

**STUDI POTENSI ENERGI LISTRIK  
HULU SUNGAI WAY SEMANGKA**

**Oleh**

**Ir. TUTI SUTIARSIH**

**NPM 0720008019**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
MAGISTER TEKNIK SIPIL**



**PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2010**

## ABSTRAK

Potensi tenaga air di Indonesia diperkirakan 74,9 GW yang tersebar di seluruh Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Air adalah perubahan energi di dalam air yang mengalir menjadi listrik. Jumlah listrik yang dihasilkan ditentukan oleh volume aliran air dan jumlah ketinggian (ketinggian dari turbin di pembangkit tenaga listrik ke permukaan air) dibuat oleh bendungan. Listrik dihasilkan ketika air menjalankan/menggerakkan turbin.

Pembangkit Listrik Tenaga Air umumnya meliputi bendungan, waduk, penstock (pipa), rumah pembangkit dan stasiun tenaga listrik. Air bendungan dengan ketinggian tertentu dibawa melalui pipa penstock dari waduk ke turbin pada rumah pembangkit dan air memutar turbin yang menggerakkan generator hingga menghasilkan listrik. Listrik tersebut kemudian ditransmisikan ke gardu dimana transformator menaikkan tegangan untuk membawa transmisi ke rumah-rumah, pusat perdagangan dan pabrik-pabrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Air adalah sumber energi yang bersih dan energi domestik yang terbarukan. Pembangkit Listrik Tenaga Air menyediakan listrik murah dan tidak menghasilkan polusi, tidak seperti sumber energi lain seperti bahan bakar fosil, air tidak hancur/rusak selama produksi listrik dan dapat digunakan kembali untuk keperluan lain.

Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui berapa besar potensi energi yang ada di hulu sungai Way Semangka dalam kaitannya dengan masih kurangnya pasokan listrik di Provinsi Lampung.

Sumber air Way Semangka terletak di Kecamatan Batu Brak Kabupaten Lampung Barat. Potensi energi listrik di hulu sungai Way Semangka dapat dihitung besarnya dengan menganalisis data hidrologi seperti data debit yang ada dan peta topografi dari daerah pengaliran sungai Way Semangka.

Dengan luas DAS (Daerah Aliran Sungai) 504 km<sup>2</sup>, debit rata-rata tahunan sebesar 14,18 m<sup>3</sup>/det, tinggi jatuh efektif aliran 125 m dan debit andalan 85%, potensi teoritis yang diperoleh sebesar 14,12 MW dengan produksi listrik per tahun sekitar 78,20 GWH.

## ABSTRACT

Electrical hydropower in Indonesia has estimated potency of 74,9 GW which spread all over Indonesia. Hydropower converts the energy in flowing water into electricity. The quantity of electricity generated is determined by the volume of water flow and the “head” (the height from turbines in the power plant to the water surface) created by the dam. The electricity produced when the water run the turbines.

A typical hydropower plant includes a dam, reservoir, penstock (pipes), a powerhouse and an electrical power station. The dam water creates the head, penstock/pipes carry water from the reservoir to turbines inside the powerhouse, and the water rotates the turbines which drive generators produce electricity. The electricity is transmitted to a substation where transformers increase voltage to allow transmission to homes, business and factories.

Hydropower is a clean energy, domestic and renewable source of energy. Hydropower provide inexpensive electricity and doesn't produce pollution, and unlike other energy source such as fossil fuels, water is not destroyed during the production of electricity it can be reused for other purposes.

The objective of the study is to measure how much is the potency of energy which is available developed in the upstream of Way Semangka river for supply of the lack of electricity energy in Lampung Province.

Way Semangka hydropower is located at the Batu Brak subdistrict, West Lampung regency. The available potency of the electricity energy on the upstream of Way Semangka river can be measured by analysis of hydrological data such as historical discharged data, and also topographical mapping analysis from the Way Semangka river catchment area.

With an area of watershed (the watershed) of 504 km<sup>2</sup>, the average annual discharged of 14.18 m<sup>3</sup>/sec, 125 m height falls effective and dependable flow of 85%, obtained by the theoretical potential of 14.12 MW of electricity per year with production of approximately 78.20 GWH.

Judul Tesis : **STUDI POTENSI ENERGI LISTRIK  
HULU SUNGAI WAY SEMANGKA**

Nama Mahasiswa : TUTI SUTIARSIH

No. Pokok Mahasiswa : 0720008019

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing,

**Dr. Asnawi Lubis, S.T., M.Sc.**  
NIP. 19700412 199703 1 006

**Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc.**  
NIP. 19700129 199512 1 001

2. Ketua Program Magister Teknik Sipil

**Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T.**  
NIP. 19670514 199303 1 002

## MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Asnawi Lubis, S.T., M.Sc. ....

Sekretaris : Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc. ....

Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T. ....

2. Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A**

NIP. 19650510 199303 2 008

3. Direktur Program Pascasarjana

**Prof. Dr. Ir. Abdul Kadir Salam, M.Sc.**

NIP. 19601109 198503 1 001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : **16 Desember 2010**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul STUDI POTENSI ENERGI LISTRIK HULU SUNGAI WAY SEMANGKA adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism.
2. Hak intelektual atas karangan ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,     Desember 2010

Pembuat Pernyataan,

**TUTI SUTIARSIH**  
NPM. 0720008019

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Tanjung Karang, 14 November 1964, anak ke empat dari sembilan bersaudara, pasangan Bapak H. Sayuti Dachlan dan Ibu Hj. Elly Sumarliah.

Menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Teladan II Rawa Laut, Tanjung Karang pada tahun 1977, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Rawa Laut, Tanjung Karang pada tahun 1981, Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Tanjung Karang pada tahun 1984, Sarjana Teknik Pengairan pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang pada tahun 1990, dan Magister Teknik pada Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung pada Tahun 2010. Penulis merupakan Pegawai Negeri Sipil sejak Tahun 1995. Penulis pernah mengikuti *Short Course Integrated Urban Development Management* di Rotterdam Belanda pada Tahun 1994. Pada saat ini penulis adalah Kepala Seksi Pada Dinas Pengairan dan Pemukiman Provinsi Lampung.

*"Dengan Ilmu Kehidupan Menjadi Maju  
Dengan Seni Kehidupan Menjadi Halus  
Dengan Agama Kehidupan Menjadi Terarah  
Dengan Iman Kehidupan Menjadi Tentram"*



## SANWACANA

Dengan penuh kerendahan hati penulis memanjatkan puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Agung, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunianya atas selesainya tugas akhir ini.

Tesis ini merupakan kewajiban dan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Magister Teknik Sipil pada Universitas Lampung. Lain dari itu terwujudnya tesis ini tidak dapat terlepas dari dorongan, bantuan ataupun sumbangan pemikiran dari berbagai pihak, oleh karenanya pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Dosen Pembimbing

- Dr. Asnawi Lubis, S.T., M.Sc.
- Bapak Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc.

Yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pemikirannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis ini hingga selesai.

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung, Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A
3. Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung, Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T.
4. Pengelola Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung, Drs. I. Wayan Diana, S.T., M.T.
5. Ir. Idhar Mahadi Adha, M.T.

6. Ibu Sumiharni, S.T., M.T.
7. Bapak dan Ibu dosen pada Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
8. Rekan, teman sejawat, sahabat, kerabat dan semua yang telah mensupport, dan banyak membantu penulis dalam penyediaan data, buku-buku dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Keluarga tercinta suami Nunus Nugroho dan ketiga anakku : Rizky, Shaquina, dan Cllif yang penuh maklum dan pengertian telah memberi dorongan, semangat dan kesempatan untuk dapat menuntut ilmu kejenjang Magister.
10. Orang tua, Adik dan Kakak tercinta yang telah mensupport penulis dengan doa.
11. Teman-teman satu kantor yang telah banyak membantu kelancaran studi penulis.

Penulis menyadari sepenuhnya dengan segala keterbatasan, tugas akhir ini jauh dari sempurna, tetapi dengan harapan tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan penyusun khususnya, dan dapat menjadi motivasi bagi setiap individu untuk bisa menuntut ilmu kejenjang yang lebih tinggi lagi

Bandar Lampung, Desember 2010  
Penulis,

**TUTI SUTIARSIH**

## DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas bagian penampang basah ( $m^2$ )
$A$	= Luas sub area ABCD
$A_i$	= Catchment Area titik $i$ ( $km^2$ )
$ATRV$	= Akumulatif Total Hujan dan Debit
$b(x+1)$	= Jarak vertikal setelah titik “ $x$ ” dari titik tetap (m)
$b(x-1)$	= Jarak vertikal sebelum titik “ $x$ ” dari titik tetap (m)
$Bx$	= Jarak vertikal “ $x$ ” dari titik tetap
$dx$	= Kedalaman pada vertikal “ $x$ ” (m)
$E$	= Energi Tahunan yang dihasilkan
$EMAW$	= Elevasi muka air waduk (+ m)
$f$	= Koefisien Pengaliran = 1
$g$	= percepatan gravitasi ( $9.81 m/s^2$ )
$H$	= Tinggi Jatuh, beda tinggi antara dua titik (m)
$H$	= tinggi jatuh air (m)
$h$	= head (m)
$H_a, H_b, H_c$	= Data hujan yang teramati masing-masing stasion A dan C
$H_d$	= Hujan yang hilang pada stasiun D yang diperkirakan
$H_{ef}$	= Tinggi Jatuh efektif (m)
$hG$	= efisiensi generator (diambil 0,80)
$H_L$	= Kehilangan tinggi (m)
$hT$	= efisiensi turbin (diambil 0,85)
$i$	= aliran rata-rata ( $m^3/s$ )
$J$	= 1,2,3,4.....N
$M$	= Nomor urutan data
$N$	= Jumlah data dalam analisis
$N$	= Jumlah sub basin
$n$	= $n_t \cdot n_g$
$n_g$	= Efisiensi Generator

$n_t$	= Efisiensi Turbin
$P$	= Daya (J/s or watts)
$P$	= Daya yang dihasilkan generator (kw)
$P$	= Daya Teoritis (KW)
$P$	= Power yang dihasilkan
$P$	= Probability keandalan (%)
$Q$	= Kecepatan/debit air (m/detik)
$Q$	= $ATRV \times 0,0317$ ( $m^3/dt$ )
$Q$	= Debit ( $m^3/dt$ )
$Q$	= Debit Pembangkit ( $m^3/dt$ )
$Q_x$	= Debit pada bagian penampang “x” ( $m^3/dt$ )
$Q_x$	= Debit sub area ABCD
$R_d$	= Hujan rata-rata pada stasiun D
$R_i$	= Intensitas Hujan (mm /tahun)
$TWL$	= Elevasi muka air di bak penampungan (+ m)
$V$	= Volume total aliran permukaan di sub basin ( $10^6 m^3/th$ )
$V$	= Kecepatan aliran rata-rata pada luas bagian penampang basah
$V$	= Kecepatan aliran rata-rata pada suatu vertikal (m/dt)
$V$	= Kecepatan aliran
$V_a$	= Kecepatan di titik A
$V_b$	= Kecepatan di titik B
$V_j$	= Volume Hujan pada masing – masing Sub Basin
$V_x$	= Kecepatan aliran rata-rata pada kedalaman vertikal “x” ( $m^3/dt$ )
$V_{0,2}$	= Kecepatan aliran pada titik 0,2 d (m/dt)
$V_{0,6}$	= Kecepatan aliran pada titik 0,6 (m/dt)
$V_{0,8}$	= Kecepatan aliran pada titik 0,8 d (m/dt)
$\eta$	= Efisiensi Turbin
$\rho$	= Massa Jenis Air ( $kg/m^3$ )

## DAFTAR ISI

Daftar Isi .....	i
Daftar Tabel .....	iv
Daftar Gambar.....	v
<b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH.....	2
1.3 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.4 BATASAN MASALAH .....	3
1.5 TUJUAN DAN MANFAAT KAJIAN .....	3
1.6 LOKASI KAJIAN .....	4
<b>BAB II   TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 UMUM.....	5
2.2 ANALISIS DATA HIDROLOGI.....	5
2.2.1 Daerah Aliran Sungai .....	5
2.2.2 Presipitasi .....	6
2.3 KRITERIA PENGUKURAN SUNGAI .....	10
2.3.1 Pembacaan Tinggi Muka Air.....	10
2.3.2 Pengukuran Lebar Sungai.....	10
2.3.3 Pengukuran Kedalaman Sungai .....	10

2.3.4 Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai.....	11
2.3.5 Perhitungan Debit Sungai.....	12
2.4 ANALISIS DEBIT ANDALAN .....	15
2.5 ANALISA SITE UNTUK PLTA .....	17
2.6 PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR.....	18
2.6.1 Debit Pembangkit .....	19
2.6.2 Tinggi Jatuh Efektif .....	20
2.6.3 Jenis – Jenis PLTA .....	21
2.6.4 Turbin. ....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1 LOKASI KAJIAN .....	37
3.2 METODE DAN PENGUMPULAN DATA .....	39
3.2.1 Topografi .....	39
3.2.2 Data Debit.....	39
3.2.3 Daerah Aliran Sungai.....	40
3.2.4 Tinggi Jatuh Efektif.....	40
3.2.5 Daya-daya yang dihasilkan PLTA .....	41
3.3 BAGAN AKHIR KAJIAN.....	42
<b>BAB IV HASIL KAJIAN .....</b>	<b>43</b>
4.1. DATA DAN ANALISA HIDROLOGI.....	43
4.2. ANALISA DEBIT ANDALAN WAY SEMANGKA.....	44

4.3. POTENSI WAY SEMANGKA .....	50
4.3.1 Penentuan Lokasi PLTA.....	50
4.3.2 Penentuan Daya PLTA.....	51
4.3.3 Jenis Turbin Yang Dipergunakan .....	52
4.4. PERKIRAAN BIAYA DAN ANALISA FINANSIAL .....	53
4.5. PERKIRAAN BIAYA INVESTASI .....	54
4.5.1 Biaya Langsung .....	54
4.5.2 Biaya Tidak Langsung .....	55
4.5.3 Perkiraan Biaya Proyek .....	55
4.6. ANALISA CASH FLOW .....	57
4.4. EVALUASI FINANSIAL .....	57
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran. ....	58

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1990**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1991**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1992**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1993**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1994**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1995**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1996**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1997**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1998**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 1999**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 2000**

**Besarnya Aliran Harian (m<sup>3</sup>/Det) Tahun 2001**

**Lay Out PLTA Way Semangka**

**Denah Penstock PLTA Way Semangka**

**Peta Geologi Lampung Barat - Kota Agung Tanggamus**

**Analisa Keuangan Proyek PLTA Way Semangka**



## DAFTAR TABEL

Tabel. 1	Klasifikasi Jenis Turbin .....	24
Tabel. 2	Debit Bulanan DAS Way Semangka .....	43
Tabel. 3	Probabilitas Way Semangka .....	45
Tabel. 4	Potensi Teoritis Way Semangka .....	52
Tabel. 5	Perhitungan Biaya Konstruksi .....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Batas Administratif Lokasi Rencana PLTA	
Way Semangka .....	4
Gambar 2. Alat Ukur Hujan Manual .....	7
Gambar 3. Alat Ukur Hujan Otomatis .....	8
Gambar 4. Penampang Melintang Sungai .....	13
Gambar 5. Metode Mid Section .....	14
Gambar 6. Metode Mean Section .....	15
Gambar 7. Unsur-unsur PLTA .....	20
Gambar 8. Generator.....	25
Gambar 9. Turbin Impuls dan Turbin Pelton.....	26
Gambar 10. Turbin Francis .....	27
Gambar 11. Turbin Propeller.....	28
Gambar 12. Turbin Kaplan .....	28
Gambar 13. Turbin Crossflow .....	30
Gambar 14. Aplikasi Penggunaan Jenis Turbin.....	31
Gambar 15. Perbandingan Bentuk Turbin dan Kecepatan	
Spesifik.....	33

Gambar 16. Retakan Kelelahan pada Turbin Francis.....	34
Gambar 17. Lokasi Kajian Studi Way Semangka.....	37
Gambar 18. Penentuan Titik-Titik Lokasi Kajian Way Semangka.....	38
Gambar 19. Bagan Alir Kajian Way Semangka. ....	42
Gambar 20. Cathment Are (DAS) Way Semangka .....	44
Gambar 21. Flow Duration Curve Way Semangka .....	49
Gambar 22. Kurva Debit Rata-rata .....	49
Gambar 23. Kurva Debit Distribusi Long Person III .....	50
Gambar 24. Bagan Aplikasi Turbin.....	52