

**SKRIPSI**

**ANALISIS POTENSI ENERGI TERBARUKAN  
TERKAIT PERMINTAAN DAN PENYEDIAAN ENERGI  
LISTRIK DI JAWA TENGAH DENGAN APLIKASI LEAP**

**Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik  
program S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**DISUSUN OLEH:**

**BIMO HUTOMO ADHI**

**NIM: 20150120159**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

**Nama** : **Bimo Hutomo Adhi**

**NIM** : **20150120159**

**Jurusan** : **Teknik Elektro**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 Februari 2018

Yang Menyatakan,



**Bimo Hutomo Adhi**

## MOTTO

*Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Karena  
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.*

(QS. Al Insyirah: 5-6)

*Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari  
betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.*

(Thomas Alfa Edison)

*Kalau bisa sukses di usia muda, kenapa mesti nunggu tua?*

(Billy Boen)

## **PERSEMBAHAN**

*Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur kepada Allah SWT, karya ini saya persembahkan untuk:*

*Bapak Brotodjojo dan Ibu Brotodjojo. Kedua orang tua saya yang telah membesarkan, merawat, mendidik, mendoakan, mendukung, dan mengorbankan segalanya untuk saya.*

*Adisty Caesari Putri yang telah memberikan motivasi, kasih sayang, serta waktu yang diberikan selama ini.*

*Seluruh Tim DomaiNesia dan Tim Skratta Project yang telah memberikan dukungan yang sangat luar biasa. Terima kasih telah memberikan kesempatan untuk menggali ilmu yang tidak diajarkan di bangku pendidikan.*

*Teman-teman alih jenjang dari Sekolah Vokasi UGM dan teman-teman Teknik Elektro UMY 2015. Terima kasih telah memberikan kesan indah dalam penyelesaian karya ini, serta waktu yang kita habiskan bersama dalam menempuh pendidikan ini.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat karunia, rahmat, dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penulisan laporan ini dengan judul **“Analisis Potensi Energi Terbarukan Terkait Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik di Jawa Tengah dengan Aplikasi LEAP”**.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik program S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dorongan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Rahmat Adiprasetya A.H, S.T, M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan masukan yang sangat membantu dalam penulisan skripsi.
2. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.eng. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan masukan yang sangat membantu dalam penulisan skripsi.
3. Bapak Ir. Slamet Suripto, M.Eng. Selaku Dosen Penguji Pendadaran yang telah mengoreksi dan memberi masukan agar penulisan skripsi ini menjadi lebih baik lagi.
4. Kedua orang tua saya tercinta yang selalu memberikan masukan, motivasi dan juga memberikan dukungan moril maupun materiil.
5. Adisty Caesari Putri yang senantiasa mendampingi serta memberikan dukungan kepada penulis.
6. Seluruh Tim DomaiNesia dan Tim Skratka Project.
7. Teman-teman alih jenjang dari Sekolah Vokasi UGM dan teman-teman Teknik Elektro UMY 2015.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi pengembangan yang lebih baik.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini tidak hanya memberikan manfaat bagi penulis tetapi juga memberikan manfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 2 Februari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Energi Baru Terbarukan (EBT).....	7
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	8
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) .....	11
2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) .....	14
2.2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) .....	17

2.2.6	Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) .....	21
2.2.7	Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg).....	22
2.2.8	Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).....	25
2.3	Prinsip Kerja LEAP dalam Pemodelan Sistem Energi (Heaps,2012).....	28
2.3.1	Struktur LEAP .....	28
2.3.2	Kapabilitas Pemodelan dengan LEAP .....	30
2.3.3	Metode-Metode dalam LEAP .....	32
2.3.4	Perhitungan Permintaan Energi.....	35
2.3.5	Perhitungan Kapasitas Pembangkit Listrik .....	36
2.3.6	Proses Dispatch Pembangkit Listrik .....	37

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Langkah-langkah Penyusunan Tugas Akhir.....	39
3.2	Diagram Alir Permodelan LEAP .....	41
3.3	Simulasi LEAP .....	42

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1	Data Umum .....	45
4.1.1	Keadaan Geografis.....	45
4.1.2	Keadaan Demografi .....	48
4.1.2	Keadaan Ekonomi.....	50
4.2	Sektor Pemakai Energi.....	53
4.3	Data Pembangkit Listrik.....	54
4.3.1	Ketenagalistrikan di Provinsi Jawa Tengah .....	54
4.3.2	Kapasitas Pembangkit Terpasang di Provinsi Jawa Tengah.....	55
4.3.3	Jumlah Pelanggan Listrik.....	56
4.4	Potensi Energi Baru Terbarukan.....	57
4.4.1	Potensi Pemanfaatan Sekam Padi.....	57
4.4.2	Potensi Pemanfaatan Kotoran Hewan Ternak .....	59
4.5	Hasil Simulasi dan Analisis.....	61
4.5.1	Simulasi Permintaan Energi Listrik.....	62



4.5.2	Kapasitas Pembangkit Listrik.....	65
4.6	Energi Baru Terbarukan dengan Skenario LEAP .....	67
4.6.1	Simulasi Energi Baru Terbarukan .....	67
4.6.2	Peranan Energi Baru Terbarukan Dalam Menekan Pertumbuhan Emisi CO <sub>2</sub> .....	69
4.6.3	Perbandingan Biaya Dari Penerapan Energi Baru Terbarukan.....	71
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran.....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		76
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Konversi Energi PLTU .....	8
Gambar 2.2 Komponen Sistem Kerja PLTG.....	12
Gambar 2.3 Prinsip Kerja PLTGU .....	16
Gambar 2.4 Proses Konversi Energi pada PLTA .....	18
Gambar 2.5 Skema Sirkuit Uap dan Air Pada PLTP .....	21
Gambar 2.6 Proses Konversi Energi pada PLTSa Sama Dengan PLTU .....	27
Gambar 2.7 Diagram Alir Perhitungan di Dalam LEAP .....	31
Gambar 2.9 Komulatif LDC.....	38
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penulisan .....	39
Gambar 3.2 Diagram Alir Pemodelan LEAP .....	42
Gambar 4.1 Peta Kelistrikan Jawa Tengah 2015.....	54
Gambar 4.2 Format Input Data Simulasi Permintaan Energi Pada LEAP.....	63
Gambar 4.3 Proyeksi Permintaan Energi Listrik 2015-2025 (GWh) .....	63
Gambar 4.4 Grafik Proyeksi Permintaan Energi Listrik 2015-2025 .....	64
Gambar 4.5 Input Data Kapasitas Pembangkit Terpasang Di Jawa Tengah 2015.....	65
Gambar 4.6 Proyeksi Kapasitas Daya Yang Dibangkitkan 2015-2025 (GWh) .....	65
Gambar 4.7 Grafik Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik 2015-2025.....	66
Gambar 4.8 Input Data Kapasitas Pembangkit Skenario Energi Terbarukan .....	67
Gambar 4.9 Kapasitas Pembangkit dengan Metode Step (MW).....	68
Gambar 4.10 Proyeksi Daya Yang Dibangkitkan (GWh).....	68
Gambar 4.11 Input Data Emisi PLTU Batubara.....	69
Gambar 4.12 Proyeksi Kumulatif Emisi CO <sub>2</sub> (Ton) .....	70
Gambar 4.13 Grafik Proyeksi Pertumbuhan Emisi CO <sub>2</sub> .....	71
Gambar 4.14 Perbandingan Biaya Dua Skenario (US Dollar).....	72
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Biaya Dari Dua Skenario .....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Luas Penggunaan Lahan Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Tengah .....	46
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Provinsi Jawa Tengah Menurut Kabupaten/Kota tahun 2015.....	48
Tabel 4.3 Asumsi Pertumbuhan Penduduk di Provinsi Jawa Tengah .....	50
Tabel 4.4 Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Jawa Tengah 2014 - 2016.....	51
Tabel 4.5 PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha Provinsi Jawa Tengah 2014 - 2015 (Juta Rupiah).....	52
Tabel 4.6 Pembangkit Terpasang di Provinsi Jawa Tengah.....	56
Tabel 4.7 Energi Terjual per Kelompok Pelanggan .....	56
Tabel 4.8 Jumlah Pelanggan per Jenis Pelanggan .....	57
Tabel 4.9 Potensi Sampah Sekam Padi Berdasarkan Kabupaten/Kota.....	58
Tabel 4.10 Jumlah Hewan Ternak di Provinsi Jawa Tengah .....	60
Tabel 4.11 Jumlah Kandungan Bahan Kering Hewan Ternak .....	61

## DAFTAR RUMUS

2.1 Daya yang Dihasilkan Generator dari Putaran Turbin.....	17
2.2 Frekuensi Putaran Rotor.....	20
2.3 Jumlah Massa Sekam Padi .....	28
2.4 Jumlah <i>Energy Content</i> .....	28
2.5 Menghitung Permintaan Energi Yang Dibutuhkan.....	33
2.6 Perhitungan Permintaan Energi Dengan Pendekatan Analisis Useful.....	34
2.7 Perhitungan Biaya Kapital Di Dalam LEAP ( <i>Annualized Cost</i> ) .....	35
2.8 <i>Capital Recovery Factor</i> (CRF) .....	35
2.9 Konstanta k.....	35
2.10 Permintaan Energi Dihitung Untuk Tahun Dasar Dan Periode Simulasi LEAP ....	36
2.11 Kapasitas Awal .....	36
2.12 Kapasitas Untuk Memenuhi Beban Puncak .....	36
2.13 PRM Sebelum Ada Penambahan Kapasitas Secara Endogenous .....	37
2.14 Kapasitas Pembangkit Listrik Yang Diperlukan Secara <i>Endogenous</i> .....	37
2.15 Running Cost .....	37