires a different transformer capacity, the simulation can not be done. The optimization based on the NPC value, not based on the voltage drop at the network, because this software doesn't have outputs of the voltage drop, power loss and power flow.

Keywords :

Hybrid power plant, simulation, optimization, ViPORA, distribution network, NPC, COE.



# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metode Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Pembahasan.....	3
<b>2. LANDASAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida.....	4
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	4
2.1.1.1 Generator Foto Voltaik .....	5
2.1.1.2 Menentukan Jumlah Hubungan Seri Modul Foto Voltaik .....	5
2.1.1.3 Menentukan Jumlah Modul Foto Voltaik dalam Hubungan Paralel.....	6
2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu .....	7
2.1.2.1 Potensi Tenaga Angin.....	7
2.1.2.2 Kecepatan Angin Rata-Rata .....	8
2.1.3 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel.....	8
2.1.4 Konfigurasi Sistem Hibrida.....	11
2.1.4.1 Konfigurasi <i>DC Bus</i> .....	11
2.1.4.2 Konfigurasi <i>AC Bus</i> .....	11
2.1.4.3 Konfigurasi <i>AC/DC Bus</i> .....	12
2.2 Algoritma <i>Simulated Annealing</i> .....	13
2.2.1 Protokol Algoritma <i>Simulated Annealing</i> .....	14
2.2.2 Algoritma <i>Simulated Annealing</i> pada Model Jaringan Distribusi .....	15
2.2.2.1 Optimasi Level Terendah.....	15
2.2.2.2 Optimasi Level Tertinggi.....	16
<b>3. STUDI IMPLEMENTASI PLTH DI WILAYAH BENGKUNAT LAMPUNG BARAT.....</b>	<b>18</b>
3.1 Kondisi Kelistrikan Bengkulu.....	18
3.2 Potensi Sumber Daya Alam Bengkulu .....	18
3.2.1 Potensi Angin .....	19

3.2.2	Potensi Radiasi Matahari .....	19
3.2.3	Kebutuhan Beban .....	20
3.3	Diagram Alir Simulasi dan Optimasi .....	21
3.4	Perangkat Lunak HOMER.....	22
3.4.1	Proses Kerja HOMER.....	23
3.4.2	Persamaan-Persamaan HOMER.....	23
3.4.2.1	Biaya Net Total Masa Kini.....	24
3.4.2.2	Syarat Batas Biaya Energi .....	24
3.5	Perangkat Lunak ViPOR .....	25
3.5.1	Hubungan Perangkat Lunak HOMER dan ViPOR .....	26
3.5.2	Proses Kerja ViPOR .....	26
3.6	Studi Implementasi PLTH di Wilayah Bengkunt .....	28
3.6.1	Metode Simulasi dan Optimasi.....	28
3.6.2	Simulasi dan Optimasi Model PLTH Bengkunt dengan HOMER .....	28
3.6.2.1	Simulasi dan Optimasi Pembangkitan Sendiri .....	28
3.6.2.2	Simulasi dan Optimasi Model PLTH .....	30
3.6.3	Simulasi dan Optimasi Model Sistem Jaringan Distribusi PLTH Bengkunt dengan ViPOR.....	31
3.6.3.1	Peta Daerah Bengkunt.....	32
3.6.3.2	Kurva Biaya Pembangkitan Energi .....	33
3.6.3.3	Komponen Jaringan Distribusi .....	35
<b>4.</b>	<b>ANALISIS OPTIMASI MODEL JARINGAN DISTRIBUSI PLTH DI WILAYAH BENGKUNT.....</b>	<b>36</b>
4.1	Analisis Pembangkitan Energi PLTH .....	36
4.2	Analisis Optimasi Model Jaringan Distribusi PLTH.....	37
4.2.1	Simulasi dan Optimasi Jaringan Distribusi Tanpa Tampilan Kondisi Lapangan.....	37
4.2.2	Simulasi dan Optimasi Jaringan Distribusi dengan Tampilan Kondisi Lapangan.....	39
4.2.3	Analisis Perbandingan Hasil Simulasi dan Optimasi Jaringan Distribusi.....	40
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>44</b>
	<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Cara Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Diesel .....	9
Gambar 2.2	Konfigurasi <i>DC Bus</i> .....	11
Gambar 2.3	Konfigurasi <i>AC Bus</i> .....	12
Gambar 2.4	Konfigurasi <i>AC/DC Bus</i> .....	12
Gambar 2.5	Protokol <i>Simulated Annealing</i> .....	14
Gambar 2.6	Contoh konfigurasi Jaringan TR.....	19
Gambar 3.1	Peta Lokasi Bengkunt.....	19
Gambar 3.2	Kecepatan Angin Rata-Rata di Wilayah Bengkunt.....	19
Gambar 3.3	Indeks Kecerahan dan Radiasi Sinar Matahari di Wilayah Bengkunt.....	20
Gambar 3.4	Kurva Beban Harian Bengkunt.....	20
Gambar 3.5	Diagram Alir Simulasi dan Optimasi Jaringan Distribusi PLTH .....	21
Gambar 3.6	Hubungan ViPOR dan HOMER.....	27
Gambar 3.7	Model <i>Solar Home System</i> .....	28
Gambar 3.8	Kurva Beban Harian Rata-Rata per pelanggan.....	29
Gambar 3.9	Model PLTH Bengkunt.....	30
Gambar 3.10	Peta Lokasi Pembangkit dan Beban Tanpa Tampilan Kondisi Lapangan.....	32
Gambar 3.11	Peta Lokasi Pembangkit dan Beban Dengan Tampilan Kondisi Lapangan.....	33
Gambar 3.12	Kurva <i>Generation Cost Curve</i> untuk <i>Solar Home System</i> .....	34
Gambar 3.13	Kurva <i>Generation Cost Curve</i> untuk Model PLTH.....	34
Gambar 4.1	Kontribusi PLTS - PLTB - PLTD.....	36
Gambar 4.2	Kondisi Beban Harian – Daya Keluaran PLTS, PLTB dan PLTD – Kelebihan Listrik yang Tidak Dimanfaatkan.....	37
Gambar 4.3	Model Jaringan Distribusi PLTH Tanpa Tampilan Kondisi Lapangan .....	38
Gambar 4.4	Model Jaringan Distribusi PLTH Dengan Tampilan Kondisi Lapangan .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Biaya Sistem Kelistrikan untuk Konfigurasi Tanpa Tampilan Kondisi Lapangan.....	38
Tabel 4.2	Biaya Sistem Kelistrikan untuk Konfigurasi Dengan Tampilan Kondisi Lapangan.....	40
Tabel 4.3	Perbandingan Hasil Simulasi dan Optimasi Jaringan Distribusi untuk Konfigurasi tanpa Kondisi Lapangan dan Konfigurasi dengan Kondisi Lapangan .....	41
Tabel 4.4	Perbandingan Hasil Simulasi dan Optimasi Jaringan Distribusi PLTH dengan PLTD .....	42

