**PROYEKSI JANGKA PANJANG KEBUTUHAN ENERGI
SULAWESI SELATAN MENGGUNAKAN SKENARIO
SISTEM ENERGI BERSIH**

**Tesis
untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2**

Program Studi Magister Teknik Sistem

diajukan oleh
Rishal Asri
14/373847/PTK/9990

kepada

**PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA**

2016

TESIS

“PROYEKSI JANGKA PANJANG KEBUTUHAN ENERGI SULAWESI
SELATAN MENGGUNAKAN SKENARIO SISTEM ENERGI BERSIH”

dipersiapkan dan disusun oleh

Rishal Asri
14/373847/PTK/9990

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 15...Februari...2016

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Tarcisius Haryono, M.Sc

Anggota Dewan Penguji Lain

Prof. Dr. Eng. Ir. Arief Budiman, M.S.

Pembimbing Pendamping

Dr. Eng. Mohammad Kholid Ridwan, S.T, M.Sc

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Magister

Tanggal 29...Februari...2016
Ketua Program Studi Magister Teknik Sistem

Dr. Ir. Suhanan, DEA.
NIP. 195703031986031003

Mengetahui,
Ketua Unit Pengelola Program Pascasarjana Fakultas Teknik

Prof. Ir. Siti Malkhamah, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196305021988032001

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Atas limpahan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan. Tesis ini ditulis untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S-2 Program Studi Magister Teknik Sistem (MTS), Konsentrasi Teknik Sistem Energi, Fakultas Teknik, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Selesainya penulisan tesis yang berjudul “Proyeksi Jangka Panjang Kebutuhan Energi Sulawesi Selatan Menggunakan Skenario Sistem Energi Bersih” tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan serta rasa terima kasih yang sangat mendalam kepada :

1. Prof. Ir. Panut Mulyono, M.Eng., Dr.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
2. Prof. Ir. Siti Malkhamah, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
3. Dr. Ir. Suhanan, DEA., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sistem, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
4. Prof. Dr. Ir. Tarcisius Haryono, M.Sc., selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dari awal hingga selesainya penulisan tesis ini.
5. Dr.Eng. Mohamaad Kholid Ridwan, S.T., M.Sc., selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dari awal hingga selesainya penulisan tesis ini.
6. Prof. Dr.Eng. Ir. Arief Budiman, M.S., selaku penguji utama yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan pengarahan dan masukan untuk kesempurnaan penelitian
7. Bapak dan Ibu Dosen pada Magister Teknik Sistem yang telah memberikan wawasan pengetahuan dan keilmuan.
8. Seluruh Pengelola Magister Teknik Sistem Universitas Gadjah Mada, atas kerja sama yang baik selama masa studi

9. Kepada Ayahanda M. Asri K, Ibunda Normah S, dan calon Istri Santi Rahim yang selalu memberikan dukungan penuh dalam penulisan tesis ini
10. Rekan-rekan Magister Teknik Sistem angkatan 2014 Abdul, Andika, Arie, Mitha, Diah, Lukman, Faziri, Fadhillah, Ismanto, Kezia, Mega, Qurnia, Siska, Vicky, Wahyu, dan seluruh rekan MTS lainnya.
11. Rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Muslim Pascasarjan (HIMMPAS) Universitas Gadjah Mada
12. Pimpinan dan staf ESDM provinsi Sulawesi Selatan
13. Pimpinan dan staf PT. PLN Persero Sulselrabar
14. Pimpinan dan staf PT. Pertamina VII Makassar
15. Pimpinan dan staf BPS provinsi Sulawesi Selatan
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan, yang secara tidak langsung telah membantu, baik moral maupun materi dalam penyusunan tesis ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan menjadikannya amal sholeh atas segala bantuan. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu sumbangan pemikiran, saran, dan kritik membangun dari para pembaca sangat penulis harapkan. Semoga hasil penelitian yang sederhana ini dapat memberi manfaat bagi pihak-pihak yang memerlukannya.

Yogyakarta, Februari 2016

Rishal Asri

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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 diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Februari, 2016

Rishal Asri

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Keaslian Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Tujuan Penelitian	5
 BAB II LANDASAN TEORI	 6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Konsep <i>Clean Energy</i>	9
2.2.2 Konsep Prakiraaan Permintaan Energi	9
2.2.3 Dasar Pembuatan Model	10
2.2.4 Model Peramalan/proyeksi	13
2.2.5 Perangkat Lunak LEAP	16
2.2.6 Pola Kebutuhan Energi	13
2.2.6.1 Sektor Pemerintah	17
2.2.6.2 Sektor Rumah Tangga.....	17

2.2.6.3 Sektor Komersial.....	18
2.2.6.4 Sektor Industri Besar dan Kecil	18
2.2.6.5 Sektor Transportasi	19
2.2.7 Pola Penyediaan Energi	19
2.2.7.1 Batu Bara.....	21
2.2.7.2 Minyak Mentah	21
2.2.7.3 Gas Bumi.....	22
2.2.7.4 Energi Terbarukan.....	22
2.3 Hipotesis	23
 BAB III METODE PENELITIAN	 24
3.1 Data Penelitian	24
3.2 Alat Penelitian	25
3.3 Tata Laksana Penelitian	26
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	 29
4.1 Kondisi Sosial Ekonomi	29
4.1.1 Geografi	29
4.1.2 Populasi Penduduk	30
4.1.3 Produk Domestik Regional Bruto	31
4.2 Kondisi Energi Sulawesi Selatan	33
4.2.1 Minyak dan Gas Bumi	33
4.2.2 Batu Bara.....	33
4.2.3 Energi Baru Terbarukan	34
4.2.3.1 Air	34
4.2.3.2 Panas Bumi.....	34
4.2.3.3 Angin.....	35
4.2.3.4 Surya	36
4.2.3.1 Biodiesel.....	37
4.2.3.2 Bioetanol	38
4.2.3.1 Biogas	38

4.2.3.2 Biomassa	38
4.2.4 Ketenagalistrikan	39
4.3 Model	41
4.3.1 Asumsi Dasar	42
4.3.2 Skenario	43
4.4 Proyeksi Konsumsi Energi Per Sektor	45
4.4.1 Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga	47
4.4.2 Konsumsi Energi Sektor Industri	50
4.4.3 Konsumsi Energi Sektor Transportasi	53
4.4.4 Konsumsi Energi Sektor Komersial.....	58
4.4.5 Konsumsi Energi Sektor Lain	60
4.5 Proyeksi Penyediaan Energi	62
4.5.1 Pembangkit Listrik	62
4.5.2 Tambang Gas Bumi	68
4.6 Neraca Energi	70
4.7 Bauran Energi Tahun 2025 dan 2050.....	73
4.8 Sekuritas Energi	74
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
 DAFTAR PUSTAKA	 77
LAMPIRAN	80

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 Sasaran Energi Tahun 2025-2050 (Draft KEN-DEN)	4
Tabel 2.1 Penelitian Mengenai Proyeksi Energi	7
Tabel 2.2 Perbandingan Perangkat Lunak Sistem Energi	15
Tabel 4.1 Rencana Pembangkit Listrik Sulawesi Selatan.....	41
Tabel 4.2 Perbandingan Skenario	44
Tabel 4.3 Proyeksi Konsumsi Energi Per Sektor	46
Tabel 4.4 Konsumsi Energi Jenis Sektor Rumah Tangga Skenario BaU ..	48
Tabel 4.5 Konsumsi Energi Jenis Sektor Rumah Tangga Skenario CE ...	49
Tabel 4.6 Konsumsi Energi Jenis Sektor Industri	51
Tabel 4.7 Konsumsi Energi Jenis Sektor Transportasi Skenario BaU	54
Tabel 4.8 Konsumsi Energi Jenis Sektor Transportasi Skenario CE	57
Tabel 4.9 Konsumsi Energi Jenis Sektor Komersial.....	59
Tabel 4.10 Konsumsi Energi Jenis Sektor Lain	61
Tabel 4.11 Proyeksi Energi Jenis Sektor Pembangkit Skenario BaU	64
Tabel 4.12 Proyeksi Energi Jenis Sektor Pembangkit Skenario CE	66
Tabel 4.13 Produksi LNG Skenario CE	69
Tabel 4.14 Neraca Energi Sulawesi Selatan Tahun 2014 Skenario BaU ..	72
Tabel 4.15 Bauran Energi Sulawesi Selatan	73
Tabel 4.16 Perbandingan <i>Energy Security</i> Skenario BaU dan CE.....	75

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Kebutuhan Energi Indonesia Per Sektor	17
Gambar 2.2 Penyediaan Energi Indonesia	20
Gambar 3.1 LEAP Versi 2015.0.8.0	25
Gambar 3.2 Metode dan Alur Penelitian	28
Gambar 4.1 Peta Provinsi Sulawesi Selatan	29
Gambar 4.2 Perbandingan PDRB per Kapit dan PDRB Harga Konstan ..	32
Gambar 4.3 Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan	32
Gambar 4.4 Konsumsi Energi Jenis BBM	33
Gambar 4.5 Peta Potensi Panas Bumi Sulawesi Selatan.....	35
Gambar 4.6 Peta Potensi Angin Sulawesi Selatan.....	36
Gambar 4.7 Model LEAP Energi Sulawesi Selatan.....	42
Gambar 4.8 Proyeksi Penggunaan Energi Total Per Sektor	45
Gambar 4.9 Bauran Energi Nasional	46
Gambar 4.10 Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga Skenario BaU	47
Gambar 4.11 Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga Skenario CE.....	48
Gambar 4.12 Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga Nasional.....	49
Gambar 4.13 Konsumsi Energi Sektor Industri	51
Gambar 4.14 Konsumsi Energi Sektor Industri Nasional.....	53
Gambar 4.15 Konsumsi Energi Sektor Transportasi Skenario BaU	54
Gambar 4.16 Konsumsi Energi Sektor Transportasi Skenario CE	56
Gambar 4.17 Konsumsi Energi Sektor Transportasi Nasional	58
Gambar 4.18 Konsumsi Energi Sektor Komersial.....	59
Gambar 4.19 Konsumsi Energi Sektor Komersial Nasional.....	60
Gambar 4.20 Konsumsi Energi Sektor Lain	61
Gambar 4.21 Konsumsi Energi Sektor Lain Nasional.....	62
Gambar 4.22 Peta Kelistrikan Sulawesi Selatan	63
Gambar 4.23 Proyeksi pembangkit listrik skenario BaU.....	64
Gambar 4.24 Proyeksi pembangkit listrik skenario CE.....	66
Gambar 4.25 Proyeksi pembangkit Nasional.....	68
Gambar 4.26 Produksi Kilang LNG Skenario CE	69
Gambar 4.27 Proyeksi Pemakaian Gas Pada Setiap Sektor	70

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Pemakaian Bahan Bakar Gas.....	81
Lampiran 2 Energy Balance 2025 Scenario BaU	82
Lampiran 3 Energy Balance 2025 Scenario CE	83
Lampiran 4 Energy Balance 2050 Scenario BaU	84
Lampiran 5 Energy Balance 2050 Scenario CE	85
Lampiran 6 Energy Flow 2025 Scenario BaU	86
Lampiran 7 Energy Flow 2025 Scenario CE	87
Lampiran 8 Energy Flow 2050 Scenario BaU	88
Lampiran 9 Energy Flow 2050 Scenario CE	89
Lampiran 10 Harga Minyak 2014	90
Lampiran 11 Konversi Satuan Energi	91
Lampiran 12 Data Kependudukan dan Data Ekonomi	92
Lampiran 13 Pemakaian Energi BBM dan PLTA	93
Lampiran 14 PLTMH Sulawesi Selatan	94
Lampiran 15 PLTS Sulawesi Selatan	95
Lampiran 16 Potensi Biodiesel dan Bioetanol Sulawesi Selatan	96
Lampiran 17 Potensi Biogas Sulawesi Selatan	97
Lampiran 18 Potensi Biomassa dan Pemakaian Energi Listrik	98
Lampiran 19 Pembangkit Listrik Sulawesi Selatan	100
Lampiran 20 Konversi Satuan Energi SBM	101

INTI SARI

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia. Kebutuhan energi seperti listrik dan transportasi merupakan penggerak roda ekonomi suatu daerah. Kebutuhan energi Sulawesi selatan sebanyak 17.000 SBM (Setara Barel Minyak) dengan pemenuhan 3.000 SBM yang berasal dari sumber energi domestik dan 14.000 SBM harus diimpor. Pemerintah Indonesia memiliki kebijakan energi nasional pada tahun 2025 bauran energi untuk energi terbarukan terbesar sebesar 23% dan tahun 2050 sebesar 31%. Pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan proyeksi penggunaan energi terbarukan sesuai dengan arah kebijakan energi nasional. Data yang digunakan adalah produk domestik regional bruto, konsumsi listrik, konsumsi bahan bakar minyak, dan indikator energi lainnya. Pada penelitian ini menggunakan LEAP untuk memodelkan dan memprediksi kebutuhan energi. Dari hasil penelitian ini pada tahun 2050 sumber energi fosil untuk kebutuhan energi yang digunakan adalah minyak bumi sebesar 80,21 juta SBM, batu bara 27 juta SBM, dan gas alam 14,28 SBM sedangkan energi terbarukan hanya 23,1 juta SBM.

Kata Kunci : Sulawesi Selatan, energi ,LEAP, listrik , prediksi

ABSTRACT

South Sulawesi province is one of the largest island in Indonesia. Energy needs such as electricity and transportation are driving the economy of a region. The energy needs of southern Sulawesi which are 17,000 BOE (Barrel of Oil Equivalent) to 3,000 BOE in coming from domestic energy sources and 14,000 BOE to be imported. The Indonesian government has a national energy policy by 2025 energy mix for the largest renewable energy with be 23% and in 2050 with be 31%. This study aims to increase the projected use of renewable energy in accordance with the direction of the national energy policy. The data used was gross regional domestic product, electricity consumption, consumption of fuel oil and other energy indicators. In this study LEAP receipts for modeling and forecasting the energy requirements. From the results of this study in 2050 fossil energy sources for the needs of the energy used is petroleum amounted to 80.21 million BOE, 27 million BOE coal, and natural gas 14.28 million BOE of renewable energy while only 23.1 million BOE.

Keywords: South Sulawesi. Energy, LEAP, Electricity, forecasting

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk mencapai pola pengelolaan energi diperlukan perubahan manajemen baik dari sisi *demand* maupun sisi *supply* energi. Pada kondisi saat ini telah diketahui bahwa permintaan penyediaan energi terus meningkat dari tahun ke tahun untuk mencukupi kebutuhan sektor rumah tangga, transportasi, industri maupun komersial. Di sisi lain, pemakaian energi pada masing-masing sektor tersebut masih jauh dari kriteria efisien sehingga pemakaian cenderung boros. Salah satu provinsi terbesar di Indonesia yaitu Sulawesi Selatan memiliki masalah utama yaitu kebutuhan dan pemenuhan energi.

Menurut Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral provinsi Sulawesi Selatan (“Rencana Umum Energi Daerah Sulawesi Selatan,” 2014) pada neraca energi menunjukkan bahwa produksi energi primernya lebih kecil dari pada penggunaan energi final. Kebutuhan energi primer pada tahun 2006 sebesar 17,293 ribu SBM yang disuplai dari potensi daerah domestik sebesar 2,998 ribu SBM hal ini karena energi yang dapat disuplai hanya energi gas alam sebesar 1,493 ribu SBM, energi matahari sebesar 2 ribu SBM dan energi Air sebesar 1,503 ribu SBM. Sedangkan sisanya perlu diadakan impor atau suplai dari luar provinsi Sulawesi Selatan sebesar 14,295 ribu SBM.

Pemerintah lebih terfokus dalam penggunaan sumber energi fosil untuk mencukupi kebutuhan energi primer. Pemanfaatan sumber energi terbarukan hanya dipakai sebagai energi alternatif dan tidak mendapat porsi perhatian yang

lebih besar walaupun lebih menjanjikan dari segi potensi maupun keramahan terhadap lingkungan. Maka perubahan manajemen pengelolaan energi harus diubah demi menjaga keamanan pasokan dan ketahanan energi nasional.

Perubahan ini meliputi perubahan sisi *demand* maupun sisi *supply*. Dari sisi *demand*, diperlukan upaya konservasi energi untuk pemakaian energi yang lebih efisien serta menggunakan teknologi hemat energi. Sedangkan dari sisi *supply*, diperlukan sebuah kebijakan diversifikasi sumber energi terbarukan untuk memaksimalkan penyediaan dan pemanfaatan energi dengan menjadikan energi fosil sebagai faktor penyeimbang. Ketersediaan energi merupakan parameter dan aspek yang penting bagi keberhasilan pembangunan daerah.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian di atas maka perumusan masalah dapat diidentifikasi adalah menentukan gambaran masa depan terkait pemakaian dan penyediaan energi serta menentukan bauran energi di provinsi Sulawesi Selatan. Pada sistem energi dapat diuraikan lebih terperinci yaitu keseimbangan permintaan dan penyediaan energi, besar *sharing* energi terbarukan terhadap penyediaan energi dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk menerapkan sistem energi bersih.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan perencanaan permintaan energi di provinsi Sulawesi Selatan. Ada pun yang menjadi lingkup kajian atau batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Sistem Energi Provinsi Sulawesi Selatan.

- b. Data dasar untuk proyeksi adalah data tahun 2014.
- c. Proyeksi dilakukan adalah data tahun 2014- 2025 dan tahun 2014-2050.
- d. Efek lingkungan tidak dibahas dalam penelitian ini.

Penentuan batas akhir proyeksi tahun 2025 dan tahun 2050 diadakan untuk mengikuti Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang disusun pada tahun tersebut sebagai pedoman untuk memberi arah pengelolaan energi guna mewujudkan kemandirian dan ketahanan energi guna mendukung pembangunan nasional dengan terwujudnya bauran energi primer dengan peranan masing-masing jenis energi pada tahun 2025 sebagai berikut:

- Minyak bumi menjadi kurang dari 20 persen.
- Gas bumi menjadi lebih dari 30 persen
- Batu Bara menjadi lebih dari 33 persen.
- Bahan bakar nabati menjadi lebih dari 5 persen.
- Panas bumi mejadi lebih dari 5 persen.
- Biomassa, nuklir, mikrohidro, tenaga surya,dan tenaga angin menjadi 5 persen.
- Batu bara yang dicairkan menjadi lebih dari 2 persen.

Proyeksi menggunakan tahun 2050 untuk mencapai sasaran di bidang penyediaan energi primer, pemanfaatan energi primer per kapita, penyediaan kapasitas pembangkit dan pemanfaatan listrik per kapita. Pada tabel 1.1 diuraikan target tahun 2025 dan tahun 2050.

Tabel 1.1 Sasaran Energi pada tahun 2025-2050 (Draft KEN-DEN)

Sasaran	Satuan	Tahun 2025	Tahun 2050
Penyediaan energi primer	MTOE	400	1.000
Pemanfaatan energi primer per kapita	TOE	1,4	3,2
Penyediaan kapasitas pembangkit	GW	115	430
Pemanfaatan listrik per kapita	kWh	2.500	7000

Dalam melakukan analisis permintaan energi digunakan alat bantu yang berupa perangkat lunak komputer yaitu LEAP (*Long-range Energi Alternative Planning system*). Metode perhitungan dalam LEAP didasarkan pada perhitungan analitis *end use*.

1.4 Keaslian penelitian

Dari hasil studi pustaka hingga saat ini belum pernah ada penelitian yang dilakukan atau ditemukan serupa dengan penelitian mengenai pemetaan dan perencanaan konsumsi energi di provinsi Sulawesi Selatan serta penerapan sistem energi bersih.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat membantu pemerintah di provinsi Sulawesi Selatan dalam membuat perencanaan energi daerah seperti diamanatkan dalam Undang-undang No. 30 tahun 2007 tentang energi, serta dapat menjadi masukan dalam pengembangan teknologi energi di provinsi Sulawesi Selatan.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Menentukan proyeksi permintaan dan penyediaan energi per sektor pemakai dan per jenis di provinsi Sulawesi Selatan.
- b. Menentukan proyeksi bauran energi di provinsi Sulawesi Selatan
- c. Menentukan besar *sharing* energi terbarukan terhadap pemenuhan energi di provinsi Sulawesi Selatan.
- d. Menentukan *Energy Security* atau ketahanan energi di provinsi Sulawesi Selatan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut Huang, Bor, & Peng (2011) metode *forecasting* data menggunakan LEAP untuk memprediksi kebutuhan energi di Taiwan atau pun di negara lain sangat berbeda sehingga dibutuhkan perencanaan yang membutuhkan waktu dan skenario energi yang berbeda. Dengan menggunakan LEAP, kebutuhan tiap negara atau daerah dapat ditunjukkan keuntungan dan kekurangan tiap penggunaan sumber energi terhadap lingkungan di sekitarnya.

Penelitian Manjang, Arief, & Kitta (2013) menunjukkan kebutuhan energi listrik di provinsi Sulawesi Selatan pada suatu desa. Survei data dan analisis data menggunakan LEAP yang akan menghasilkan prediksi pemakaian dan penyediaan energi listrik di Sulawesi Selatan. Untuk menggunakan energi terbarukan sebagai energi utama untuk mensuplai kebutuhan energi listrik pada suatu desa, maka perlu teknologi energi terbarukan seperti matahari, angin, dan air yang dapat dikonversi menjadi energi listrik

Menurut Putra, Tuegeh, Tumaliang, & Patras (2014) untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik di provinsi Sulawesi Selatan perlu dibangun pembangkit listrik secara bertahap dan penambahan kapasitas sebesar 330 MW. Provinsi Sulawesi Selatan memiliki banyak potensi energi primer yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengembangan pembangkit listrik, diantaranya: energi air yang dapat dimanfaatkan menjadi PLTA yang mempunyai kapasitas 1,835.8 MW dan PLTM sebesar 68.84 MW, gas alam dengan cadangan

terukur sebesar 377.3 BSCF, batu bara dengan cadangan terukur 5.2 juta ton dan panas bumi dengan kapasitas mencapai 1,950 MW.

Menurut Roinioti, Koroneos, & Wangensteen (2012) pada penelitian tentang sistem energi Yunani dilakukan skenario *Clean Energy* atau energi bersih. Di dalam skenario bersih menghasilkan prosentasi penggunaan energi terbarukan sebesar 23,9 % dan penurunan penggunaan bahan bakar fosil minyak 20 MTOE. Pada tabel 2.1 ditunjukkan beberapa penelitian mengenai proyeksi energi.

Tabel 2.1 Penelitian Mengenai Proyeksi Energi

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Saddler, Diesendorf, & Denniss (2007)	Clean energy scenarios for Australia	Penggunaan skenario energi bersih yang dapat menghemat penggunaan energi secara ekonomi dengan tambahan biaya pada penggunaan energi terbarukan dan gas
2	Mondal, Boie, & Denich (2010)	Future demand scenarios of Bangladesh power sector	Peramalan kebutuhan energi listrik di Bangladesh menghasilkan kenaikan sebelas kali pada tahun 2035
3	Huang, Bor, & Peng (2011)	The long-term forecast of Taiwan's energy supply and demand: LEAP model application	keuntungan dan kekurangan tiap penggunaan sumber energi di Taiwan terhadap lingkungan di sekitarnya
4	Roinioti, Koroneos, Wangensteen (2012)	Modeling the Greek energy system: Scenarios of clean energy use and their implications	Penggunaan energi di Yunani menggunakan perbandingan lima skenario dengan skenario terpilih adalah skenario biru

Tabel 2.1 Penelitian Mengenai Proyeksi Energi (lanjutan)

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
5	Manjang, Arief, & Kitta (2013)	Optimalisasi Penggunaan Energi Terbarukan Lokal Sebagai Energi Primer Pembangkit Tenaga Listrik Di Sulawesi Selatan Berbasis Skenario Energi Mix Nasional	Penggunaan energi terbarukan sebagai energi utama yang mensuplai kebutuhan energi listrik pada suatu desa untuk desa mandiri energi
6	Putra, Tuegeh, Tumaliang, & Patras (2014)	AnalisaPertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan	untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik di provinsi Sulawesi Selatan perlu dibangun pembangkit listrik secara bertahap dan penambahan kapasitas sebesar 330 MW
7	Haryono & Deendarlianto (2014)	Analisis Keseimbangan Energi Daerah Istimewa Yogyakarta	Bauran energi Provinsi DIY pada tahun 2012 sebesar 0,07% yang dapat meningkat pada tahun 2025 sebesar 0,53% dengan menggunakan energi terbarukan
8	Gómez, Dopazo, & Fueyo (2014)	The causes of the high energy intensity of the Kazakh economy: A characterization of its energy system	Kebutuhan energi negara Kazahktan yang paling besar adalah pemanas pada tiap bangunan dan penggunaan sumber energi gas yang kurang efisien untuk industri
9	McPherson & Karney (2014)	Long-term scenario alternatives and their implications: LEAP model application of Panama's electricity sector	Penggunaan energi terbarukan sebagai energi mix pada negara Panama dapat mengurangi penggunaan energi fosil

Tabel 2.1 Penelitian Mengenai Proyeksi Energi (lanjutan)

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
10	Kale & Pohekar (2014)	Electricity demand and supply scenarios for Maharashtra (India) for 2030: An application of long range energy alternatives planning	Negara bagian Maharashtra menggunakan tiga skenario untuk kebutuhan energi listrik yaitu BAU, EC, REN dengan skenario terpilih REN mengurangi dampak lingkungan
11	Hongtao (2015)	Clean-energy policies and electricity sector carbon emissions in the U.S. states	Amerika serikat telah melakukan kebijakan energi bersih untuk mengurangi penggunaan karbon pada sistem kelistrikan

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Konsep *Clean Energy*

Menurut Saddler, Diesendorf, & Denniss (2007) konsep *Clean Energy* atau energi bersih adalah sebuah metode untuk menghasilkan energi yang lebih efisien dan lebih bersih. Energi yang lebih bersih adalah upaya untuk meningkatkan penggunaan teknologi energi baru dan terbarukan. Energi yang lebih efisien adalah upaya untuk mengurangi biaya pada teknologi energi yang sudah ada misalnya energi fosil seperti batu bara, bahan bakar minyak, dan gas.

2.2.2 Konsep Prakiraan Permintaan Energi

Prakiraan energi merupakan bagian penting dalam penyusunan perencanaan energi disamping strategi penyediaannya. Secara umum beberapa faktor utama yang menentukan tingkat permintaan energi adalah pertumbuhan

ekonomi (PDB), jumlah penduduk, harga energi dan konsumsi energi di masa lampau. Untuk membuat prakiraan permintaan energi, alat yang digunakan dapat berupa model energi yang merupakan model pola konsumsi energi di masa mendatang. Berbagai model energi telah dikembangkan untuk membantu dalam perencanaan energi, antara lain model yang berdasarkan top down (ekonometrik) maupun bottom-up banyak digunakan untuk membuat prakiraan permintaan energi jangka panjang. Sedangkan untuk strategi penyediaan energi, banyak digunakan teknik optimasi dengan fungsi objektif tertentu atau dengan cara perhitungan/akuntansi biasa.

2.2.3 Dasar Pembuatan Model

Konsumsi energi di masa mendatang pada dasarnya merupakan pola konsumsi di masa lalu yang dipengaruhi oleh parameter baru yang kurang dominan. Oleh karena itu dasar pembuatan model dengan metode ekonometri banyak digunakan. Permintaan energi di setiap sektor dapat diklasifikasikan dalam permintaan energi dan non energi (bahan bakar), yang masing-masing diperkirakan memakai analisis regresi. Untuk estimasi energi listrik dengan regresi permintaannya dibagi dalam sektor industri, rumah tangga, komersial, dan publik, sedangkan untuk bahan bakar estimasi dilakukan dengan regresi dari tiap jenis bahan bakar dan satu yang digunakan sebagai sumber energi mix yang dihitung berdasarkan fungsi sharing. Ide umum pembuatan model prakiraan permintaan energi adalah sebagai berikut (Assauri, 1984).

$$E = EL + FU \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan :

$$\text{Total Permintaan Energi Final } E = \sum E_i$$

$$\text{Total permintaan energi listrik } EL = \sum EL_i$$

$$\text{Total permintaan bahan bakar } FU = \sum \sum FU_{ij}$$

i = Sektor (i industri)

j = Bahan bakar (minyak, batu bara, gas, dan lain-lain.)

Persamaan di atas memperlihatkan konsumsi energi final yang digunakan adalah hasil jumlah energi listrik dan bahan bakar yang dikonsumsi di semua sektor. Pemisahan energi dan bahan bakar berdasarkan asumsi tidak adanya substitusi, antara satu energi dan sumber energi lainnya. Dalam analisis regresi yang diterapkan pada perkiraan permintaan energi, intensitas energi sebaiknya digunakan sebanyak mungkin. Persamaan permintaan energi dan permintaan bahan bakar dapat dijelaskan dengan anggapan bahwa permintaan sektoral adalah perkalian intensitas energi dan tingkat aktifitas ekonomi di setiap sektor. Secara umum intensitas-intensitas tersebut diestimasi dengan analisis regresi dan indikator aktivitas ekonomi dipakai sebagai nilai exogenous pada model ekonomi makro.

$$EL_i = a_i \times Y_i \dots\dots\dots (2.2)$$

$$F_i = b_i \times Y_i \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan :

$$a_i = EL_i/Y_i \text{ (} a_i \text{ = intensitas energi pada tingkat aktivitas (} Y_i \text{))}$$

$$b_i = F_i/Y_i \text{ (} b_i \text{ = intensitas bahan bakar pada tingkat aktivitas (} Y_i \text{))}$$

Ketika menggunakan intensitas, permintaan energi dihitung berdasarkan persamaan 2.4, sebagai berikut :

$$E = \sum (a_i \times Y_i) + \sum (b_i \times Y_i) \dots\dots\dots (2.4)$$

Jika digunakan sebagai fungsi sharing, pangsa dari sumber energi individu didistribusikan ke produk minyak, gas, batubara dan sebagainya. Jadi model mempertimbangkan substitusi energi dan kompetisinya serta setiap pangsa dijelaskan terhadap harga relatif antara produk energi yang berbeda.

$$F_{ij} \text{ (bahan bakar } j) = F_i \times S_{ij} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$S_{ij} = f(P_{e_{ij}}/P_{e_i})$$

dengan :

S_{ij} : pangsa setiap sumber energi

P_e : harga energi

Permintaan energi primer dihitung menggunakan faktor konversi. Efisiensi konversi biasanya meningkat dengan adanya perbaikan teknologi khususnya peralatan baru. Tren waktu dan harga energi *real* akan menjadi variabel explanatori yang merepresentasikan perbaikan teknologi.

$$PER = EL/\alpha + F_j/\beta_j \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\alpha = f(T, P_e)$$

$$\beta = f(T, P_e)$$

dengan :

PER : Permintaan energi primer

α dan β_j : Faktor konversi

T : Tren waktu

Pada kajian ini metode yang dipakai adalah metode *bottom-up* dengan faktor intensitas menjadi dominan dalam setiap pembuatan modelnya. Meskipun demikian dalam pembuatan model dapat digunakan model hasil regresi sehingga hasilnya akan lebih baik.

2.2.4 Model Peramalan/proyeksi

Dari uraian di atas maka dapat dilakukan beberapa pendekatan pembangunan model peramalan energi (Winarno, 2005) yang dapat dibangun dari yang paling sederhana sampai yang sangat rumit. Secara umum model tersebut dapat dibedakan dalam lima pendekatan utama, yaitu pendekatan proses (*reference energy system/RES*), pendekatan *trend*, pendekatan elastisitas, pendekatan ekonometri dan pendekatan input/output. Berbagai alternatif proyeksi dapat dibuat dengan menggunakan satu atau beberapa teknik analisis yang tersedia. Pada kajian ini akan dibahas metode prakiraan dengan pendekatan ekonometrik untuk memperkirakan besarnya permintaan dan penyediaan energi nasional 35 tahun ke depan dengan menggunakan alat bantu berupa perangkat lunak komputer.

2.2.5 Perangkat Lunak LEAP (*Long-Range Energy Alternatives Planning*)

The Long-range Energy Alternatives Planning atau kemudian disingkat dengan LEAP adalah sebuah perangkat lunak yang sudah secara luas digunakan untuk analisis kebijakan energi dan penilaian terhadap mitigasi perubahan iklim yang dikembangkan di *Stockholm Environment Institute* (SEI). Perangkat ini telah digunakan oleh ratusan organisasi di lebih dari 169 negara di dunia. Di antara

pemakainya meliputi pemerintahan, akademisi, organisasi swasta, perusahaan konsultan dan banyak kepentingan energi lainnya. Perangkat ini telah digunakan dalam skala kota, negara hingga bangsa, regional bahkan secara global (Prasad, Bansal, & Raturi, 2014).

Metodologi pemodelan dalam LEAP adalah akuntansi. Permintaan energi atau pemasokan energi dalam metode akuntansi ini dihitung dengan menjumlahkan pemakaian dan pemasokan energi masing-masing jenis kegiatan (Heaps, 2012). Perangkat lunak ini juga memiliki *scenario manager* atau pemilihan skenario yang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Hasil dari pemilihan skenario dapat menunjukkan konsistensi perubahan sistem energi yang telah direncanakan sesuai dengan waktu ditentukan.

Metode *bottom-up* adalah metode yang digunakan dalam proses akuntansi untuk meramalkan/ *forecasting* kebutuhan energi secara nasional, regional, atau sesuai dengan level yang diinginkan (Suganthi & Samuel, 2012). Dalam perencanaan energi dibutuhkan pemilihan perangkat lunak yang sesuai dengan tujuan kebutuhan energi. Pada Tabel 2.1 diberikan penjelasan mengenai perencanaan energi dan pemilihan perangkat lunak.

Tabel 2.2 Perbandingan perangkat lunak sistem energi

Tool	Energy-sectors considered			Renewable-energy penetrations simulated	
	Electricity sector	Heat sector	Transport sector	100% electricity simulated	100% renewable energy-system
Reports available detailing these renewable-energy penetrations					
EnergyPLAN	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
INFORSE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Mesap FlaNet	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
H2RES	Yes	Yes	Partly	Yes	Yes
SimREN	Yes	Yes	Partly	Yes	Yes
energyPRO	Yes	Partly	-	Yes	Partly ^a
HOMER	Yes	Yes	-	Yes	Partly ^a
TRNSYS16	Yes	Yes	-	Yes	Partly ^a
PERSEUS	Yes	Yes	Partly	Yes	-
MESSAGE	Yes	Yes	Yes	-	-
NEMS	Yes	Yes	Yes	-	-
Reports NOT available detailing these renewable-energy penetrations					
LEAP	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Invert	Yes	Yes	Partly	Yes	Yes
EMPS	Yes	-	-	Yes	Partly ^a
ProdRisk	Yes	-	-	Yes	Partly ^a
RETScreen	Yes	Yes	-	Yes	Partly ^a
MinICAM	Yes	Partly	Yes	Yes	-
SIVAEL	Yes	Partly	-	Yes	-
COMPOSE	Yes	Yes	Yes	-	-
ENPEP-BALANCE	Yes	Yes	Yes	-	-
IKARUS	Yes	Yes	Yes	-	-
MARKAL/TIMES	Yes	Yes	Yes	-	-
PRIMES	Yes	Yes	Yes	-	-
E4cast	Yes	Yes	Partly	-	-
STREAM	Yes	Yes	Partly	-	-
EMINENT	Yes	Yes	-	-	-
UniSyD3.0	Yes	Partly	Yes	-	-
WILMAR Planning Tool	Yes	Partly	Partly	-	-
BALMOREL	Yes	Partly	-	-	-
GTMax	Yes	Partly	-	-	-
RAMSES	Yes	Partly	-	-	-
HYDROGEMS	Yes	-	-	-	-
ORCED	Yes	-	Partly	-	-
EMCAS	Yes	-	Partly	-	-
WASP	Yes	-	-	-	-
AEOLIUS	Yes	-	-	-	-
BCHP Screening Tool	-	-	-	-	-

Sumber : (Connolly, Lund, Mathiesen, & Leahy, 2010)

Pada Tabel 3.1 diberikan perbandingan masing-masing fitur pada penggunaan sektor energi yaitu listrik, panas, dan transportasi. Pada software LEAP memiliki kekurangan yaitu tidak dapat menunjukkan penggunaan detail energi seperti penggunaan listrik per bulan, per hari, atau per jam. Sebaliknya, LEAP dari segi pemodelan dan simulasi dapat menunjukkan gambaran kebutuhan dan pemenuhan energi secara periodik dalam waktu yang tak terbatas (Connolly et al., 2010).

2.2.6 Pola Kebutuhan Energi

Pertumbuhan penggunaan energi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Dalam situasi normal, pertumbuhan penggunaan energi dapat ditentukan berdasarkan konsep elastisitas. Elastisitas penggunaan energi dinyatakan sebagai persentase pertumbuhan energi (per kapita) dibandingkan dengan persentase pertumbuhan ekonomi (Sugiyono & Boedoyo, 1999).

Secara umum, untuk jangka panjang keberhasilan pembangunan akan menyebabkan bergesernya penggerak ekonomi dari sektor pertanian ke sektor industri dan akhirnya beralih ke sektor jasa. Dalam kurun 30 tahun Indonesia sudah bergeser dari sektor pertanian ke sektor industri. Tetapi ternyata sektor industri di Indonesia masih sangat tergantung dari bahan baku import.

Untuk memudahkan pembahasan selanjutnya, sektor perekonomian dikelompokkan menjadi 6 buah sektor yaitu :

- a. sektor pemerintah, termasuk di dalamnya fasilitas umum;
- b. sektor rumah tangga;
- c. sektor komersial;
- d. sektor industri besar, yang termasuk di sini di antaranya industri baja, semen, pupuk, nikel, tembaga dan timah;
- e. sektor industri sedang dan kecil, termasuk di dalamnya agroindustri/pertanian;
- f. sektor transportasi.

Dalam kondisi normal, pertumbuhan setiap sektor dapat diprediksi berdasarkan data historis. Dengan adanya krisis moneter dituntut adanya perubahan struktur ekonomi. Ini menyebabkan prediksi pertumbuhan tidak dilakukan melalui pola pertumbuhan konvensional yang berdasarkan data historis.

Pada gambar 2.1 ditunjukkan kebutuhan energi Indonesia.

Gambar 2.1 Kebutuhan Energi Indonesia Per Sektor

Sumber: (Sugiyono, Anindhita, Boedoyo, & Adiarso, 2014)

2.2.6.1 Sektor Pemerintah

Sektor ini tidak banyak mengalami pertumbuhan karena dana pemerintah yang terbatas. Pada saat krisis pertumbuhannya mendekati nol dan akan naik perlahan-lahan untuk jangka panjang. Dengan terbatasnya dana, fasilitas umum juga kurang mendapat perhatian.

2.2.6.2 Sektor Rumah Tangga

Rumah tangga yang berada di perkotaan berdasarkan sektor industri dan rumah tangga pedesaan yang berbasis pertanian. Sektor ini akan terus berkembang seiring pertumbuhan ekonomi.

2.2.6.3 Sektor Komersial

Sektor ini merupakan sektor yang menggambarkan perdagangan atau perekonomian yang erat kaitannya dengan industri besar.

2.2.6.4 Sektor Industri Besar dan Kecil

Parameter yang mempengaruhi kelangsungan hidup suatu industri adalah bahan baku dan pemasaran hasil produk. Bila bahan baku berasal dari impor maka industri tersebut tidak akan kompetitif bila dibandingkan dengan industri yang menggunakan bahan baku lokal. Sedangkan untuk hasil produk, industri akan tetap tumbuh bila pemasarannya untuk konsumsi ekspor, sedangkan industri yang pemasarannya untuk konsumsi dalam negeri kemungkinan pertumbuhannya mengalami penurunan. Sektor industri besar kebanyakan adalah industri yang bahan bakunya dari impor dan untuk konsumsi lokal,

Industri sedang/kecil kebanyakan menggunakan bahan baku lokal dan untuk konsumsi lokal. Beberapa industri sedang seperti agroindustri mempunyai keunggulan karena menggunakan komponen lokal dan untuk pasaran ekspor. Sektor industri sedang/kecil ini diharapkan masih akan tumbuh dan harga jual produk dalam US\$ akan lebih murah karena turunnya nilai Rupiah terhadap US\$. Hal ini akan membuat hasil produk lebih kompetitif di pasar internasional. Disamping itu komitmen pemerintah untuk lebih memberdayakan sektor industri sedang/kecil ini akan memungkinkan industri ini lebih banyak mengambil porsi dalam menyumbang PDB.

2.2.6.5 Sektor Transportasi

Sarana transportasi sangat diperlukan dalam rangka memobilisasi barang maupun orang dari suatu tempat ke tempat lain. Sehubungan dengan konsumsi energi, sektor transportasi yang dimaksud mencakup sarana transportasi yang digerakkan oleh mesin atau kendaraan bermotor. Terdapat tiga jenis energi yang dikonsumsi oleh sektor transportasi yaitu BBM, gas dan listrik.

2.2.7 Pola Penyediaan Energi

Penyediaan energi (*Energy Supply*) untuk masa depan merupakan permasalahan yang senantiasa menjadi perhatian semua bangsa karena kesejahteraan manusia dalam kehidupan modern sangat terkait dengan jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkan. Bagi Indonesia yang merupakan salah satu negara sedang berkembang, penyediaan energi merupakan faktor yang sangat penting dalam mendorong pembangunan. Seiring dengan meningkatnya pembangunan diberbagai sektor, pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan energi akan terus meningkat

Dalam memenuhi kebutuhan energi, penyediaan energi nasional dipasok dari produksi domestik dan impor. Pasokan energi dari produksi domestik sangat tergantung teknologi dan infrastruktur energi. Infrastruktur energi terdiri dari infrastruktur konversi energi (berupa kilang minyak, gas dan pembangkit listrik), infrastruktur transmisi dan distribusi energi (pipa minyak, pipa gas, jaringan transmisi dan distribusi listrik), dan infrastruktur fisik (pelabuhan, jalan darat, angkutan sungai dan kereta api).

Pada saat ini, Indonesia memiliki keterbatasan dalam hal tersebut. Teknologi eksplorasi dan infrastruktur energi membutuhkan modal yang besar dan dalam jangka waktu yang panjang. Untuk itu diperlukan kebijakan pemerintah dalam meningkatkan investasi di bidang energi. Dengan keterbatasan tersebut, untuk memenuhi kebutuhan energi domestik dapat dilakukan impor minyak dari negara lain. Impor minyak sangat tergantung dengan berapa besar kebutuhan akan energi, harga minyak dunia dan nilai tukar Rupiah terhadap Dolar AS (Elinur, Priyarsono, Tambunan, & Firdaus, 2010). Pada gambar 2.2 ditunjukkan pola penyediaan energi.

Gambar 2.2 Penyediaan Energi Indonesia

Sumber : (The National Energy Council, 2015)

2.2.7.1 Batu Bara

Indonesia merupakan salah satu negara produsen batubara terbesar di dunia. Saat ini sebagian besar dari produksi batubara Indonesia adalah untuk diekspor, sedangkan sisanya untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Namun di masa datang, semakin tingginya kebutuhan batubara dalam negeri diperkirakan akan menyebabkan semakin menurunnya pangsa ekspor batubara. Indonesia juga mengimpor batubara dalam bentuk kokas untuk industri metalurgi dalam jumlah yang kecil. Batubara memiliki peranan yang penting dalam pemenuhan kebutuhan energi dan jaminan ketersediaan energi bagi industri, khususnya untuk pembangkit listrik.

2.2.7.2 Minyak Mentah

Minyak mentah (*Crude Oil*) sebagai bahan baku untuk menghasilkan bahan bakar, seperti bensin (premium), solar, minyak diesel, minyak tanah dan pelumas. Dengan demikian minyak mentah memiliki peranan dalam mencukupi kebutuhan energi. Minyak mentah bersumber dari cadangan alam yang tidak dapat diperbaharui, sehingga cadangannya makin menipis sejalan dengan tuntutan kebutuhan energi yang semakin meningkat.

Peningkatan ekonomi akan mendorong pemanfaatan BBM terutama pada sektor transportasi sebagai pengguna utama BBM. Hal ini perlu didukung oleh adanya peningkatan penyediaan minyak mentah yang memadai. Sejak tahun 2004 produksi minyak mentah dalam negeri tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhannya, sehingga Indonesia menjadi importir minyak mentah. Hal ini terjadi karena belum ditemukannya cadangan minyak dalam jumlah besar

berakibat pada menurunnya jumlah cadangan minyak mentah (Sugiyono et al., 2014).

2.2.7.3 Gas Bumi

Gas bumi adalah hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam tekanan dan temperatur atmosfer berupa fase gas yang diperoleh dari proses. Total cadangan gas bumi Indonesia pada 2011 mencapai sekitar 153 TSCF yang terdiri dari cadangan terbukti sebesar 105 TSCF dan cadangan potensial lebih dari 48 TSCF. Total cadangan gas tersebut pada 2012 cenderung menurun mencapai 151 TSCF yang terdiri atas 103 TSCF cadangan terbukti dan 47 TSCF cadangan potensial.

Dengan Tingkat produksi gas baik gas ikutan (associated) maupun gas bukan ikutan (non associated) mencapai 3,26 TCF pada 2011 dan 3,17 TCF pada 2012, rasio cadangan produksi gas mencapai secara berurutan meningkat 32 tahun pada 2011 dan 33 tahun pada 2012. Sumber daya gas tersebut umumnya berada di luar Jawa, terutama di Sumatera termasuk Natuna yang mencapai hampir 56 persen. Cadangan gas di luar Jawa lainnya tersebar di Papua, Kalimantan, Maluku, dan Sulawesi yang masing-masing memiliki cadangan gas secara berurutan 16%, 11%, 10%, dan hampir 2%. Sementara itu di Jawa, cadangan gasnya hanya sekitar delapan persen dari total cadangan gas Indonesia.

2.2.7.4 Energi Terbarukan

Energi terbarukan didefinisikan sebagai energi yang dapat diperoleh ulang (terbarukan) seperti sinar matahari dan angin. Sumber energi terbarukan adalah

sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global seperti pada sumber-sumber tradisional lain

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan seperti tenaga air, panas bumi, angin, surya, samudera, maupun biomasa jumlahnya cukup memadai namun tersebar. Berdasarkan data ESDM (2013), cadangan panas bumi Indonesia sebesar 16.484 MW dari potensi sekitar 28.617 MW. Kapasitas terpasang pembangkit panasbumi (hingga September 2013) sebesar 1.242 MW. Sementara itu, potensi biomasa untuk kelistrikan mencapai 49,8 GWe dengan kapasitas terpasang pembangkit yang terhubung ke grid sebesar 445 MWe. Potensi tenaga surya di Indonesia cukup tinggi dengan intensitas sebesar 4,8 kWh/m²/day dengan pemanfaatan baru sebesar 12,1 MWe. Kapasitas terpasang pembangkit tenaga angin baru sekitar 1,1 MWe dari potensi 9.290 MWe (Sugiyono et al., 2014).

2.3 Hipotesis

Permintaan dan penyediaan energi provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2025 dan 2050 menggunakan skenario sistem energi bersih belum ada. Bauran energi yang ada di Sulawesi Selatan didominasi oleh fosil dan proyeksi bauran energi untuk tahun 2025 dan 2050 per sumber energi belum ada. Besaran *sharing* energi terbarukan untuk memenuhi permintaan energi di Sulawesi Selatan membutuhkan proyeksi. Tingkat ketahanan energi di Sulawesi Selatan belum ditentukan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Data penelitian

Dalam penelitian, ini bahan yang diperlukan adalah data ekonomi, data kependudukan, data pemakaian energi, data infrastruktur energi terbarukan dan data potensi energi terbarukan. Penelitian ini menggunakan skenario sistem energi bersih atau *clean energy*. Sistem energi bersih merupakan usaha untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan penggunaan teknologi bersih untuk mengurangi efek dari aktivitas energi fosil yang ada pada suatu kawasan. Teknologi bersih yang dapat diterapkan seperti *clean coal technology* untuk menangkap emisi dan polusi yang ada pada pembangkit batu bara.

Berikut data yang diperlukan sebagai *input* analisis permintaan energi di provinsi Sulawesi Selatan :

- Data Ekonomi
 - Pendapatan Regional Bruto Daerah (PDRB)
 - PDRB per Kapita
 - Pertumbuhan PDRB
- Data Kependudukan
 - Jumlah penduduk
 - Pertumbuhan penduduk
- Data Pemakaian Energi
 - Jenis dan jumlah energi yang digunakan
- Data Potensi Energi Terbarukan

- Jenis dan jumlah potensi yang mungkin dibangkitkan
- Data Infrastruktur Energi Terbarukan
 - Infrastruktur energi terbarukan yang telah dibangun di provinsi Sulawesi Selatan
 - Roadmap Pengembangan energi terbarukan di provinsi Sulawesi Selatan.
- Data Skenario Sistem Energi Bersih
 - Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Sulawesi Selatan
 - Rencana Usaha Pembangunan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero)
 - Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (RIPNAS)
 - Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUED) Sulawesi Selatan

Seluruh data tersebut adalah data sekunder yang diperoleh dari beberapa dinas dan instansi terkait di provinsi Sulawesi Selatan.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Laptop
- Perangkat lunak Microsoft Excel
- Perangkat lunak LEAP (*Long-range Energi Alternative Planning System*) ditunjukkan pada gambar 3.1

Gambar 3.1 LEAP Versi 2015.0.8.0

3.3 Tata Laksana Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

a. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari beberapa literatur yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini, baik berupa teori dasar, *outlook*, kajian energi, jurnal, *slide* presentasi. Melakukan identifikasi masalah mengenai penelitian yang dijadikan usulan, menggunakan saran-sara peneliti terdahulu untuk dijadikan sebagai peluang masalah yang dibahas pada penelitian ini.

b. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pertambangan dan Energi Sulawesi Selatan, PT. PLN, PT. PERTAMINA, dan lain-lain. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder.

c. Pengolahan data

1. Pengelompokan konsumsi energi per sektor

Pengelompokan dan pengolahan data awal dari berbagai sektor dilakukan dengan menggunakan software Excel 2007. Data-data tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi LEAP untuk diolah dan disimulasikan dalam perhitungan.

2. Perhitungan proyeksi konsumsi energi

Tahap ini merupakan penyusunan skenario. Skenario yang digunakan dalam penelitian ini adalah BAU (*Business as Usual*) yang merupakan skenario proyeksi didasarkan pada anggapan bahwa pertumbuhan konsumsi energi akan berjalan sebagaimana biasanya seperti waktu sebelumnya dan tidak ada kebijakan di berbagai sektor. BAU dapat dilakukan dengan memilih *Refference* (REF) pada kotak *scenario*. Setelah itu muncul tampilan dimana harus memasukkan data *expression*. Setelah mengetahui skenario BAU, dilakukan simulasi berbagai skenario penghematan dari berbagai sektor.

3. Pemodelan dan perbandingan berbagai skenario

Pemodelan dan perbandingan digunakan untuk menentukan solusi terbaik dari perhitungan konsumsi energi.

d. Analisis keseimbangan energi

Analisis keseimbangan energi dilakukan dengan menguraikan sisi permintaan dan sisi penyediaan. Neraca energi biasa digunakan untuk mempermudah mengidentifikasi antara permintaan dan penyediaan.

Keseluruhan alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.

Gambar 3.2 Metode dan Alur Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Sosial Ekonomi

4.1.1 Geografis

Provinsi Sulawesi Selatan yang beribukota di Makassar terletak antara $0^{\circ}12'$ - 8° Lintang Selatan dan $116^{\circ}48'$ - $122^{\circ}36'$ Bujur Timur, yang berbatasan dengan Provinsi Sulawesi Barat di sebelah Utara dan Teluk Bone serta Provinsi Sulawesi Tenggara di sebelah Timur. Batas sebelah Barat dan Timur masing - masing adalah Selat Makassar dan Laut Flores. Pada gambar 4.1 ditunjukkan bentuk geografis Sulawesi Selatan.

Gambar 4.1 Peta Provinsi Sulawesi Selatan

Jumlah sungai yang mengalir wilayah Sulawesi Selatan tercatat sekitar 67 aliran sungai, dengan jumlah aliran terbesar di Kabupaten Luwu, yakni 25 aliran sungai. Sungai terpanjang tercatat ada satu sungai yakni Sungai Saddang yang mengalir meliputi Kabupaten Tator, Enrekang dan, Pinrang. Panjang sungai tersebut masing-masing 150 km.

Suhu udara Sulawesi Selatan pada tahun 2013 berada pada kisaran 23,4-32°C dengan kelembaban udara 71-93 °C. Sedangkan kecepatan angin berkisar 4 knots dengan tekanan udara 1010,7-1011,5 mb. Keadaan cuaca atau iklim ini membuat Sulawesi Selatan relatif lebih hangat.

4.1.2 Populasi penduduk

Jumlah penduduk Sulawesi Selatan pada tahun 2013 adalah sekitar 8,3 juta jiwa, dimana setiap 95 laki-laki terdapat 100 perempuan. Semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi maka makin berkembang pula fasilitas publik. Hal ini berdampak pada semakin padatnya jumlah penduduk terutama di daerah perkotaan. Kini kepadatan penduduk Sulawesi Selatan telah mencapai angka 181 jiwa per kilometer persegi.

Seperti daerah lain pada umumnya, distribusi penduduk di Sulawesi Selatan memusat pada daerah perkotaan. Tercatat mayoritas penduduk Sulawesi Selatan menjadikan kota Makassar sebagai daerah tujuan untuk tempat tinggal baik untuk tujuan pekerjaan maupun untuk alasan lainnya. Makassar pun kini dipadati 17 persen penduduk Sulawesi Selatan. Pada lampiran 11 ditunjukkan jumlah penduduk dan pertumbuhan penduduk.

4.1.3 Produk Domestik Regional Bruto

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atau *Gross Regional Domestic Product* (GRDP) merupakan salah satu pencerminan kemajuan ekonomi suatu daerah, yang didefinisikan sebagai keseluruhan nilai tambah barang dan jasa yang dihasilkan dalam waktu satu tahun di wilayah tersebut.

Produk domestik regional bruto (PDRB) atas dasar harga berlaku menunjukkan kemampuan sumber daya ekonomi yang dihasilkan oleh suatu daerah. Nilai PDRB yang besar menunjukkan kemampuan sumber daya ekonomi yang besar. Sedangkan, PDRB atas dasar harga konstan dapat menunjukkan laju pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan atau setiap sektor dari tahun ke tahun.

Produk domestik regional bruto Sulawesi Selatan atas dasar harga berlaku pada tahun 2013 sekitar 184.783,06 milyar rupiah. Sektor pertanian mempunyai nilai tambah paling besar dibandingkan sektor lain yaitu mencapai 44.162,54 milyar rupiah. Selanjutnya disusul oleh sektor perdagangan, hotel, restoran terbesar kedua dengan nilai tambah mencapai 33.031,58 milyar rupiah. Sektor industri pengolahan Sulawesi Selatan yang diharapkan mampu menunjang sektor pertanian dengan berorientasi pada agro industri ternyata nilai tambahnya terbesar keempat, yaitu mencapai 22.559,13 milyar rupiah. Pada lampiran 11 ditunjukkan PDRB atas harga berlaku, Pertumbuhan PDRB, dan PDRB per Kapita.

Gambar 4.2 Perbandingan PDRB per Kapita dan PDRB atas harga konstasn

Gambar 4.3 Pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan

4.2 Kondisi Energi Sulawesi Selatan

4.2.1 Minyak dan Gas Bumi

Cadangan minyak bumi dan gas alam di Sulawesi Selatan belum banyak ditemukan. Cadangan gas alam yang kini sedang diproduksi adalah di Sengkang adalah jumlah cadangan sebesar 603,70 BSCF yang setara 172,59 MW (Tim Kajian Pengembangan Energi & ESDM, 2003). Pada lampiran 12 ditunjukkan konsumsi energi jenis bahan bakar minyak (BBM), sedangkan untuk bahan bakar gas terdapat pada lampiran 1.

Gambar 4.4 Konsumsi Energi jenis BBM

4.2.2 Batu Bara

Potensi batubara di Sulawesi Selatan tersebar di berbagai kabupaten. Berdasarkan data sementara yang diperoleh dari Dinas Pertambangan dan Energi Sulawesi Selatan bahwa jumlah cadangan batubara di Sulawesi Selatan adalah

37,3 juta ton³ setara dengan 138.343.036 SBM (Tim Kajian Pengembangan Energi & ESDM, 2003).

4.2.3 Energi Baru Terbarukan

4.2.3.1 Air/Hidro

Provinsi Sulawesi Selatan mempunyai banyak sumber energi primer dalam bentuk energi terbarukan terutama berupa tenaga air yang dapat dikembangkan menjadi PLTA. Potensi tenaga air yang dapat dikembangkan menjadi PLTA sekitar 1.836 MW dan yang dapat kembangkan menjadi PLTM sekitar 160 MW. Pada lampiran 12 dan 13 ditunjukkan mengenai PLTA dan PLTM yang sudah ada / *existing* hingga saat ini.

4.2.3.2 Panas Bumi / *Geothermal*

Sulawesi Selatan mempunyai potensi panas bumi (*geothermal*) yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai sumber tenaga pembangkit listrik tenaga panas bumi. Potensi yang ditemukan adalah sebesar 337 MW. Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Sulawesi selatan telah melakukan survey mengenai potensi tersebut. Pada gambar 4.5 ditunjukkan letak potensi panas bumi di Sulawesi selatan.

Gambar 4.5 Peta Potensi Panas Bumi Sulawesi Selatan

4.2.3.3 Angin

Potensi angin di Provinsi Sulawesi Selatan sangat besar. Secara umum energi angin relatif kecil. Kecepatan angin pada umumnya berkisar 6 – 7 m/detik, maka perlu pemilihan lokasi yang berada di sekitar pinggir pantai. Pada gambar 4.6 ditunjukkan peta potensi angin Sulawesi selatan

Gambar 4.6 Peta Potensi Angin Sulawesi Selatan

Sumber: ESP Denmark, 2014

Pemerintah Sulawesi selatan telah melakukan program pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yaitu pada kabupaten Sidrap sebesar 100 MW dan Jeneponto sebesar 162.5 MW.

4.2.3.4 Surya

Potensi energi surya atau matahari yang telah dimanfaatkan untuk penerangan pada daerah pedesaan di Sulawesi Selatan yang belum terjangkau PLN adalah 14.799 unit dengan kapasitas 10 Wp dan 50 Wp. Pembangkit listrik

tenaga surya terpusat telah dibangun 5 unit yaitu Bantaeng, Selayar, Luwu, Sinjai dan Pangkep. Pada lampiran 14 ditunjukkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang telah dibangun oleh pemerintah Sulawesi selatan dengan rincian kabupaten.

Potensi energi matahari yang dapat diakumuliasikan di Sulawesi Selatan menurut (Suyuti, 2011) adalah sebesar 593 MWh dari lima kota madya dan kabupaten yaitu Makassar, Palopo, Bone, Rantepao, dan Pare-pare.

4.2.3.5 Biodiesel

Potensi bioenergi Sulawesi Selatan yang berasal dari sumber nabati dan hewan adalah biodiesel, bioetanol, biogas, biobriket, dan biomassa. Biodiesel hingga saat ini merupakan sumber energi yang telah ada sejak tahun 2007 dengan potensi yang ada mencapai 601.992 Ha. Pada lampiran 15 ditunjukkan potensi biodiesel di Sulawesi Selatan.

Saat ini sedang dikembangkan oleh pemerintah Sulawesi selatan rumput laut sebagai sumber bahan biodiesel. Sulawesi selatan saat ini memiliki industri rumput laut yang cukup besar dengan tujuan ekspor ke luar negri. Dengan menggunakan potensi rumput laut yang melimpah karena Sulawesi selatan memiliki garis pantai yang panjang dan dapat memanfaatkan potensi rumput laut untuk mengatasi krisis energi di Indonesia dibandingkan mengekspor untuk sumber pangan atau pun obat-obatan di luar negri.

4.2.3.6 Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yg dihasilkan dari biomassa yang mengandung komponen pati dan selulosa, seperti singkong dan tetes tebu. Etanol dlm dunia industri digunakan sebagai campuran untuk minuman keras, bahan baku farmasi dan kosmetika. Etanol yang dapat difungsikan sebagai bahan bakar adalah yang berkadar alkohol di atas 99.5 %, dan dipakai sebagai substitusi bensin (premium). Pada tahun 2008 ESDM Sulawesi Selatan mencatat potensi Bioetanol yang ditunjukkan pada lampiran 15. Dari data tabel pada lampiran 15 potensi untuk bioetanol sendiri mencapai 40.700 Ha. Bioetanol saat ini yang telah dikembangkan yaitu tanaman ubi kayu.

4.2.3.6 Biogas

Potensi biogas yang berasal dari kotoran hewan ternak terutama dari kotoran sapi yang mencapai 1.190.708 ekor pada tahun 2007. Pemerintah Sulawesi Selatan telah membangun instalasi biogas 200 unit di enam kabupaten di Sulawesi Selatan yaitu Bulukumba, Sinjai, Maros, Wajo, Pangkep, dan Sidrap. Pada lampiran 16 ditunjukkan biogester berdasarkan jumlah hewan ternak. 13 juta ternak sapi perah dan daging, serta 15,6 juta ternak setara dengan 1 juta unit digester biogas rumah tangga atau 2.3 juta Setara Barel Minyak (SBM).

4.2.3.7 Biomassa

Energi biomassa dari bahan baku sekam padi merupakan potensi yang besar di provinsi Sulawesi Selatan dengan jumlah energi 3.274.453.734.384 Kcal (Nurmawati, 2009). Pada lampiran 17 ditunjukkan mengenai Potensi dari setiap jenis tanaman yang dapat diubah menjadi biomassa.

Potensi energi baru dan terbarukan di Sulawesi Selatan cukup besar dan beragam untuk dikembangkan dan digunakan sebagai pemenuhan energi nasional yang bersumber dari energi alternatif.

4.2.4 Ketenagalistrikan

Penjualan energi listrik di Sulawesi Selatan dalam periode tahun 2006 sampai dengan 2010 menunjukkan pertumbuhan yang cukup besar yaitu sebesar 36,4% dimana pada tahun 2006 pemakaian energi listrik sebanyak 2141.2 GWh dan pada tahun 2010 sebesar 2,921.1 GWh.

Kelompok pelanggan yang menggunakan energi listrik yang terbesar adalah Rumah Tangga, dimana dalam periode 5 tahun rata-rata menggunakan energi listrik sebesar 1164,9 GWh tiap tahun. Kelompok Rumah Tangga ini pada tahun 2006 mengkonsumsi energi listrik sebesar 982,6 GWh dan pada tahun 2010 sebesar 1435,3 GWh sehingga pertumbuhan pemakaian energi dalam periode tahun tersebut adalah sebesar 46% (*Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) Propinsi Sulawesi Selatan*, 2003). Pada lampiran 17 ditunjukkan data terbaru pemakaian energi jenis listrik pada tahun 2012-2014.

Sistem kelistrikan Provinsi Sulawesi Selatan saat ini terdiri dari sistem interkoneksi 70 kV, 150 kV, 275 kV dan sistem isolated 20 kV serta sistem tegangan rendah 220 Volt di pulau-pulau terpencil. Sistem interkoneksi tersebut merupakan bagian dari sistem interkoneksi Sulawesi Bagian Selatan (Sulbagsel), disuplai dari PLTU, PLTA, PLTG/GU, PLTD dan PLTMH. Transmisi 275 kV digunakan untuk transfer energi dari PLTA Poso ke Sistem Sulselbar melalui GI Palopo. Sedangkan sistem kecil *isolated* 20 kV dan 220 Volt di pulau-pulau

seperti di Kabupaten Selayar, Kabupaten Pangkep, dipasok dari PLTD setempat. Kapasitas terpasang pembangkit di Provinsi Sulawesi Selatan adalah sebesar 1.437 MW (PLN, 2014).

Daya mampu pembangkit yang ada sekitar 1.238 MW, sedangkan beban puncak sampai triwulan III tahun 2014 adalah sebesar 1.186 MW. Jumlah gardu induk eksisting di Sulsel adalah 33 buah dengan kapasitas total 1.583 MVA. Mengenai sistem kelistrikan di Kabupaten Selayar dan pulau-pulau di Kabupaten Pangkep, sepenuhnya dilayani PLTD BBM dengan daya mampu pembangkit sekitar 5,1 MW dan beban puncak hanya 4,2 MW. Rasio elektrifikasi di Provinsi Sulawesi Selatan sampai dengan bulan September 2014 sebesar 82,33%. Pada lampiran 18 ditunjukkan pembangkit listrik yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan dan jumlah kapasitas energi yang dihasilkan.

Kondisi pembangkit listrik saat ini memegang peranan penting dalam pembangunan roda perekonomian di Sulawesi Selatan. Maka dari itu PLN telah merencanakan pembangunan pembangkit listrik secara bertahap. Pada tabel 4.1 ditunjukkan rencana pengembangan ketenagalistrikan di Sulawesi Selatan.

Tabel 4.1 Rencana Pembangkit Listrik Sulawesi Selatan

NO	PROYEK	ASUMSI PENGEMBANG	JENIS	KAPASITAS (MW)	COD
1	<i>Mobile PP</i> Sulsel (Tallo Lama)	PLTG/MG	PLN	100	2016
2	<i>Mobile PP</i> Sulsel (Tello)	PLTG/MG	PLN	50	2016
3	Selayar	PLTMG	PLN	10	2017
4	Sulsel Baru - 2	PLTU	PLN	1x100	2018
5	Bakaru 2	PLTA	PLN	2x63	2020
6	Makassar <i>Peaker</i>	PLTGU	PLN	450	2017/18
7	Punagaya (FTP2)	PLTU	PLN	2x100	2017/18
8	Sulsel <i>Peaker</i>	PLTGU	PLN	450	2018/19
9	Sulsel 2	PLTU	PLN	2x200	2019/20
10	Poko	PLTA	PLN	2x117	2021
11	PLTM Tersebar Sulsel	PLTM	Swasta	10,5	2015
12	Wajo	PLTMG	Swasta	20	2016
13	PLTM Tersebar Sulsel	PLTM	Swasta	26,5	2017
14	PLTM Tersebar Sulsel	PLTM	Swasta	23	2018
15	PLTM Tersebar Sulsel	PLTM	Swasta	10	2019
16	PLTM Tersebar Sulsel	PLTM	Swasta	25	2020
17	Malea (FTP 2)	PLTA	Swasta	2x45	2020
18	Bonto Batu (FTP 2)	PLTA	Swasta	1x110	2024
19	Jeneponto 2	PLTU	Swasta	2x125	2018/19
20	Salu Uro	PLTA	Swasta	2x47,5	2020/21
21	Kalaena 1	PLTA	Swasta	2x26,5	2021/22
22	Paleleng	PLTA	Swasta	2x20	2021/22
23	Buttu Batu	PLTA	Swasta	200	2022/23
24	Seko 1	PLTA	Swasta	480	2023/24
25	Selayar	PLTMG	<i>Unallocated</i>	10	2024
JUMLAH				3.564	

Sumber : PLN, 2014

4.3 Model

Pada Bab III telah dijelaskan mengenai model yang digunakan adalah Model adalah LEAP (*Long-Range Energy Alternatives Planning*) dengan pola model yang disusun adalah sebagai berikut pada gambar 4.7.

Gambar 4.7 Model LEAP Energi Sulawesi Selatan

4.3.1 Asumsi Dasar

Indikator yang digunakan dalam penyusunan sistem energi Sulawesi selatan adalah indikator ekonomi makro, energi, demografi, dan kebijakan di bidang energi, dengan beberapa asumsi sebagai berikut :

- Jumlah penduduk yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan adalah 8.034.780 jiwa yang ada pada sektor rumah tangga.
- Jumlah perusahaan yang beroperasi pada sektor industri adalah sebanyak 291 unit berdasarkan golongan industri.

- Jenis kendaraan dibagi tiga yaitu darat, laut, dan udara. Kendaraan darat seperti motor, mobil, bus dan truk. Kendaraan laut adalah kapal laut yang ada pada pelabuhan. Kendaraan udara adalah pesawat yang ada pada bandar udara Sultan Hasanuddin.
- Pada sektor khusus adalah jasa komersial, keuangan, dan sosial.
- Laju pertumbuhan penduduk mengikuti data BPS.
- Kebutuhan energi sektor industri dipengaruhi oleh nilai tambah pada PDRB.
- Kebutuhan energi sektor transportasi darat berdasarkan jumlah kendaraan. Untuk transportasi laut dan udara dipengaruhi oleh PDRB.
- Pada parameter proyeksi sistem energi bersih ini menggunakan parameter penurunan harga minyak mentah Indonesia yang ada pada tahun 2014. Penurunan harga minyak yang fluktuatif mempengaruhi proyeksi untuk kebijakan regional maupun nasional.

4.3.2 Skenario

Proyeksi kebutuhan energi nasional dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu menggunakan skenario dasar (*Business as Usual*/BaU) dan skenario *clean energy* atau energi bersih. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan perbandingan dari dua kondisi proyeksi. Pada tabel 4.2 ditunjukkan perbandingan dari kedua skenario tersebut.

Tabel 4.2 Perbandingan Skenario

No	<i>Business as Usual</i> (BaU)	<i>Clean Energy</i> (CE)
1	Pada sektor transportasi tidak mengalami perubahan sumber bahan bakar yaitu BBM	Pada sektor transportasi khususnya kendaraan roda empat sumber bahan bakar BBM diganti dengan BBG dengan peningkatan hingga 6% pada tahun 2050 sesuai dengan KEN
2	Pada sektor transportasi untuk jenis angkutan darat kereta api belum ada	kereta api telah digunakan pada tahun 2030 sebagai angkutan umum
3	Pembangkit Listrik tidak mengalami penambahan jumlah sesuai dengan RUPTLN	Pembangkit listrik dikembangkan sesuai dengan RUPTLN
4	Energi Baru Terbarukan (EBT) masih bersifat <i>off-grid</i> / belum tersambung pada jaringan PLN	pembangkit listrik EBT telah <i>on-grid</i> / tersambung pada jaringan PLN dengan jumlah kapasitas yang sesuai dengan potensi pada tahun 2050
5	Batu bara masih diimpor dari provinsi kalimantan	Asumsi sama dengan BaU
6	Bioenergi belum dimanfaatkan	Potensi bioenergi dimanfaatkan untuk desa-desa

Skenario BaU adalah skenario proyeksi kondisi saat ini, tanpa adanya perubahan kebijakan yang berlaku dan intervensi lainnya yang dapat menekan laju konsumsi. sedangkan skenario *Clean Energy* adalah skenario dasar, dimana diasumsikan bahwa konsumsi energi final akan berkurang dengan menerapkan program konservasi dan efisiensi energi sesuai dengan target pemerintah dalam kebijakan Energi Nasional (KEN). skenario ini juga meliputi perbaikan dalam

efisiensi peralatan pada sektor pengguna, sehingga konsumsi energi final memiliki bauran energi baru terbarukan dari pada skenario BaU.

4.4 Proyeksi Konsumsi Energi Per Sektor

Pada sisi *demand* konsumsi energi per sektor merupakan gambaran mengenai penggunaan pada setiap bidang yaitu rumah tangga, transportasi, industri, komersial, khusus, dan lainnya. Gambar 4.8 menunjukkan proyeksi penggunaan secara total dari seluruh sektor.

Gambar 4.8 Proyeksi Penggunaan Energi Total Per Sektor

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa konsumsi energi sektor transportasi merupakan pengguna energi terbanyak dibandingkan dengan sektor yang lain. Pada tabel 4.3 ditunjukkan proyeksi konsumsi energi pada tahun 2025.

Tabel 4.3 Proyeksi Konsumsi Energi Per Sektor

Sektor	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Rumah Tangga	4,119	5,043	6,310	7,604	9,379	11,859	15,375	20,426
Industri	1,131	1,681	2,647	4,217	6,596	10,131	15,275	22,611
Transportasi	9,813	12,341	15,931	21,746	29,534	40,688	56,473	78,493
Komersial	0,598	0,889	1,400	2,230	3,488	5,357	8,077	11,956
Lainnya	0,143	0,212	0,334	0,533	0,833	1,280	1,930	2,857
Total	15,804	20,166	26,622	36,329	49,831	69,314	97,130	136,343

Konsumsi energi pada tahun 2025 didominasi oleh sektor Industri, lalu disusul oleh rumah tangga, industri, komersial, dan lainnya. Pada tahun 2050 konsumsi energi pada sektor industri dapat melampaui rumah tangga. Perubahan ini dipengaruhi oleh elastisitas dan tingkat pertumbuhan kebutuhan energi yang ada pada kedua sektor tersebut.

Pada proyeksi kebutuhan energi nasional memiliki bauran energi yang lebih besar. Pada gambar 4.9 ditunjukkan bauran energi per sektor.

Gambar 4.9 Bauran Energi Nasional

sumber : (Sugiyono, Anindhita, Boedoyo, & Adiarso, 2014)

4.4.1 Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga

Pada sektor rumah tangga dengan jumlah populasi penduduk adalah 8034776 jiwa. Dalam sektor rumah tangga terdapat sub sektor yaitu golongan dibawah garis kemiskinan (10,1%), bawah (32,8%), menengah (41,3%), dan atas (15,9%). Pada sektor rumah tangga menggunakan jenis energi listrik, minyak tanah, gas bumi, dan LPG. Pada gambar 4.10 ditunjukkan proyeksi penggunaan energi sektor rumah tangga.

Gambar 4.10 Konsumsi Energi Pada Sektor Rumah Tangga Skenario BaU

Pada gambar tersebut menunjukkan konsumsi energi yang masih sangat dominan yaitu gas bumi yang merupakan sumber energi fosil. Penggunaan energi fosil saat ini masih tidak tergantikan pada sektor rumah tangga karena sumber energi tersebut disubsidi langsung oleh pemerintah.

Tabel 4.4 Konsumsi Energi Jenis Sektor Rumah Tangga

Jenis Energi	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Listrik	0,879	1,046	1,213	1,264	1,318	1,373	1,431	1,491
Gas Bumi	1,495	1,625	1,754	1,828	1,904	1,985	2,068	2,155
Minyak Tanah	0,228	0,249	0,269	0,281	0,293	0,305	0,318	0,331
LPG	1,456	1,604	1,751	1,825	1,902	1,982	2,065	2,152
Total	4,058	4,524	4,987	5,197	5,416	5,644	5,882	6,130

Pada tabel 4.4 konsumsi energi merupakan hasil dari skenario BaU. Pada skenario *Clean Energy* (CE) maka penggunaan energi khususnya pada daerah pedesaan yang umumnya terdapat golongan di bawah dan garis kemiskinan telah dapat menggunakan biogas untuk mengganti konsumsi energi jenis gas. Program ini menyesuaikan dengan Kebijakan Energi Nasional (KEN). Pada gambar 4.11 ditunjukkan skenario CE pada sektor rumah tangga.

Gambar 4.11 Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga Skenario CE

Pada skenario CE untuk sektor rumah tangga biogas diperoleh dari limbah komunal dan peternakan. Pada tabel 4.5 ditunjukkan proyeksi skenario CE untuk konsumsi energi rumah tangga.

Tabel 4.5 Konsumsi Energi Jenis Sektor Rumah Tangga Skenario CE

Jenis	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Listrik	0,929	1,477	2,326	3,321	4,774	6,908	10,052	14,703
Gas Bumi	1,472	1,479	1,472	1,396	1,301	1,184	1,041	0,870
Minyak Tanah	0,228	0,255	0,285	0,306	0,330	0,354	0,381	0,410
LPG	1,462	1,646	1,851	1,991	2,141	2,303	2,478	2,665
Biogas	0,028	0,186	0,377	0,590	0,833	1,109	1,423	1,777
Total	4,119	5,043	6,310	7,604	9,379	11,859	15,375	20,426

Pada sektor rumah tangga skala nasional ditunjukkan pada gambar 4.12 . proyeksi kebutuhan energi nasional pada sektor rumah tangga didominasi oleh energi listrik.

Gambar 4.12 Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga Nasional

Sumber : (Sugiyono et al., 2014)

4.4.2 Konsumsi Energi Sektor Industri

Pada sektor industri merupakan sektor yang menghasilkan PDRB tertinggi di Sulawesi Selatan. Pada sektor ini memiliki 291 unit Industri yang terbagi dari 17 jenis kegiatan industri yaitu :

1. Makanan;
2. Minuman;
3. Tembakau
4. Tekstil;
5. Pakaian kulit;
6. Kayu;
7. Kertas
8. Percetakan;
9. Kimia;
10. Karet;
11. Non logam;
12. Logam;
13. Barang non logam bukan mesin;
14. Listrik dan motor;
15. Alat angkutan;
16. Furniture;
17. Pengolahan.

Pada golongan jenis industri non logam merupakan industri yang mengkonsumsi energi paling banyak yaitu 1.051.000 SBM pada tahun 2014. Pada gambar 4.13 ditunjukkan proyeksi konsumsi energi sektor industri secara total.

Gambar 4.13 Konsumsi Energi Sektor Industri

Pada sektor industri skenario CE diasumsikan sama dengan skenario BaU sehingga penggunaan atau konsumsi energi terbarukan pada sektor ini tidak ada. Pada tabel 4.6 ditunjukkan konsumsi semua energi pada sektor industri.

Tabel 4.6 Konsumsi Energi Jenis Sektor Industri

Jenis Energi	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Listrik	0,385	0,572	0,901	1,435	2,245	3,448	5,200	7,697
Premium	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,009	0,014
Minyak Tanah	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006

Tabel 4.6 Konsumsi Energi Jenis Sektor Industri (Lanjutan)

Jenis Energi	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Minyak Solar	0,017	0,025	0,040	0,063	0,099	0,152	0,229	0,340
Minyak Bakar	0,003	0,005	0,008	0,013	0,020	0,031	0,047	0,070
Batubara	0,724	1,077	1,696	2,702	4,226	6,490	9,786	14,485
Total	1,131	1,681	2,647	4,217	6,596	10,131	15,275	22,611

Pada tabel 4.6 Batu bara merupakan jenis energi yang paling banyak digunakan pada sektor industri karena merupakan bahan bakar yang digunakan sebagai pemanas pada boiler mesin penggerak yang ada setiap sub industri. Bahan bakar fosil ini diasumsikan mengimpor dari daerah luar Sulawesi Selatan yaitu Kalimantan.

Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri dipengaruhi pula oleh harga minyak dunia. Industri hulu migas saat ini lebih banyak menunggu atau menunda proyek hulu migas, baik eksploitasi maupun eksplorasi blok migas. Karena banyak proyek hulu migas nilai keekonomiannya mencapai 60 dolar AS per barel, harga minyak turun terus di bawah USD 50 per barel (Sahrul, 2015). Penurunan harga minyak mempengaruhi aktivitas industri nasional mau pun regional.

Harga batu bara turut mempengaruhi aktivitas di sektor industri. Penurunan harga batu bara membuat banyak perusahaan batu bara menjadi gulung tikar sehingga produksi batu bara dikurangi (Vicharus Dianjiwa, 2015).

Pada konsumsi energi sektor industri skala nasional diperkirakan gas akan berkembang sebesar 5,6% baik sebagai bahan bakar maupun bahan baku. Peranan batu bara di sektor industri cukup tinggi karena sebagai besar teknologi boiler di industri menggunakan batu bara dengan peningkatan sebesar 5,7% per tahun atau mendekati 300 juta ton di tahun 2050. Pada gambar 4.14 ditunjukkan berikut.

Gambar 4.14 Konsumsi Energi Sektor Industri Nasional

Sumber : (Sugiyono et al., 2014)

4.4.3 Konsumsi Energi Sektor Transportasi

Sektor transportasi seperti diketahui lebih dari 50% (Sugiyono et al., 2014) konsumsi energi di Indonesia dihabiskan oleh sektor transportasi maka Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah jenis energi yang sangat vital bagi roda perekonomian di Indonesia maupun di Sulawesi selatan. Pada gambar 4.15 ditunjukkan konsumsi energi pada sektor transportasi menggunakan skenario BaU.

Gambar 4.15 Konsumsi Energi Sektor Transportasi Skenario BaU

Pada sektor transportasi konsumsi energi dihasilkan dari beberapa sub sektor yaitu sepeda motor, mobil penumpang, truk, angkutan laut, dan angkutan udara. Pada gambar di atas avtur merupakan jenis energi yang paling banyak dikonsumsi pada sektor ini. Pada tabel 4.7 ditunjukkan proyeksi detail energi transportasi.

Tabel 4.7 Konsumsi Energi Jenis Sektor Transportasi Skenario BaU

Jenis Energi	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Premium	5,784	6,622	7,307	7,891	8,519	9,191	9,909	10,674
Avtur	2,223	3,306	5,205	8,292	12,970	19,920	30,036	44,460
Minyak Solar	1,648	2,032	2,684	3,904	5,666	8,183	11,734	16,673
Minyak Bakar	0,133	0,187	0,289	0,460	0,720	1,106	1,668	2,469
Biodiesel	0,021	0,160	0,368	0,463	0,577	0,713	0,874	1,061
Total	9,809	12,307	15,853	21,011	28,452	39,112	54,220	75,337

Pada tabel 4.7 nilai penggunaan energi terbesar yaitu avtur sebesar 44,460 Juta SBM yang merupakan sumber energi untuk bahan bakar pesawat terbang. Konsumsi dari sektor angkutan udara ini telah melampaui jumlah kebutuhan energi pada sektor angkutan darat seperti motor dan mobil. Bahan bakar jenis premium menjadi sumber energi terbesar kedua yang dipengaruhi oleh kendaraan angkutan darat yang tiap tahun semakin bertambah.

Konsumsi avtur semakin besar seiring dengan peningkatan jumlah penumpang di bandara Sultan Hasanuddin sebesar 6,4% selama periode 2010-2015. Meningkatnya jumlah penumpang di bandara Sultan Hasanuddin berbanding lurus dengan jumlah jarak yang semakin banyak ditempuh asumsi satu maskapai penerbangan dapat mengkonsumsi 1,7 Milyar liter avtur per tahun yaitu garuda (Sri Lestari, 2015)

Kondisi ini diperparah dengan tak adanya aturan pembatasan umur kendaraan yang tetap di pemerintah Indonesia maupun Sulawesi selatan. Skenario CE digunakan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mengganti secara peralihan penggunaan bahan bakar jenis premium dengan bioetanol dan solar dengan biodiesel untuk kendaraan roda dua dan roda empat. Penerapan BBG untuk kendaraan roda empat harus diikuti kebijakan dengan asumsi bahwa seluruh jalan yang dilalui sudah datar dan halus karena jika jalan tidak layak masih banyak kubangan atau tidak rata akan dapat mengurangi tingkat keamanan pada kendaraan roda empat tersebut. Kebijakan yang diterapkan untuk meningkatkan sistem energi bersih pada sektor transportasi yaitu penggunaan bahan bakar E5 atau etanol 5 % yang memiliki nilai oktan 100 dapat meningkatkan efisiensi pada

kendaraan. Pada gambar 4.16 ditunjukkan proyeksi kebijakan energi pada sektor transportasi.

Gambar 4.16 Konsumsi Energi Sektor Transportasi Skenario CE

Gambar sebelumnya menunjukkan bauran energi dengan digunakannya produk energi terbarukan yaitu bioetanol dan biodiesel yang berasal dari potensi sumber hayati yang nanti dapat menurunkan konsumsi pada sektor premium dan diesel. Pada skenario ini konsumsi energi listrik telah pada tahun 2030 seiring dengan rangkaian pembangunan kereta api listrik trans Sulawesi selatan. Pada tabel 4.8 ditunjukkan konsumsi energi menggunakan skenario CE.

Tabel 4.8 Konsumsi Energi Jenis Sektor Transportasi Skenario CE

Jenis Energi	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Listrik	-	-	-	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Gas Bumi	0,001	0,005	0,012	0,021	0,032	0,046	0,063	0,085
Premium	5,651	5,749	5,588	5,230	4,802	4,293	3,693	2,991
Avtur	2,223	3,306	5,205	8,292	12,970	19,920	30,036	44,460
Minyak Solar	1,648	2,032	2,684	4,090	5,852	8,368	11,920	16,859
Minyak Bakar	0,133	0,187	0,289	0,460	0,720	1,106	1,668	2,469
Bioethanol	0,133	0,873	1,719	2,661	3,717	4,898	6,216	7,682
Biodiesel	0,025	0,188	0,434	0,754	1,205	1,821	2,641	3,710
Total	9,813	12,341	15,931	21,746	29,534	40,688	56,473	78,493

Proyeksi kebutuhan energi sektor transportasi pada skala nasional berasumsi bahwa pemakaian premium dan minyak diesel terus meningkat dengan laju 3,9% dan 5,6% per tahun. Hingga 2050 laju pertumbuhan avtur dan minyak bakar diperkirakan sekitar 4,4% dan 4,8%. Penggunaan gas dan listrik mulai dikembangkan sesuai dengan kebutuhan. Pada gambar 4.17 ditunjukkan proyeksi kebutuhan sektor transportasi.

Gambar 4.17 Konsumsi Energi Sektor Transportasi Nasional

Sumber : (Sugiyono et al., 2014)

4.4.4 Konsumsi Energi Sektor Komersial

Pada sektor ini merupakan sektor yang terdiri dari jasa komersial, keuangan dan jasa sosial. Sektor ini merupakan sektor pengguna energi terbesar ketiga di Sulawesi Selatan setelah Industri. Jasa komersial ini merupakan gambaran konsumsi energi pada industri kecil menengah dan usaha kecil menengah. Pengguna energi ini pada umumnya berada pada perkotaan.

Pada sub sektor keuangan adalah merujuk pada industri keuangan seperti bank, koperasi simpan pinjam, dan lain-lain. Sub sektor sosial adalah merujuk pada sektor fasilitas publik, kemasyarakatan maupun keagamaan. Pada gambar 4.18 ditunjukkan proyeksi pengguna energi pada sektor komersial.

Gambar 4.18 Konsumsi Energi Sektor Komersial

Pada gambar ditunjukkan penggunaan konsumsi energi listrik merupakan energi yang paling banyak digunakan setiap tahun. Pada sektor komersial ini skenario BaU diasumsikan sama dengan CE. Pada tabel 4.9 ditunjukkan mengenai detail konsumsi energi pada sektor komersial.

Tabel 4.9 Konsumsi Energi Jenis Sektor Komersial

Jenis Energi	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Listrik	0,486	0,723	1,138	1,813	2,837	4,357	6,569	9,724
Gas Bumi	0,004	0,006	0,009	0,014	0,022	0,034	0,051	0,076
Minyak Tanah	0,043	0,065	0,102	0,162	0,253	0,389	0,587	0,868
Minyak Solar	0,052	0,078	0,123	0,196	0,306	0,470	0,709	1,049
LPG	0,012	0,018	0,028	0,045	0,070	0,107	0,162	0,239
Total	0,598	0,889	1,400	2,230	3,488	5,357	8,077	11,956

Proyeksi pada sektor komersial skala nasional diperkirakan meningkat sebesar 6,5% per tahun dengan penggunaan listrik tumbuh sebesar 6,6% per tahun. Pada beberapa gedung juga menggunakan minyak diesel sebagai bahan bakar genset. Pada gambar 4.19 ditunjukkan konsumsi energi sektor komersial.

Gambar 4.19 Konsumsi Energi Sektor Komersial Nasional

Sumber : (Sugiyono et al., 2014)

4.4.5 Konsumsi Energi Sektor Lain

Pada sektor ini terdiri dari pertambangan, konstruksi, dan pertanian yang merupakan sektor energi yang mengindikasikan pertumbuhan secara fisik seperti pada konstruksi pembangunan gedung-gedung baru atau bangunan sipil. Sub sektor pertambangan adalah usaha eksplorasi yang dilakukan perusahaan atau pemerintah setempat seperti pada pertambangan nikel yang merupakan komoditas utama Sulawesi Selatan. Sub sektor pertanian merupakan lapangan usaha yang

43% penduduk Sulawesi Selatan menggeluti pekerjaan tersebut. Pada gambar 4.20 ditunjukkan proyeksi pengguna energi pada sektor lain.

Gambar 4.20 Konsumsi Energi Sektor Lain

Pada gambar 4.20 penggunaan energi jenis minyak solar merupakan konsumsi terbesar untuk sektor ini. Minyak solar adalah bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin pada kegiatan konstruksi dan mesin traktor pada kegiatan pertanian. Pada sektor pertambangan memiliki mesin-mesin yang digunakan untuk eksplorasi. Pada tabel 4.10 ditunjukkan mengenai detail konsumsi energi pada sektor lain.

Tabel 4.10 Konsumsi Energi Jenis Sektor Lain

Jenis Energi	Tahun (Juta SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Minyak Solar	0,143	0,212	0,334	0,533	0,833	1,280	1,930	2,857
Total	0,143	0,212	0,334	0,533	0,833	1,280	1,930	2,857

Proyeksi kebutuhan energi sektor lain pada skala nasional mencakup kegiatan pertanian, perikanan, konstruksi bangunan dan properti serta kegiatan pertambangan. Kegiatan-kegiatan tersebut menggunakan sumber energi minyak solar sebagai bahan bakar, sehingga dalam sektor ini pemanfaatan minyak solar meningkat laju 6,5% per tahun. Pada gambar 4.21 ditunjukkan konsumsi energi sektor lain.

Gambar 4.21 Konsumsi Energi Sektor Lain Nasional

Sumber : (Sugiyono et al., 2014)

4.5 Proyeksi Penyediaan Energi

4.5.1 Pembangkit Listrik

Pada sektor penyediaan tenaga listrik PT. PLN (Persero) dan perusahaan swasta lainnya memiliki rencana pembangunan tenaga listrik yang berkelanjutan sesuai dengan RUPTL. Pada gambar 4.22 ditunjukkan peta kondisi penyediaan energi listrik di Sulawesi selatan.

Gambar 4.22 Peta kelistrikan Sulawesi Selatan
Sumber: *Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) Propinsi Sulawesi Selatan*, 2003

Pada gambar tersebut memberikan gambaran mengenai perkembangan pembangkit energi listrik di Sulawesi selatan. Pada proyeksi menggunakan skenario BaU pembangkit listrik yang disesuaikan dengan rancangan KEN menghasilkan bauran energi listrik yang didominasi oleh energi fosil dan air. Pada gambar 4.23 ditunjukkan proyeksi pembangkit listrik skenario BaU

Gambar 4.23 Proyeksi pembangkit listrik skenario BaU

Penggunaan energi air merupakan sumber utama dalam pembangkitan energi listrik. Sumber energi lain seperti batu bara dan gas bumi merupakan jenis energi yang dikembangkan untuk tiap pembangkit baru yang ada di Sulawesi selatan. Pada tabel 4.11 ditunjukkan mengenai proyeksi jenis energi yang digunakan pada pembangkit listrik.

Tabel 4.11 Proyeksi Energi Jenis Sektor Pembangkit Skenario BaU

Sumber Energi	Tahun (Juta MWh)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gas Bumi	0,723	0,968	1,344	1,240	1,135	1,120	1,185	1,309
Minyak Solar	0,765	1,023	1,422	1,311	1,200	1,184	1,254	1,384
Batubara	0,843	1,128	1,567	1,445	1,765	2,175	2,764	3,561
Surya	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Hidro	0,879	1,177	1,635	4,286	7,644	12,365	19,022	28,454
Total	3,211	4,297	5,970	8,284	11,746	16,846	24,227	34,711

Pada tabel 4.11 bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak solar, dan gas alam mengalami penurunan kapasitas daya pada tahun 2050. Penurunan daya disebabkan oleh seiring berkurangnya atau langkanya sumber bahan baku energi fosil tersebut. Sumber energi terbarukan surya mengalami penurunan juga disebabkan pembangkit yang tersebar di seluruh wilayah Sulawesi selatan dan pemeliharaan pembangkit ini kurang dilirik oleh pemerintah setempat karena harga yang mahal serta suku cadang untuk perbaikan yang masih langka.

Pada skenario CE diasumsikan menggunakan RUPTL dan penetrasi untuk bauran energi terbarukan dan bersih lebih besar yaitu dengan adanya pembangunan pembangkit listrik angin, panas bumi, dan biomassa di Sulawesi Selatan. Energi Angin saat ini direncanakan dibangun di dua kabupaten. Bioenergi seperti biomassa telah dibangun dengan sumber energi yang berasal dari sekam padi atau pun tandan kelapa sawit. Pada gambar 4.24 ditunjukkan proyeksi pembangkit listrik skenario CE.

Gambar 4.24 Proyeksi pembangkit listrik skenario CE

Pada gambar diatas panas bumi, angin, dan biomassa memberikan bauran energi terbarukan yang lebih banyak dibanding energi surya. Pada tabel 4.12 ditunjukkan mengenai proyeksi jenis energi yang digunakan pada pembangkit listrik skenario CE

Tabel 4.12 Proyeksi Jenis Energi Sektor Pembangkit Skenario CE

Sumber Energi	Tahun (Juta MWh)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gas Bumi	0,774	2,125	2,477	3,857	5,712	7,715	9,439	9,744
Minyak Solar	0,818	0,522	0,606	0,944	1,397	1,887	2,309	2,383
Batubara	0,767	1,550	1,798	2,800	4,147	5,601	6,853	7,074
Angin	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
Surya	0,004	0,012	0,024	0,055	0,106	0,176	0,216	0,223
Hidro	0,941	0,880	2,806	4,369	6,470	8,738	10,691	11,035

Tabel 4.12 Proyeksi Jenis Energi Sektor Pembangkit Skenario CE (lanjutan)

Sumber Energi	Tahun (Juta MWh)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Panasbumi	-	-	0,189	0,295	0,437	1,987	2,431	2,509
Biomass	-	-	0,111	0,173	0,257	0,347	0,424	0,438
Total	3,304	5,088	8,012	12,493	18,525	26,453	32,363	33,407

Pada tabel 4.24 Pembangkit listrik skenario CE menghasilkan energi lebih besar 49 MW dibanding pembangkit listrik skenario BaU pada tahun 2050. Pada tahun 2025 pembangkit listrik pada skenario CE dan BaU memiliki kapasitas total yang sama karena pada tahun tersebut pembangkit berdasarkan RUPTL belum terlaksana secara penuh.

Pada skenario CE menggunakan kebijakan target 35.000 MW pemerintah Indonesia yang disesuaikan dengan Kepmen 0074.K/21/MEM/2015. Proyek pemerintah Indonesia dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi sebesar 7% setiap tahunnya maka dibutuhkan listrik sebesar 7000 MW setiap tahun. Proyek ini dibagi ke dalam dua bagian yaitu :

1. Pengembangan listrik swasta 25.904 MW
2. PT. PLN (Persero) 10.681 MW.

Kebijakan pemerintah Nasional mempengaruhi kebijakan pemerintah regional pula seperti pada pemerintah provinsi Sulawesi Selatan. Setiap pembangunan pembangkit listrik melalui dua sistem pengadaan yang jelaskan sebelumnya telah melalui sistem pelelangan terhadap kebijakan energi di daerah

masing-masing baik pembangkit yang bersifat terbarukan maupun non-terbarukan atau fosil.

Pada proyeksi pembangkit listrik nasional dari 25 TWh tahun 2013 menjadi 418 TWh tahun 2050. Pembangkit listrik EBT diprediksi tumbuh sebesar 8% pertahun dengan bauran energi yang paling besar berasal dari PLTP dan PLTA. Pada gambar 4.25 ditunjukkan produksi listrik berdasarkan jenis pembangkit.

Gambar 4.25 Proyeksi Produksi Listrik Nasional

Sumber : (Sugiyono et al., 2014)

4.5.2 Tambang Gas Bumi

Tambang gas bumi diproyeksikan untuk memenuhi kebutuhan ekspor dunia. Gas bumi ini berupa *Liquid Natural Gas* (LNG) dengan kapasitas 0,5 x 4 MTPA atau setara dengan 109,6186 Giga Joule per tahun. Pada Skenario BaU produksi setiap tahun selalu sama, sedangkan pada skenario CE produksi LNG meningkat 5% setiap tahunnya. Pada gambar 4.26 ditunjukkan proyeksi kilang LNG skenario CE.

Gambar 4.26 Produksi Kilang LNG Skenario CE

Gas bumi di Sulawesi selatan saat ini dikelola oleh PT Energy Sengkang tepatnya di kabupaten wajo. Gas bumi yang diproduksi digunakan untuk keperluan ekspor. Pada tabel 4.13 ditunjukkan proyeksi pertumbuhan pada kilang LNG.

Tabel 4.13 Produksi LNG Skenario CE

Jenis Energi	Tahun (SBM)							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gas Bumi	19,795	25,263	32,243	41,152	52,521	67,031	85,551	109,187
Total	19,795	25,263	32,243	41,152	52,521	67,031	85,551	109,187

Pada skala nasional pangsa terbesar pemanfaatan gas adalah untuk sektor industri mencapai 44% dari total pemanfaatan gas dan akan meningkat pada tahun 2050 menjadi 69%. Gas bumi di sektor industri selain untuk bahan bakar juga digunakan sebagai bahan baku. Pada tahun 2050 sektor pembangkit listrik,

komersial dan transportasi masing-masing menggunakan sebesar 26%, 13%, dan 1%. Sektor rumah tangga menggunakan sebesar 1%. Pada gambar 4.27 ditunjukkan penggunaan sektor pada setiap sektor.

Gambar 4.27 Proyeksi Pemakaian Gas Pada Setiap Sektor

Sumber : (Sugiyono et al., 2014)

4.6 Neraca Energi

Neraca energi adalah gambaran keseimbangan antara pasokan berbagai sumber energi dan penggunaan energi dalam periode tertentu (UU Nomor 30/2007 tentang Energi). Dari hasil analisa tentang kebutuhan energi dan penyediaan energi di Sulawesi selatan menunjukkan bahwa untuk sumber energi fosil Sulawesi Selatan masih mengimpor seperti batu bara 2.029.846,54 SBM, minyak tanah 279.429,96 SBM, minyak solar 3.499.146,84, minyak bakar 128.631,95 SBM, dan premium 5.617.558,67 SBM. Pada tabel 4.14 ditunjukkan neraca energi Sulawesi selatan pada tahun 2014 skenario BaU.

Tabel 4.14 Neraca Energi Sulawesi Selatan Tahun 2014 Skenario BaU

Sektor	Listrik	Gas Bumi	Premium	Avtur	Minyak Tanah	Minyak Solar	Minyak Bakar	LPG	Batubara	Surya	Hidro	LNG	Non BBM	Total
Production	-	2,314,802.00	-	-	-	-	-	-	-	0.12	563,339.39	-	-	2,878,141.52
Imports	-	2,607,890.15	5,617,558.67	2,067,506.28	287,656.76	3,443,946.68	128,631.95	1,443,273.33	1,985,502.32	2,340.73	-	-	0.03	17,584,306.91
Exports	-0.00	-2,199,061.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18.85	-	-2,199,080.75
Total Primary Supply	-0.00	2,723,630.25	5,617,558.67	2,067,506.28	287,656.76	3,443,946.68	128,631.95	1,443,273.33	1,985,502.32	2,340.86	563,339.39	-18.85	0.03	18,263,367.67
Pabrik Biogas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produksi Biomass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Gas Bumi	-	-115,740.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-115,740.10
Tambang Minyak Bumi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pencairan Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Briket	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Bioetanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Biodiesel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regasifikasi LNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LPG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LNG	-	-22.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.85	-	-3.33
Pembangkit Listrik	1,976,441.61	-1,133,879.08	-	-	-	-1,633,076.58	-	-	-1,311,907.82	-2,340.86	-563,339.39	-	-	-2,668,102.12
Transmisi Distribusi	-237,172.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-237,172.99
Total Transformation	1,739,268.62	-1,249,641.36	-	-	-	-1,633,076.58	-	-	-1,311,907.82	-2,340.86	-563,339.39	18.85	-	-3,021,018.54
Rumah Tangga	821,067.70	1,469,085.97	-	-	223,348.01	-	-	1,427,046.76	-	-	-	-	-	3,940,548.44
Industri	357,917.14	-	646.37	-	260.10	15,793.71	3,248.35	-	673,594.49	-	-	-	0.03	1,051,460.20
Transportasi	-	-	5,616,912.29	2,067,506.28	-	1,591,062.16	125,383.60	-	-	-	-	-	-	9,400,864.34
Komersial	560,283.78	4,902.92	-	-	64,048.65	71,169.16	-	16,226.57	-	-	-	-	-	716,631.09
Khusus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lainnya	-	-	-	-	-	132,845.07	-	-	-	-	-	-	-	132,845.07
Total Demand	1,739,268.62	1,473,988.89	5,617,558.67	2,067,506.28	287,656.76	1,810,870.10	128,631.95	1,443,273.33	673,594.49	-	-	-	0.03	15,242,349.13

Satuan Energi : Setara Barel Minyak (SBM)

4.7 Bauran Energi Tahun 2025 dan 2050

Dari hasil analisis neraca energi dapat disederhanakan untuk bauran energi terbagi atas empat sumber yaitu :

1. Minyak Bumi;
2. Gas Bumi;
3. Batu Bara;
4. Energi Terbarukan.

Pada Tabel 4.15 ditunjukkan perbandingan bauran energi yang telah dicapai antara skenario BaU dan CE. Bauran energi terbarukan dapat membantu mengatasi krisis energi dan meningkatkan ketahanan energi.

Tabel 4.15 Bauran Energi Sulawesi Selatan

No	Jenis Bauran Energi	Tahun 2014	Skenario BaU		Skenario CE	
			Tahun 2025	Tahun 2050	Tahun 2025	Tahun 2050
1	Minyak Bumi	71.12%	68.33%	66.01%	55.03%	55.47%
2	Gas Bumi	14.91%	12.69%	3.36%	15.31%	9.88%
3	Batu Bara	10.87%	14.49%	16.13%	15.09%	18.67%
4	Energi Baru/Terbarukan	3.10%	4.49%	14.50%	14.57%	15.98%

Pada tabel diatas ditunjukkan bauran energi baru terbarukan akan lebih cepat karena pada tahun 2050 skenario BaU sebesar 14.50% sedangkan pada

tahun 2025 skenario CE sebesar 14.57%. Skenario CE lebih cepat 25 tahun untuk meningkatkan bauran energi yang sama pada skenario BaU.

4.8 Sekuritas Energi

Untuk menghitung energy security yang menjadi indikator Tingkat Ketergantungan Impor (TKI) sebagai parameter utama ketahanan energi. Kaitan antara *Energy Security* dan Tingkat Ketergantungan Terhadap Impor (TKI) Energi ditunjukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$ES = 1 - TKI \quad (4.1)$$

Dimana

$$ES = \text{Energy Security}$$

$$TKI = (\text{net impor energi}) / (\text{konsumsi energi}).$$

Net impor energi diperoleh dari selisih antara impor dan ekspor, sedangkan konsumsi energi diperoleh dari penjumlahan energi final di sektor demand dengan energi untuk pembangkit listrik. Nilai Energy Security berkisar antar 0 – 100% atau 0 – 1. Angka 1 menunjukkan bahwa sebuah daerah tidak perlu melakukan ekspor untuk memenuhi kebutuhannya. Sedangkan angka 0 menunjukkan bahwa sebuah daerah perlu mengimpor energi untuk memenuhi kebutuhannya. Pada tabel 4.16 ditunjukkan ketahanan energi antara skenario BaU dan CE.

Tabel 4.16 Perbandingan *Energy Security* skenario BaU dan CE

Indikator	Tahun 2014	BaU		CE	
		Tahun 2025	Tahun 2050	Tahun 2025	Tahun 2050
<i>Energy Security</i>	14.10%	9.14%	5.78%	10.94%	3.06%
Tingkat Ketergantungan Impor	85.90%	90.86%	94.35%	89.06%	96.94%
Net Impor Energi (Juta SBM)	14,94	27,51	118,86	28,16	151,38
Konsumsi Energi (Juta SBM)	17,47	30,28	126,16	31,61	156,159

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Proyeksi kebutuhan energi Sulawesi Selatan pada tahun 2025 pada sektor rumah tangga adalah 6,310 Juta SBM, industri 2,647 Juta SBM, transportasi 15,931 Juta SBM, komersial 1,4 Juta SBM, dan sektor lainnya 0,334 Juta SBM. Jadi total kebutuhan energi skenario BaU pada tahun 2014 adalah 26,62 Juta SBM, dan pada tahun 2050 adalah 136,343 juta SBM dengan detail sektor rumah tangga 20,426 juta SBM, industri 22,611 juta SBM, transportasi 78,493 juta SBM, komersial 11,956 juta SBM, dan lain-lainnya 2,857
2. Bauran energi di Sulawesi selatan didominasi oleh minyak bumi pada tahun 2025 dengan menggunakan skenario sistem energi bersih sebesar 55,03 %, gas bumi 15,31% , dan Batu bara 15,09 %. Pada tahun 2050 kebutuhan minyak bumi akan meningkat dan gas bumi akan menurun yaitu 55,47% dan 9,88%. Sedangkan untuk batu bara akan semakin meningkat dengan cadangan yang masih melimpah yang diimpor dari Kalimantan yaitu 18,67%.
3. Energi baru/terbarukan (EBT) dapat memberi bauran energi sebesar 14,57% pada tahun 2025 dan 15,98% pada tahun 2050 menggunakan skenario sistem energi bersih (CE). Sedangkan dengan skenario BaU pada tahun 2025 sebesar 4,49% dan tahun 2050 sebesar 14,50%
4. Ketahanan energi pada tahun 2025 pada skenario BaU adalah 9,14% dan pada tahun 2050 adalah 5,78%. Sedangkan pada skenario CE pada tahun 2025 adalah 10,94% dan pada tahun 2050 3,06%.

5.2 Saran

1. Seharusnya penggunaan energi terbarukan sangat dibutuhkan untuk mengurangi dampak krisis energi di masa yang akan datang.
2. Melakukan usaha pengumpulan data tentang energi secara terpusat untuk menentukan kevalidan dan keakuratan proyeksi energi.
3. Meningkatkan upaya hemat energi pada sektor rumah tangga dan industri dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan dengan menggunakan PV pada atap bangunan.
4. Mengoptimalkan pembangunan pembangkit listrik dengan sumber energi jenis air agar dapat meningkatkan bauran energi daerah atau pun nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Sulawesi Selatan. (2014). *Statistik Daerah Provinsi Sulawesi Selatan 2014*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan.
- ESDM Sulawesi Selatan. (2014). *Potensi Energi Terbarukan dan Pemanfaatan di Sulawesi Selatan*. Makassar.
- Connolly, D., Lund, H., Mathiesen, B. V., & Leahy, M. (2010). A review of computer tools for analysing the integration of renewable energy into various energy systems. *Applied Energy*, 87(4), 1059–1082.
<http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.09.026>
- Elinur, Priyarsono, D. S., Tambunan, M., & Firdaus, M. (2010). PERKEMBANGAN KONSUMSI DAN PENYEDIAAN ENERGI DALAM PEREKONOMIAN INDONESIA. *Indonesian Journal of Agricultural Economics (IJAE)*, 2.
- Haryono, E., & Dr. Eng. Deendarlianto, S. (2014). *ANALISIS KESEIMBANGAN ENERGI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA*. Universitas Gadjah Mada. Retrieved from
http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=69064&obyek_id=4
- Heaps, C. (2012). Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system (Version [Software version 2015.0.6]). Somerville, MA, USA: Stockholm Environment Institute. Retrieved from
<http://energycommunity.org/default.asp?action=171>
- Huang, Y., Bor, Y. J., & Peng, C.-Y. (2011). The long-term forecast of Taiwan's energy supply and demand: LEAP model application. *Energy Policy*, 39(11), 6790–6803. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.023>
- Kale, R. V., & Pohekar, S. D. (2014). Electricity demand and supply scenarios for Maharashtra (India) for 2030: An application of long range energy alternatives planning. *Energy Policy*, 72, 1–13.
<http://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.007>

- Manjang, S., Arief, M., & Kitta, I. (2013). OPTIMALISASI PENGGUNAAN ENERGI TERBARUKAN LOKAL SEBAGAI ENERGI PRIMER PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DI SULAWESI SELATAN BERBASIS SKENARIO ENERGI MIX NASIONAL. Retrieved from <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/9804>
- McPherson, M., & Karney, B. (2014). Long-term scenario alternatives and their implications: LEAP model application of Panama's electricity sector. *Energy Policy*, 68, 146–157. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.028>
- MIT Clean Energy Prize | Sponsored by Eversource Energy. (n.d.). Retrieved 8 September 2015, from <http://cep.mit.edu/structure/categories>
- Mondal, M. A. H., Boie, W., & Denich, M. (2010). Future demand scenarios of Bangladesh power sector. *Energy Policy*, 38(11), 7416–7426. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.017>
- Nurmawati, T. (2009). *Potensi Energi Biomassa Dari Limbah Pertanian di Propinsi Sulawesi Selatan*. Tangerang: B2TE BPPT.
- PLN. (2014). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) Tahun 2015-2014*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- Prasad, R. D., Bansal, R. C., & Raturi, A. (2014). Multi-faceted energy planning: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 686–699. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.021>
- Putra, C. P., Tuegeh, M., Tumaliang, H., & Patras, L. S. (2014). Analisa Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER UNSRAT*, 3(2), 19–30.
- Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) Propinsi Sulawesi Selatan*. (2003). Tim Kajian Pengembangan Energi dan RUKD, Propinsi Sulawesi Selatan.
- Roinioti, A., Koroneos, C., & Wangenstein, I. (2012). Modeling the Greek energy system: Scenarios of clean energy use and their implications. *Energy Policy*, 50, 711–722. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.017>

- Saddler, H., Diesendorf, M., & Denniss, R. (2007). Clean energy scenarios for Australia. *Energy Policy*, 35(2), 1245–1256.
<http://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.03.013>
- Sahrul. (2015, April 3). Pertamina - Harga Minyak Mentah Dunia Melorot, Jangan Panik! Retrieved February 23, 2016, from
[http://www.pertamina.com/news-room/seputar-energi/harga-minyak-mentah-dunia-melorot,-jangan-panik!/?](http://www.pertamina.com/news-room/seputar-energi/harga-minyak-mentah-dunia-melorot,-jangan-panik!/)
- Sri Lestari. (2015, August 19). Konsumsi Avtur Garuda Indonesia Setahun Capai 1,7 Miliar Liter - Kompas.com. Retrieved February 19, 2016, from
http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2015/08/19/132640726/Konsumsi_Avtur.Garuda.Indonesia.Setahun.Capai.1.7.Miliar.Liter
- Suganthi, L., & Samuel, A. A. (2012). Energy models for demand forecasting - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(2), 1223–1240.
- Sugiyono, A., Anindhita, F., Boedoyo, M. S., & Adiarso (Eds.). (2014). *Outlook Energi Indonesia 2014*. Jakarta: PTPSE-BPPT.
- Sugiyono, A., & Boedoyo, M. S. (1999). *Perubahan Pola Penggunaan Energi dan Perencanaan Penyediaan Energi*. Hasil-Hasil Lokakarya Energy Nasional Ke-17.
- Suyuti, A. (2011). *Potensi energi matahari di Sulawesi Selatan Berbasis Perhitungan RETScreen International*. Retrieved from
<http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/2601>
- The National Energy Council. (2015). *Executive Reference Data 2015*. Jakarta.
- Tim Kajian Pengembangan Energi, & ESDM. (2003). *Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah*. Makassar: ESDM Sulawesi Selatan.
- Vicharus Dianjiwa. (2015, August 5). 2015, Tahun Jebloknya Industri Batu Bara. Retrieved February 23, 2016, from <http://www.tambang.co.id/7179-7179/>
- Yi, H. (2015). Clean-energy policies and electricity sector carbon emissions in the U.S. states. *Utilities Policy*, 34, 19–29.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemakaian Bahan Bakar Gas (BBG)

Kemasan	Ukuran	Sifat	Region	Sales District	JAN 2014	FEB 2014	MAR 2014	APR 2014	MAY 2014	JUN 2014	JUL 2014	AUG 2014	SEP 2014	OCT 2014	NOV 2014	DEC 2014	Grand Total
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Bantaeng	216.72 MT	211.68 MT	238.56 MT	248.64 MT	267.12 MT	272.16 MT	332.64 MT	322.56 MT	297.36 MT	317.52 MT	263.76 MT	290.64 MT	3,279.36 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Bantaeng	75.60 MT	69.12 MT	73.44 MT	75.60 MT	77.76 MT	84.24 MT	101.52 MT	95.04 MT	71.28 MT	82.08 MT	64.80 MT	69.12 MT	939.60 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Barru	332.64 MT	309.12 MT	336.00 MT	336.00 MT	344.40 MT	341.04 MT	381.36 MT	386.40 MT	408.24 MT	445.20 MT	359.52 MT	398.16 MT	4,378.08 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Barru	35.64 MT	40.68 MT	36.67 MT	44.35 MT	51.17 MT	57.98 MT	66.05 MT	64.42 MT	47.90 MT	59.62 MT	48.77 MT	44.74 MT	597.98 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Bone	791.28 MT	757.68 MT	796.32 MT	809.76 MT	824.88 MT	871.92 MT	935.76 MT	949.20 MT	959.28 MT	1,001.28 MT	897.12 MT	940.80 MT	10,535.28 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Bone	73.20 MT	75.22 MT	77.04 MT	81.50 MT	75.74 MT	75.89 MT	79.92 MT	90.72 MT	71.28 MT	84.24 MT	66.96 MT	69.12 MT	920.83 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Bulukumba	636.72 MT	582.96 MT	606.48 MT	613.20 MT	633.36 MT	635.04 MT	749.28 MT	732.48 MT	696.60 MT	744.24 MT	613.20 MT	670.32 MT	7,913.88 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Bulukumba	109.54 MT	128.38 MT	127.44 MT	114.60 MT	116.64 MT	133.92 MT	153.36 MT	162.00 MT	105.84 MT	108.00 MT	90.72 MT	97.20 MT	1,447.63 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Bulukumba												0.10 MT	0.10 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Enrekang	263.76 MT	230.16 MT	258.72 MT	260.40 MT	277.20 MT	267.12 MT	302.40 MT	294.00 MT	290.64 MT	307.44 MT	282.24 MT	305.76 MT	3,339.84 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Enrekang	40.46 MT	40.75 MT	37.54 MT	32.88 MT	42.48 MT	49.44 MT	49.20 MT	60.48 MT	47.28 MT	47.04 MT	35.04 MT	32.64 MT	515.23 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Gowa	1,273.44 MT	1,160.88 MT	1,184.40 MT	1,167.60 MT	1,207.92 MT	1,179.36 MT	1,368.00 MT	1,254.96 MT	1,266.72 MT	1,344.00 MT	1,199.52 MT	1,281.84 MT	14,888.64 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Gowa	216.43 MT	194.69 MT	206.78 MT	207.36 MT	220.32 MT	216.00 MT	228.96 MT	220.32 MT	185.76 MT	190.08 MT	157.68 MT	157.68 MT	2,402.06 MT
NPSO	12 KG	BRIGHT GAS	Sulawesi Selatan	Kab. Gowa										8.64 MT	4.32 MT	8.64 MT	21.60 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Gowa	24.25 MT	21.75 MT	17.25 MT	20.90 MT	20.25 MT	21.00 MT	10.25 MT	23.65 MT	23.75 MT	21.50 MT	21.50 MT	28.65 MT	254.70 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Jeneponto	384.72 MT	369.60 MT	393.60 MT	428.40 MT	451.92 MT	460.32 MT	515.76 MT	512.40 MT	506.76 MT	556.08 MT	477.12 MT	520.80 MT	5,577.48 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Luwu	425.04 MT	386.40 MT	416.64 MT	425.04 MT	445.20 MT	453.60 MT	535.92 MT	519.12 MT	497.28 MT	529.20 MT	472.08 MT	507.36 MT	5,612.88 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Luwu	67.30 MT	107.30 MT	107.54 MT	109.56 MT	126.36 MT	115.08 MT	132.60 MT	122.64 MT	96.58 MT	75.36 MT	51.60 MT	56.52 MT	1,168.44 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Luwu		1.00 MT	1.00 MT	0.50 MT	0.25 MT	0.50 MT	0.25 MT	0.25 MT	0.25 MT				4.00 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Luwu Timur	334.32 MT	330.96 MT	364.56 MT	361.20 MT	388.08 MT	388.08 MT	451.92 MT	411.60 MT	414.96 MT	463.68 MT	421.68 MT	462.00 MT	4,793.04 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Luwu Timur	12.24 MT	12.24 MT	12.24 MT	12.24 MT	12.24 MT	18.36 MT	12.24 MT	18.36 MT	12.24 MT	12.24 MT			12.24 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Luwu Timur	0.25 MT				0.25 MT							0.25 MT	0.75 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Luwu Utara	371.52 MT	340.20 MT	381.48 MT	371.40 MT	370.80 MT	414.48 MT	450.84 MT	441.36 MT	432.96 MT	474.36 MT	424.08 MT	450.96 MT	4,924.44 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Maros	626.04 MT	567.24 MT	603.12 MT	606.48 MT	631.68 MT	624.96 MT	712.32 MT	672.00 MT	687.12 MT	747.60 MT	660.24 MT	668.64 MT	7,807.44 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Maros	51.70 MT	4.32 MT											56.02 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Maros	0.25 MT												0.25 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Pangkep	638.40 MT	542.64 MT	564.48 MT	566.16 MT	616.56 MT	619.92 MT	693.84 MT	656.88 MT	613.20 MT	714.00 MT	584.64 MT	677.04 MT	7,487.76 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Pangkep	112.90 MT	129.02 MT	110.88 MT	116.93 MT	100.80 MT	118.94 MT	114.91 MT	120.96 MT	90.72 MT	90.72 MT	80.64 MT	74.59 MT	1,262.02 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Pangkep	13.75 MT	5.50 MT	8.25 MT	2.75 MT	2.75 MT	5.50 MT	2.75 MT	5.50 MT	2.75 MT	5.50 MT	5.50 MT	5.50 MT	66.00 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Pinrang	614.88 MT	552.72 MT	598.08 MT	593.04 MT	630.00 MT	609.84 MT	702.24 MT	702.24 MT	680.40 MT	748.68 MT	636.72 MT	692.16 MT	7,761.00 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Pinrang	124.99 MT	120.24 MT	137.76 MT	142.08 MT	148.80 MT	148.32 MT	172.80 MT	166.08 MT	144.48 MT	121.92 MT	108.48 MT	111.84 MT	1,624.75 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Selayar	87.36 MT	87.36 MT	107.52 MT	102.48 MT	110.88 MT	107.52 MT	114.24 MT	152.88 MT	131.04 MT	131.04 MT	114.24 MT	115.92 MT	1,362.48 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Sidrap	627.24 MT	562.44 MT	618.36 MT	602.64 MT	632.28 MT	613.20 MT	683.76 MT	672.00 MT	693.84 MT	722.40 MT	603.12 MT	663.84 MT	7,694.88 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Sidrap	47.52 MT	54.00 MT	58.32 MT	56.16 MT	54.00 MT	56.16 MT	62.64 MT	82.08 MT	56.16 MT	56.16 MT	49.68 MT	47.52 MT	680.40 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Sidrap	0.45 MT		1.05 MT	0.70 MT		0.70 MT				1.25 MT		1.20 MT	5.35 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Sinjai	238.56 MT	246.96 MT	250.32 MT	250.32 MT	267.12 MT	270.48 MT	312.48 MT	305.76 MT	288.96 MT	312.48 MT	280.56 MT	312.48 MT	3,336.48 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Sinjai	75.11 MT	67.93 MT	69.59 MT	84.24 MT	79.92 MT	88.56 MT	103.68 MT	101.52 MT	71.28 MT	101.09 MT	81.65 MT	83.81 MT	1,008.37 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Sinjai													0.25 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Soppeng	371.28 MT	344.40 MT	391.44 MT	381.36 MT	386.40 MT	383.04 MT	460.32 MT	456.96 MT	478.80 MT	500.64 MT	388.08 MT	425.04 MT	4,967.76 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Soppeng	19.58 MT	19.58 MT	24.10 MT	19.20 MT	24.00 MT	21.60 MT	31.20 MT	28.80 MT	19.20 MT	16.80 MT	21.60 MT	14.40 MT	260.06 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Takalar	631.68 MT	544.32 MT	551.04 MT	564.48 MT	576.24 MT	547.68 MT	631.68 MT	596.40 MT	608.16 MT	658.56 MT	601.44 MT	653.52 MT	7,165.20 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Takalar	34.56 MT	38.88 MT	23.76 MT	28.08 MT	32.40 MT	32.40 MT	30.24 MT	32.40 MT	28.08 MT	30.24 MT	36.72 MT	38.88 MT	386.64 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Takalar	2.50 MT	5.00 MT	5.00 MT	10.00 MT	7.50 MT	10.00 MT	5.00 MT	7.50 MT	10.00 MT	7.50 MT	10.00 MT	7.50 MT	87.50 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Tana Toraja	179.76 MT	144.48 MT	166.32 MT	174.72 MT	184.80 MT	169.68 MT	193.20 MT	210.00 MT	194.88 MT	201.60 MT	183.12 MT	204.96 MT	2,207.52 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Tana Toraja	161.66 MT	126.26 MT	134.40 MT	128.40 MT	128.40 MT	126.00 MT	153.60 MT	147.60 MT	123.60 MT	122.40 MT	116.40 MT	135.60 MT	1,604.33 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Tana Toraja	1.50 MT	3.75 MT	2.70 MT	3.30 MT	3.30 MT	3.30 MT	3.30 MT	4.95 MT	3.30 MT	3.85 MT	3.30 MT	4.15 MT	40.70 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Toraja Utara	216.72 MT	193.20 MT	208.32 MT	199.92 MT	215.04 MT	213.36 MT	228.48 MT	236.88 MT	240.24 MT	248.64 MT	236.88 MT	272.16 MT	2,709.84 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kab. Wajo	596.40 MT	530.88 MT	577.92 MT	571.20 MT	599.76 MT	577.92 MT	670.32 MT	641.16 MT	648.48 MT	680.40 MT	611.52 MT	663.60 MT	7,369.56 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kab. Wajo	79.70 MT	84.17 MT	77.35 MT	72.96 MT	99.36 MT	99.84 MT	86.16 MT	113.04 MT	75.36 MT	61.44 MT	59.28 MT	49.92 MT	958.58 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kodya Makassar	3,593.64 MT	3,387.36 MT	3,414.72 MT	3,451.80 MT	3,595.32 MT	3,555.24 MT	3,675.00 MT	3,698.52 MT	3,819.96 MT	4,048.80 MT	3,674.52 MT	3,948.96 MT	43,863.84 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kodya Makassar	1,329.14 MT	1,238.95 MT	1,289.33 MT	1,285.20 MT	1,258.56 MT	1,321.20 MT	1,344.53 MT	1,400.11 MT	1,160.93 MT	1,229.04 MT	1,028.16 MT	1,061.28 MT	14,946.43 MT
NPSO	12 KG	BRIGHT GAS	Sulawesi Selatan	Kodya Makassar			4.18 MT	14.54 MT	2.02 MT		8.35 MT	10.37 MT	18.72 MT	29.09 MT	33.55 MT	37.44 MT	160.27 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kodya Makassar	217.20 MT	206.25 MT	186.80 MT	189.90 MT	205.05 MT	180.70 MT	170.50 MT	178.15 MT	189.30 MT	191.00 MT	186.55 MT	242.90 MT	2,344.30 MT
NPSO	BULK MT	NPSO	Sulawesi Selatan	Kodya Makassar	86.00 MT	41.00 MT	71.00 MT	72.00 MT	94.00 MT	77.00 MT	93.00 MT	84.00 MT	74.00 MT	61.00 MT	51.00 MT	52.00 MT	856.00 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kodya Palopo	428.40 MT	383.04 MT	404.88 MT	420.00 MT	448.56 MT	446.88 MT	483.84 MT	472.08 MT	475.44 MT	517.44 MT	453.60 MT	485.52 MT	5,419.68 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kodya Palopo	173.88 MT	158.04 MT	171.00 MT	180.00 MT	178.56 MT	184.32 MT	190.44 MT	195.48 MT	150.48 MT	167.76 MT	138.24 MT	155.16 MT	2,043.36 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kodya Palopo	0.50 MT		0.50 MT		0.50 MT			0.50 MT	0.50 MT		0.50 MT		3.50 MT
PSO	3 KG	PSO	Sulawesi Selatan	Kodya Parepare	386.40 MT	342.72 MT	362.88 MT	366.24 MT	389.76 MT	374.64 MT	414.96 MT	384.72 MT	393.12 MT	414.96 MT	347.76 MT	379.68 MT	4,557.84 MT
NPSO	12 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kodya Parepare	48.26 MT	42.34 MT	54.48 MT	44.88 MT	45.12 MT	47.52 MT	52.32 MT	59.28 MT	42.72 MT	47.52 MT	38.16 MT	35.76 MT	558.36 MT
NPSO	50 KG	NPSO	Sulawesi Selatan	Kodya Parepare	3.60 MT	3.75 MT	4.30 MT	6.20 MT	4.80 MT	3.60 MT	5.55 MT	7.70 MT	5.90 MT	6.40 MT	6.95 MT	9.90 MT	68.65 MT

Lampiran 2

Energy Balance for Area "Thesis Energy Rishal Asri"
 Scenario: Dasar, Year: 2025, Units: Barrel of Oil Equivalent

Sektor	Listrik	Gas Bumi	Premium	Avtur	Minyak Tanah	Minyak Solar	Minyak Bakar	LPG	Batubara	Surya	Hidro	LNG	Non BBM	Biodiesel	Total
Production	-	2,314,802.00	-	-	-	-	-	-	-	0.12	1,056,761.71	-	-	-	3,371,563.83
Imports	-	3,824,969.41	7,308,187.71	5,205,275.33	361,850.87	6,244,704.96	297,199.23	1,104,328.29	4,591,166.24	4,391.06	-	-	0.07	368,327.55	29,310,400.72
Exports	-0.00	-2,199,061.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18.85	-	-	-2,199,080.75
Total Primary Supply	-0.00	3,940,709.51	7,308,187.71	5,205,275.33	361,850.87	6,244,704.96	297,199.23	1,104,328.29	4,591,166.24	4,391.18	1,056,761.71	-18.85	0.07	368,327.55	30,482,883.81
Pabrik Biogas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produksi Biomass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Gas Bumi	-	-115,740.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-115,740.10
Tambang Minyak Bumi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pencairan Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Briket	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Bioetanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Biodiesel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regasifikasi LNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LPG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LNG	-	-22.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.85	-	-	-3.33
Pembangkit Listrik	3,859,585.94	-2,127,030.37	-	-	-	-3,063,469.06	-	-	-2,895,285.16	-4,391.18	-1,056,761.71	-	-	-	-5,287,351.54
Transmisi Distribusi	-463,150.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-463,150.31
Total Transformation	3,396,435.62	-2,242,792.65	-	-	-	-3,063,469.06	-	-	-2,895,285.16	-4,391.18	-1,056,761.71	18.85	-	-	-5,866,245.28
Rumah Tangga	1,356,915.65	1,689,062.88	-	-	259,526.62	-	-	1,076,327.65	-	-	-	-	-	-	4,381,832.80
Industri	901,113.23	-	1,627.35	-	654.84	39,763.18	8,178.25	-	1,695,881.08	-	-	-	0.07	-	2,647,218.00
Transportasi	-	-	7,306,560.36	5,205,275.33	-	2,684,204.38	289,020.98	-	-	-	-	-	-	368,327.55	15,853,388.60
Komersial	1,138,406.75	8,853.98	-	-	101,669.41	122,809.81	-	28,000.64	-	-	-	-	-	-	1,399,740.58
Khusus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lainnya	-	-	-	-	-	334,458.55	-	-	-	-	-	-	-	-	334,458.55
Total Demand	3,396,435.62	1,697,916.86	7,308,187.71	5,205,275.33	361,850.87	3,181,235.91	297,199.23	1,104,328.29	1,695,881.08	-	-	-	0.07	368,327.55	24,616,638.53

Lampiran 3

Energy Balance for Area "Thesis Energy Rishal Asri"

Scenario: Dasar, Year: 2050, Units: Barrel of Oil Equivalent

Sektor	Listrik	Gas Bumi	Premium	Avtur	Minyak Tanah	Minyak Solar	Minyak Bakar	LPG	Batubara	Surya	Hidro	LNG	Non BBM	Biodiesel	Total
Production	-	1,864,000.00	-	-	-	-	-	-	-	0.12	8,122,785.18	-	-	-	9,986,785.31
Imports	-	4,343,636.18	10,687,634.40	44,459,942.01	1,192,963.60	23,425,947.84	2,538,474.83	1,562,055.62	26,335,514.27	3,594.51	7,955,552.35	-	0.62	1,061,410.58	123,566,726.82
Exports	-0.00	-2,199,061.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-18.85	-	-	-2,199,080.75
Total Primary Supply	-0.00	4,008,574.28	10,687,634.40	44,459,942.01	1,192,963.60	23,425,947.84	2,538,474.83	1,562,055.62	26,335,514.27	3,594.63	16,078,337.53	-18.85	0.62	1,061,410.58	131,354,431.37
Pabrik Biogas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produksi Biomass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Gas Bumi	-	-115,740.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-115,740.10
Tambang Minyak Bumi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pencairan Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Briket	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Bioetanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Biodiesel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regasifikasi LNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LPG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LNG	-	-22.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.85	-	-	-3.33
Pembangkit Listrik	21,690,862.27	-1,741,193.33	-	-	-	-2,507,764.80	-	-	-11,850,444.85	-3,594.63	-16,078,337.53	-	-	-	-10,490,472.89
Transmisi Distribusi	-2,602,903.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2,602,903.47
Total Transformation	19,087,958.80	-1,856,955.61	-	-	-	-2,507,764.80	-	-	-11,850,444.85	-3,594.63	-16,078,337.53	18.85	-	-	-13,209,119.78
Rumah Tangga	1,667,758.30	2,075,993.93	-	-	318,979.05	-	-	1,322,893.13	-	-	-	-	-	-	5,385,624.42
Industri	7,696,699.86	-	13,899.72	-	5,593.19	339,630.15	69,853.06	-	14,485,069.42	-	-	-	0.62	-	22,610,746.02
Transportasi	-	-	10,673,734.68	44,459,942.01	-	16,672,875.82	2,468,621.77	-	-	-	-	-	-	1,061,410.58	75,336,584.86
Komersial	9,723,500.64	75,624.73	-	-	868,391.36	1,048,958.31	-	239,162.49	-	-	-	-	-	-	11,955,637.53
Khusus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lainnya	-	-	-	-	-	2,856,718.76	-	-	-	-	-	-	-	-	2,856,718.76
Total Demand	19,087,958.80	2,151,618.66	10,687,634.40	44,459,942.01	1,192,963.60	20,918,183.04	2,538,474.83	1,562,055.62	14,485,069.42	-	-	-	0.62	1,061,410.58	118,145,311.59

Lampiran 4

Energy Balance for Area "Thesis Energy Rishal Asri"

Scenario: RES, Year: 2025, Units: Barrel of Oil Equivalent

Sektor	Listrik	Gas Bumi	Premium	Avtur	Minyak Tanah	Minyak Solar	Minyak Bakar	LPG	Batubara	Biogas	Bioethanol	Angin	Surya	Hidro	Panasbumi	Biomass	LNG	Non BBM	Biodiesel	Total
Production	-	2,314,802.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	1,364,388.41	77,896.59	-	-	-	-	3,757,087.13
Imports	-	3,973,662.36	5,589,322.37	5,205,275.33	361,850.87	4,163,493.90	297,199.23	1,104,328.29	4,194,641.94	343,654.76	1,718,845.85	14,942.40	39,623.00	-	-	66,229.01	-	0.07	433,951.72	27,507,021.09
Exports	-0.00	-2,199,061.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-32.24	-	-	-2,199,094.14
Total Primary Supply	-0.00	4,089,402.46	5,589,322.37	5,205,275.33	361,850.87	4,163,493.90	297,199.23	1,104,328.29	4,194,641.94	343,654.76	1,718,845.85	14,942.40	39,623.12	1,364,388.41	77,896.59	66,229.01	-32.24	0.07	433,951.72	29,065,014.08
Pabrik Biogas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produksi Biomass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Gas Bumi	-	-115,740.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-115,740.10
Tambang Minyak Bumi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pencairan Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Briket	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Bioetanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.49	-	-	-	-	-19.89	-	-	-	-0.40
Pabrik Biodiesel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-22.47	-	-	22.02	-0.45
Regasifikasi LNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LPG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LNG	-	-37.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.24	-	-	-5.69
Pembangkit Listrik	3,859,585.94	-2,623,596.45	-	-	-	-982,257.99	-	-	-2,498,760.86	-	-	-14,942.40	-39,623.12	-1,364,388.41	-77,896.59	-66,186.65	-	-	-	-3,808,066.54
Transmisi Distribusi	-463,150.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-463,150.31
Total Transformation	3,396,435.62	-2,739,374.48	-	-	-	-982,257.99	-	-	-2,498,760.86	-	19.49	-14,942.40	-39,623.12	-1,364,388.41	-77,896.59	-66,229.01	32.24	-	22.02	-4,386,963.49
Rumah Tangga	1,356,915.65	1,341,173.99	-	-	259,526.62	-	-	1,076,327.65	-	343,654.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,377,598.67
Industri	901,113.23	-	1,627.35	-	654.84	39,763.18	8,178.25	-	1,695,881.08	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-	2,647,218.00
Transportasi	-	-	5,587,695.02	5,205,275.33	-	2,684,204.38	289,020.98	-	-	-	1,718,865.34	-	-	-	-	-	-	-	433,973.74	15,919,034.79
Komersial	1,138,406.75	8,853.98	-	-	101,669.41	122,809.81	-	28,000.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,399,740.58
Khusus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lainnya	-	-	-	-	-	334,458.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	334,458.55
Total Demand	3,396,435.62	1,350,027.97	5,589,322.37	5,205,275.33	361,850.87	3,181,235.91	297,199.23	1,104,328.29	1,695,881.08	343,654.76	1,718,865.34	-	-	-	-	-	-	0.07	433,973.74	24,678,050.58

Lampiran 5

Energy Balance for Area "Thesis Energy Rishal Asri"

Scenario: RES, Year: 2050, Units: Barrel of Oil Equivalent

Sektor	Listrik	Gas Bumi	Premium	Avtur	Minyak Tanah	Minyak Solar	Minyak Bakar	LPG	Batubara	Biogas	Bioethanol	Angin	Surya	Hidro	Panasbumi	Biomass	LNG	Non BBM	Biodiesel	Total
Production	-	1,864,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	8,122,785.18	606,558.55	-	-	-	-	10,593,343.86
Imports	-	8,409,074.66	3,005,354.61	44,459,942.01	1,192,963.60	23,801,678.64	2,538,474.83	1,562,055.62	23,515,358.56	1,382,332.25	7,682,216.00	450,019.27	251,955.57	4,335,724.68	942,218.32	595,075.32	-	0.62	3,710,199.82	127,834,644.39
Exports	-0.00	-2,199,061.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-109.19	-	-	-2,199,171.09
Total Primary Supply	-0.00	8,074,012.76	3,005,354.61	44,459,942.01	1,192,963.60	23,801,678.64	2,538,474.83	1,562,055.62	23,515,358.56	1,382,332.25	7,682,216.00	450,019.27	251,955.69	12,458,509.86	1,548,776.87	595,075.32	-109.19	0.62	3,710,199.82	136,228,817.16
Pabrik Biogas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produksi Biomass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tambang Gas Bumi	-	-115,740.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-115,740.10
Tambang Minyak Bumi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pencairan Batubara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Briket	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pabrik Bioetanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.78	-	-	-	-	-65.09	-	-	-	-1.30
Pabrik Biodiesel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-73.54	-	-	72.07	-1.47
Regasifikasi LNG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LPG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kilang LNG	-	-128.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109.19	-	-	-19.27
Pembangkit Listrik	21,960,320.40	-7,205,889.34	-	-	-	-2,697,839.60	-	-	-9,030,289.14	-	-	-450,019.27	-251,955.69	-12,458,509.86	-1,548,776.87	-594,936.70	-	-	-	-12,277,896.07
Transmisi Distribusi	-2,635,238.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2,635,238.45
Total Transformation	19,325,081.95	-7,321,757.90	-	-	-	-2,697,839.60	-	-	-9,030,289.14	-	63.78	-450,019.27	-251,955.69	-12,458,509.86	-1,548,776.87	-595,075.32	109.19	-	72.07	-15,028,896.66
Rumah Tangga	1,667,758.30	676,630.13	-	-	318,979.05	-	-	1,322,893.13	-	1,382,332.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,368,592.86
Industri	7,696,699.86	-	13,899.72	-	5,593.19	339,630.15	69,853.06	-	14,485,069.42	-	-	-	-	-	-	-	-	0.62	-	22,610,746.02
Transportasi	237,123.15	-	2,991,454.89	44,459,942.01	-	16,858,531.82	2,468,621.77	-	-	-	7,682,279.79	-	-	-	-	-	-	-	3,710,271.89	78,408,225.33
Komersial	9,723,500.64	75,624.73	-	-	868,391.36	1,048,958.31	-	239,162.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,955,637.53
Khusus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lainnya	-	-	-	-	-	2,856,718.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,856,718.76
Total Demand	19,325,081.95	752,254.86	3,005,354.61	44,459,942.01	1,192,963.60	21,103,839.04	2,538,474.83	1,562,055.62	14,485,069.42	1,382,332.25	7,682,279.79	-	-	-	-	-	-	0.62	3,710,271.89	121,199,920.49

Lampiran 6

Gambar 6.1 Aliran Energi Skenario BaU tahun 2025 Sulawesi Selatan

Lampiran 7

Gambar 6.2 Aliran Energi Skenario CE tahun 2050 Sulawesi Selatan

Lampiran 8

Gambar 6.3 Aliran Energi Skenario CE tahun 2025 Sulawesi Selatan

Lampiran 9

Gambar 6.4 Aliran Energi Skenario CE tahun 2050 Sulawesi Selatan

Lampiran 10 Harga minyak 2014

MONTHLY REPORT INDONESIA CRUDE PRICE (ICP)															US\$/Barrels
No.	Jenis Minyak Mentah Indonesia	Formula	2 0 1 4												Average
			HARGA US\$/BBL												
			Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei.	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
A. Harga Minyak Mentah Utama															
1	SLC	50% RIM/SLC + 50%PLATTS/SLC	110,03	108,71	112,46	111,05	108,17	111,61	105,06	100,00	95,66	84,46	76,33	60,00	98,63
2	Arjuna	50% RIM/ARJUNA + 50%PLATTS/ARJUNA	102,77	104,13	102,85	103,08	104,23	107,25	103,75	98,74	94,12	83,11	74,63	59,14	94,82
3	Attaka	50% RIM/ATTAKA + 50 % PLATTS/ATTAKA	105,89	107,30	106,20	106,44	107,77	110,36	106,92	101,81	97,09	86,06	77,59	62,13	97,96
4	Cinta	50% RIM/CINTA + 50 % PLATTS/CINTA	104,67	105,65	107,92	105,69	106,62	108,72	104,79	100,35	95,80	84,93	76,37	60,45	96,83
5	Duri	50% RIM/DURI +50% PALTT/SDURI	102,80	104,02	104,76	103,44	104,46	106,86	103,47	98,65	93,55	82,40	73,54	58,04	94,67
6	Widuri	50% RIM/WIDURI + 50 % PLATTS/ WIDURI	104,75	105,84	108,03	105,91	106,66	109,27	105,88	100,45	95,79	85,05	76,50	60,21	97,03
7	Belinda	50% RIM/BELINDA + 50 %PLATTS/ BELINDA	108,60	110,07	108,79	109,08	109,69	109,39	106,89	103,06	98,79	87,71	79,66	63,86	99,63
8	Senipah Condensate	50% RIM/SENIPAH CONDENSATE + 50 % PLATTS/ SENIPAH CONDENSATE	106,43	107,62	106,41	106,89	108,29	110,40	107,46	101,88	97,42	86,11	77,93	62,17	98,25
B. Harga Minyak Mentah Lainnya															
9	Anoa	ATTAKA + US\$ 0.40/bbl	106,29	107,70	106,60	106,84	108,17	110,76	107,32	102,21	97,49	86,46	77,99	62,53	98,36
10	Arun Condensate	SENIPAH CONDESATE	106,43	107,62	106,41	106,89	108,29	110,40	107,46	101,88	97,42	86,14	77,93	62,17	98,25
11	Badak	ATTAKA	105,89	107,30	106,20	106,44	107,77	110,36	106,92	101,81	97,09	86,06	77,59	62,13	97,96
12	Bekapai	ATTAKA	105,89	107,30	106,20	106,44	107,77	110,36	106,92	101,81	97,09	86,06	77,59	62,13	97,96
13	Betanak	ARJUNA - US\$ 4.96/bbl	97,81	99,17	97,89	98,12	99,27	102,29	98,79	93,78	89,18	78,15	69,67	54,18	89,86
14	Bentayan	SLC - US\$ 1.96/bbl	108,07	106,75	110,50	109,09	106,21	109,65	103,10	98,04	93,70	82,50	74,37	58,04	96,67
15	Bontang Return Cond. (BRC)	MOPS NAPHTHA - US\$ 2.00/bbl	102,47	100,37	100,08	101,99	103,31	104,17	104,34	96,87	92,45	77,79	69,86	54,33	92,34
16	Bula	Duri - us	102,30	103,52	104,26	102,94	103,96	106,36	102,97	98,15	93,05	81,90	73,04	57,54	94,17
17	Bunyu	SLC	110,03	108,71	112,46	111,05	108,17	111,61	105,06	100,00	95,66	84,46	76,33	60,00	98,63
18	Camar	ARJUNA + US\$ 0.38/bbl	103,15	104,51	103,23	103,46	104,61	107,63	104,13	99,12	94,50	83,49	75,01	59,52	95,20
19	Cepu	ARJUNA - US\$ 4.64/bbl	98,13	99,49	98,21	98,44	99,59	102,61	99,11	94,10	89,48	78,47	69,99	54,50	90,18
20	Geragai	SLC + US\$ 0.19/bbl	110,22	108,90	112,65	111,24	108,36	111,80	105,25	100,19	95,85	84,65	76,52	60,19	98,82
21	Geragai Condensate	BRC - USG	102,21	100,11	99,82	101,73	103,05	103,91	104,08	96,61	92,19	77,63	69,60	54,07	92,08
22	Handi Mix	ARJUNA + US\$ 0.15/ bbl	102,92	104,28	103,00	103,23	104,38	107,40	103,90	98,89	94,27	83,26	74,78	59,28	94,97
23	Jambi	SLC + US\$ 0.19/bbl	110,22	108,90	112,65	111,24	108,36	111,80	105,25	100,19	95,85	84,65	76,52	60,19	98,82
24	Jatibarang	SLC	110,03	108,71	112,46	111,05	108,17	111,61	105,06	100,00	95,66	84,46	76,33	60,00	98,63
25	Jene / Pendopo	SLC	110,03	108,71	112,46	111,05	108,17	111,61	105,06	100,00	95,66	84,46	76,33	60,00	98,63
26	Kaji	SLC + US\$ 0.40/bbl	110,43	109,11	112,86	111,45	108,57	112,01	105,48	100,40	96,06	84,86	76,73	60,40	99,03
27	Kerapu	BELINDA	108,26	109,73	108,45	108,74	109,35	109,05	106,55	102,72	98,45	87,37	79,32	63,52	99,29
28	Klamono	DURI	102,30	103,52	104,26	102,94	103,96	106,36	102,97	98,15	93,05	81,90	73,04	57,54	94,17
29	Komp.PLB. SLT	ARJUNA	101,03	102,39	101,11	101,34	102,49	105,51	102,01	97,00	92,38	81,37	72,89	57,40	93,08
30	Lalang	SLC	110,08	108,76	112,51	111,10	108,22	111,66	105,11	100,05	95,71	84,51	76,38	60,05	98,68
31	Langsa	ATTAKA - US\$ 0.40/ bbl	105,49	106,90	105,80	106,04	107,37	109,96	106,52	101,41	96,69	85,66	77,19	61,73	97,56
32	Lirik	SLC - US\$ 0.11/ bbl	109,92	108,60	112,35	110,94	108,06	111,50	104,95	99,89	95,55	84,35	76,22	59,89	98,52
33	Madura	ARJUNA + US\$ 0.13 /bbl	102,90	104,26	102,98	103,21	104,36	107,38	103,88	98,87	94,25	83,24	74,76	59,27	94,95
34	Mengopeh	SLC + US\$ 0.19/bbl	110,22	108,90	112,65	111,24	108,36	111,80	105,25	100,19	95,85	84,65	76,52	60,19	98,82
35	Meslu	ATTAKA - US\$ 3.17 / bbl	102,72	104,13	103,03	103,27	104,60	107,19	103,75	98,64	93,92	82,89	74,42	58,96	94,79
36	Mudimix	ARJUNA US\$ 0.30/bbl	102,47	103,83	102,55	102,78	103,93	106,95	103,45	98,44	93,82	82,81	74,33	58,84	94,52
37	NSC/Katapa/Arbei	ATTAKA - US\$ 0.11/bbl	105,78	107,19	106,09	106,33	107,66	110,25	106,81	101,70	96,98	85,95	77,48	62,02	97,85
38	Pagerungan Condensate	SENIPAH CONDENSATE - US\$ 0.75/bbl	105,68	106,87	105,66	106,14	107,54	109,65	106,71	101,13	96,67	85,39	77,18	61,42	97,50
39	Pam. Justa/Sanga2 Mix	SLC +US\$ 1.10/bbl	110,13	108,81	112,56	111,15	108,27	111,71	105,16	100,10	95,76	84,56	76,43	60,10	98,73
40	Pangkajene	ARJUNA + US\$ 1. 30/bbl	101,47	102,86	101,55	101,78	102,93	105,95	102,45	97,44	92,82	81,81	73,33	57,84	93,52
41	Ramba/Tempino	SLC + US\$ 0.19/bbl	110,22	108,90	112,65	111,24	108,36	111,80	105,25	100,19	95,85	84,65	76,52	60,19	98,82
42	Rimau/Tabuhan	SLC -US\$ 0.10 / bbl	109,93	108,61	112,36	110,95	108,07	111,51	104,96	99,90	95,56	84,36	76,23	59,90	98,53
43	Sangatta	SLC	110,03	108,71	112,46	111,05	108,17	111,61	105,06	100,00	95,66	84,46	76,33	60,00	98,63
44	Selat Panjang	SLC	110,03	108,71	112,46	111,05	108,17	111,61	105,06	100,00	95,66	84,46	76,33	60,00	98,63
45	Sepinggan Yakini Mix	ARJUNA	102,77	104,13	102,85	103,08	104,23	107,25	103,75	98,74	94,12	83,11	74,63	59,14	94,82
46	South Jambi Condensate	SENIPAH CONDESATE - US\$ 1.94/bbl	104,49	105,68	104,47	104,95	106,35	108,46	105,52	99,94	95,46	84,20	75,99	60,23	96,31
47	Tanjung	SLC + US\$ 1.53/bbl	110,22	108,90	112,65	111,24	108,36	111,80	105,25	100,19	95,85	84,65	76,52	60,19	98,82
48	Tap	ARJUNA - US\$ 1.53 /bbl	101,24	102,60	101,32	101,55	102,70	105,72	102,22	97,21	92,59	81,58	73,10	57,61	93,29
49	Tiaka	DURI - US\$ 3.00/bbl	99,80	101,02	101,76	100,44	101,46	103,86	100,47	95,65	90,55	79,40	70,54	55,04	91,67
50	Udang	SLC + US\$ 0.08/bbl	110,11	108,79	112,54	111,13	108,25	111,69	105,14	100,08	95,74	84,54	76,41	60,08	98,71
51	Walio Mix	ARJUNA - US\$ 2.05/bbl	100,72	102,08	100,80	101,03	102,18	105,20	101,70	96,69	92,07	81,06	72,58	57,09	92,77
52	West Seno	ATTAKA - US\$ 0.65/bbl	105,24	106,65	105,55	105,79	107,12	109,71	106,27	101,16	96,44	85,41	76,94	61,48	97,31
Average			105,80	106,08	106,90	106,44	106,20	108,95	104,63	99,51	94,97	83,72	75,39	59,56	96,51

Lampiran 11

KONVERSI SATUAN ENERGI

Konversi dari	Pengali						
	TCE	BOE	TOE	Joule	kalori	BTU	kWh
TCE	1	4,92	0,684	$2,93 \times 10^{04}$	$7,00 \times 10^{09}$	$2,78 \times 10^{07}$	$8,13 \times 10^{03}$
BOE	0,203	1	0,139	$5,95 \times 10^{09}$	$1,46 \times 10^{09}$	$5,64 \times 10^{06}$	$1,70 \times 10^{03}$
TOE	1,46	7,20	1	$4,28 \times 10^{10}$	$1,02 \times 10^{10}$	$4,06 \times 10^{07}$	$1,19 \times 10^{04}$
Joule	$3,45 \times 10^{-11}$	$1,68 \times 10^{-10}$	$2,33 \times 10^{-11}$	1	0,239	$9,48 \times 10^{-04}$	$2,78 \times 10^{-07}$
kalori	$1,42 \times 10^{-10}$	$6,84 \times 10^{-10}$	$9,78 \times 10^{-11}$	4,18	1	$3,97 \times 10^{-03}$	$1,16 \times 10^{-06}$
BTU	$3,60 \times 10^{-08}$	$1,77 \times 10^{-07}$	$2,47 \times 10^{-08}$	$1,06 \times 10^{03}$	252	1	$2,93 \times 10^{-04}$
kWh	$1,23 \times 10^{-04}$	$5,89 \times 10^{-04}$	$8,41 \times 10^{-05}$	$3,60 \times 10^{06}$	$8,60 \times 10^{05}$	$3,41 \times 10^{03}$	1

Catatan:

TCE ton coal equivalent (acuan: 7000 kcal/kg)
 BOE barrel oil equivalent (acuan: 10.230 kcal/kg, 32 API, 7.195 barrel/ton)
 TOE ton oil equivalent (acuan: 10.230 kcal/kg, 32 API, 7.195 barrel/ton)
 BTU british thermal unit
 kWh kilo watt hour

Lampiran 12

Data Kependudukan

Rincian	Tahun 2011	Tahun 2012	Tahun 2013
Jumlah Penduduk (Ribuan Jiwa)	8.156	8.250	8.342
Laki-laki	3.978	4.025	4.071
Perempuan	4.178	4.225	4.271
Sex Ratio (%)	95,20	95,27	95,34
Pertumbuhan Penduduk (%)	1,19	1,15	1,12
Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)	177	179	181

Data Ekonomi Sulawesi Selatan

Tahun	PDRB per Kapita atas Harga Konstan (Ribuan Rupiah)	PDRB atas harga konstan (Milyar Rupiah)	Pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan (%)
2010	21.307	171,741	8,19
2011	22.769	185,708	7,61
2012	24.507	202,185	8,39
2013	26.817	217,618	7,65
2014	27.899	234,084	7,29

Lampiran 13

Pemakaian Energi Jenis BBM

Tahun	Premium (Metric Ton)	Solar (Metric Ton)	Pertamax (Metric Ton)
2009	678,029	311,397	3,224
2010	737,734	322,499	4,253
2011	831,821	376,081	3,305
2012	924,844	409,932	3,823
2013	959,591	425,972	4,850
2014	988,665	440,233	6,807

Sumber : (Pertamina, 2014)

Pembangkit Listrik Tenaga Air Sulawesi Selatan

Kabupaten	Daya terpasang (MW)	Jumlah lokasi PLTA
Pinrang	443,0	3
Tana Toraja	360,0	2
Enrekang	656,0	5
Maros	17,3	1
Gowa	20,0	1
Luwu	240,8	2
Sidrap	494,1	1
Soppeng	227,4	2
Jeneponto	13,2	1
LuwuTimur	475,0	1
J u m l a h	2.946,8	19

Sumber : (ESDM Sulawesi Selatan, 2014)

Lampiran 14

Pembangkit Listrik Tenaga Mini-Hidro Sulawesi Selatan

Kabupaten	Daya terpasang (kW)	Jumlah lokasi PLTM
Enrekang	435	1
Soppeng	17200	2
Luwu	1337	1
Bulukumba	250	1
Sinjai	11170	2
Tana Toraja	8700	1
Bone	1090	1
Gowa	9200	1
Maros	6000	1
Barru	315	1
Wajo	2700	1
Jeneponto	9000	1
Bantaeng	330	1
Luwu Timur	8090	2
Pinrang	600	1
J u m l a h	76417	18

Sumber:(ESDM Sulawesi Selatan, 2014)

Lampiran 15

PLTS Sulawesi Selatan

No	Kabupaten	Jumlah Unit
1	Bantaeng	352
2	Enrekang	510
3	Wajo	761
4	Soppeng	450
5	Takalar	553
6	Pinrang	432
7	Tana Toraja/Toraja Utara	803
8	Jeneponto	600
9	Bulukumba	543
10	Gowa	750
11	Lutim	338
12	Palopo	320
13	Lutra	465
14	Barru	345
15	Pangkep	703
16	Maros	620
17	L u w u	1420
18	B o n e	936
19	Selayar	2.45
20	Sidrap	285
21	Sinjai	553
Jumlah		14.799

Lampiran 16

Potensi Biodiesel Sulawesi Selatan

No.	Jenis Bahan baku	Potensi (Ha)	Produktiv.Minyak (Liter/ha/Thn)
1	Jagung	262.436	172
2	Kapas	3305	325
3	Kacang Tanah	34001	1059
4	Kelapa	114300	2689
5	Kelapa sawit	7950	5950
6	Jarak Pagar	800	2300
Total		601.992	12.495

Sumber : ESDM Sulawesi Selatan, 2014

Potensi Bioetanol Sulawesi Selatan

No.	Jenis Bahan Baku	Potensi (Ha)	Produktiv.Minyak (Liter/ha/Thn)
1	Ubi kayu	32.852	4.5
2	Ubi Jalar	5.029	7.812
3	Tebu	2.819	5.025
Total		40.700	17.337

Sumber:(ESDM Sulawesi Selatan, 2014)

Lampiran 17

Potensi Biogas Sulawesi Selatan

No.	Kab/Kota	Sapi Potong (Ekor)	Sapi Perah (Ekor)	Kerbau (Ekor)	Potensi Biru (Digester)
1	Selayar	13.135	3	4.004	4.286
2	Bulukumba	53.491	5	1.426	13.731
3	Bantaeng	18.938	4	197	4.785
4	Jeneponto	19.287	-	3.184	5.618
5	Takalar	34.987	-	3.597	9.646
6	Gowa	88.778	54	1.361	22.548
7	Sinjai	74.187	211	1.005	18.851
8	Maros	58.303	-	1.760	15.016
9	Pangkep	33.214	-	2.627	8.960
10	Barru	53.201	2	346	13.387
11	Bone	275.571	3	3.643	69.804
12	Soppeng	26.951	5	64	6.755
13	Wajo	72.066	-	4.472	19.135
14	Sidrap	33.964	3	2.110	9.019
15	Pinrang	20.936	23	2.324	5.821
16	Enrekang	42.107	1.362	3.489	11.740
17	Luwu	13.518	-	6.026	4.886
18	Tana Toraja	5.823	-	21.861	6.921
19	Luwu Utara	22.874	3	11.542	8.605
20	Luwu Timur	14.232	-	1.110	3.836
21	Toraja Utara	199	-	19.373	4.893
22	Makassar	2.742	9	356	777
23	Parepare	3.519	3	83	901
24	Palopo	1.962	-	545	627
J U M L A H		983.985	1.690	96.505	270.545

Lampiran 18

Potensi Biomassa Sulawesi Selatan

No	Jenis Biomassa	Jumlah Energi (Kcal)
1	Sekam Padi	327.453.734.384
2	Bonggol jagung	1.760.316.201.144
3	Ubi Kayu	1.006.809.102.824
4	Kelapa Sawit	91.993.607.091
5	Bagas	38.063.697.628

Sumber: (Nurmawati, 2009)

Pemakaian Energi Jenis Listrik tahun 2012-2014

GOLONGAN TARIF	Ting kat	Tahun 2012		Tahun 2013		Tahun 2014	
		KWH	KVARH	KWH	KVARH	KWH	KVARH
S.1 / 220 VA	-	0	0	0	0	72	0
S.2 / 450 VA	I	1.572.213	0	1.442.636	0	1.420.015	0
	II	892.168	0	896.054	0	882.095	0
	III	1.655.237	0	1.837.445	0	1.931.623	0
S.2 / 900 VA	I	3.130.527	0	3.590.415	0	4.603.487	0
	II	3.456.863	0	3.719.977	0	3.720.483	0
	III	6.747.638	0	7.860.720	0	8.215.327	0
S.2 / 1.300 VA	-	9.560.330	0	10.574.273	0	11.247.002	0
S.2 / 2.200 VA	-	9.294.688	0	10.563.190	0	11.330.016	0
S.2 / 3.500 VA s/d 200 kVA	-	64.734.267	0	76.877.565	0	86.305.671	0
S.3 > 200 Kva	-	37.009.516	128.321	50.581.441	254.506	56.778.491	356.932
JUMLAH S (Sosial)		138.053.446	128.321	167.943.716	254.506	186.434.282	356.932
R.1 / 450 VA	I	214.794.300	0	200.251.745	0	204.364.935	0
	II	145.052.405	0	150.029.824	0	152.129.500	0
	III	197.192.069	0	238.167.172	0	261.590.390	0
R.1 / 900 VA	I	262.896.733	0	267.721.150	0	386.752.438	0
	II	248.428.796	0	278.107.509	0	283.290.600	0
	III	470.687.755	0	584.014.485	0	627.446.932	0
R.1 / 1.300 VA	-	403.006.050	0	463.344.645	0	500.179.421	0

GOLONGAN TARIF	Ting kat	Tahun 2012		Tahun 2013		Tahun 2014	
		KWH	KVARH	KWH	KVARH	KWH	KVARH
R.2 / 3.500 VA s/d 5.500 VA	-	74.885.850	0	89.889.782	0	99.348.679	0
R.3 / 6.600 VA keatas	I	15.335.107	0	19.765.033	0	38.038.689	0
	II	15.092.422	0	16.170.414	0	0	0
JUMLAH R (Rumah Tangga)		2.257.760.560	0	2.548.354.051	0	2.810.134.468	0
B.1 / 450 VA	I	1.816.585	0	1.694.863	0	1.685.313	0
	II	3.998.235	0	4.097.164	0	3.994.079	0
B.1 / 900 VA	I	16.147.446	0	16.696.752	0	19.131.390	0
	II	12.890.569	0	14.147.708	0	13.867.075	0
B.1 / 1.300 VA	-	40.841.111	0	42.698.576	0	43.281.390	0
B.1 / 2.200 VA s/d 5.500 VA	-	147.097.901	0	154.805.805	0	168.176.755	0
B.2 / 6.600 VA s/d 200 kVA	I	209.799.985	0	205.720.423	73	456.782.246	0
	II	147.629.488	0	160.353.355	0	628	0
B.3 / > 200 kVA	-	243.120.037	4.000.094	273.087.513	6.458.139	298.881.302	-1.844.936
JUMLAH B (Bisnis)		823.341.358	4.000.094	873.302.159	6.458.212	1.005.800.178	-1.844.936
I.1 / 450 VA	I	1.251	0	1.08	0	1.052	0
	II	3.898	0	3.912	0	4.781	0
I.1 / 900 VA	I	39.368	0	36.838	0	38.073	0
	II	41.147	0	40.835	0	47.678	0
I.1 / 1.300 VA	-	107.326	0	121.062	0	92.417	0
I.1 / 2.200 VA	-	189.277	0	170.313	0	160.345	0
I.1 / 3.500 s/d 14 kVA	-	2.481.097	0	2.721.515	0	2.546.819	0
I.2 / > 14 kVA s/d 200 kVA	-	118.285.830	4.561.121	127.459.558	6.518.826	142.378.256	3.728.293
I.3 / > 200 kVA	-	239.957.851	4.119.258	263.862.254	9.730.734	304.360.524	3.311.176
I.4 / 30.000 kVA keatas	-	421.317.273	1.726.380	375.751.639	0	365.174.834	0
JUMLAH I (Industri)		782.424.318	10.406.759	770.169.006	16.249.560	814.804.779	7.039.469
P.1 / 450 VA	-	599.324	0	668.78	0	673.639	0
P.1 / 900 VA	-	2.312.932	0	2.642.797	0	2.901.732	0
P.1 / 1.300 VA	-	2.497.391	0	2.694.932	0	2.799.459	0
P.1 / 2.200 VA s/d 5.500 VA	-	11.240.028	0	12.710.454	0	13.217.762	0
P.1 / 6.600 VA s/d 200 kVA	I	35.310.869	0	46.754.780	0	96.258.893	0
	II	38.920.948	8.538	40.800.010	0	0	0
P.2 / > 200 kVA	-	28.846.327	282.462	30.545.055	431.466	34.221.477	209.006
P.3	-	132.974.488	0	126.459.378	0	132.418.018	0
JUMLAH P (Pemerintah)		252.702.307	291	263.276.186	431.466	282.490.980	209.006
T / > 200 kVA	-	0	0	0	0	0	0
C / TM > 200 kVA	-	0	0	0	0	0	0
L	-	91.384.797	0	362.673.853	0	148.286.546	0

Lampiran 19

Pembangkit Listrik Sulawesi Selatan

No	Sistem/Pembangkit		Jenis	Jenis Bahan Bakar	Pemilik	Kapasitas Terpasang (MW)	Daya Mampu (MW)	Beban Puncak (MW)
1	Sulsel	Bakaru 1	PLTA	Air	PLN	63,0	63,0	
		Bakaru 2	PLTA	Air	PLN	63,0	63,0	
		Bali Bala	PLTA	Air	PLN	20,0	20,0	
		Sawitto	PLTM	Air	PLN	1,6	1,0	
		Balla	PLTM	Air	PLN	0,0	0,7	
		Kalukku	PLTM	Air	PLN	0,0	1,3	
		Barru #1	PLTU	Batubara	PLN	50,0	-	
		Barru #2	PLTU	Batubara	PLN	50,0	45,0	
		Westcan	PLTG	BBM	PLN	14,4	8,0	-
		Alsthom 1	PLTG	BBM	PLN	21,3	8,0	-
		Alsthom 2	PLTG	BBM	PLN	20,1	-	-
		GE 1	PLTG	BBM	PLN	33,4	-	-
		GE 2	PLTG	BBM	PLN	33,4	20,0	-
		Mitsubishi 1	PLTD	BBM	PLN	12,6	8,0	-
		Mitsubishi 2	PLTD	BBM	PLN	12,6	8,0	-
		SWD 1	PLTD	BBM	PLN	12,4	-	-
		SWD 2	PLTD	BBM	PLN	12,4	-	-
		GT 11	PLTG	Gas	IPP	42,5	42,5	
		GT 12	PLTG	Gas	IPP	42,5	42,5	
		ST 18	PLTGU		IPP	50,0	50,0	
		GT 21	PLTG	Gas	IPP	60,0	60,0	
		GT 22	PLTG	Gas	IPP	60,0	60,0	
		ST 28	PLTGU		IPP	60,0	60,0	
		Suppa	PLTD	BBM	IPP	62,2	62,2	
		Jeneponto#1	PLTU	Batubara	IPP	100,0	100,0	
		Jeneponto#2	PLTU	Batubara	IPP	100,0	100,0	
		Tangka Manapi	PLTA	Air	IPP	10,0	10,0	
		Malea	PLTA	Air	IPP	7,0	7,2	
		Poso 1	PLTA	Air	IPP	65,0	60,0	
		Poso 2	PLTA	Air	IPP	65,0	60,0	
		Poso 3	PLTA	Air	IPP	65,0	60,0	
		Sungguminasa	PLTD	BBM	PLN	20,0	20,0	
		Cogindo	PLTD	BBM	Swasta	50,0	50,0	
Tallasa	PLTD	BBM	Swasta	110,0	105,0			
Tallo Lama	PLTD	BBM	Swasta	20,0	20,0			
Sewatama Masamba	PLTD	BBM	Swasta	5,0	5,0			
Makale	PLTD	BBM	Swasta		-	-		
Palopo	PLTD	BBM	Swasta		-	-		
Masamba	PLTD	BBM	Swasta	6,5	6,3			
Mamuju	PLTD	BBM	PLN		-	-		
	Total Sistem Sulsel					1.421	1.227	1.177
2	Isolated	Selayar	PLTD	BBM	PLN	7,2	5,1	4,7
		Makale	PLTD/PLTA	BBM/Air	PLN/Swasta	9,2	6,5	5,0
		Total Sistem Sulsel					16,4	11,6
Total						1.437	1.238	1.186

Sumber : PLN, 2014

Lampiran 20

KONVERSI SATUAN ENERGI KE SBM

Jenis Energi	Unit Asli	Pengali ke SBM
Batubara		
Antrasit	Ton	4,9893
Batubara Kalimantan	Ton	4,2766
Batubara Ombilin	Ton	4,8452
Batubara Tanjung Enim	Ton	3,7778
Lignit	Ton	3,0649
Gambut Riau	Ton	2,5452
Briket Batubara	Ton	3,5638
Biomasa		
Arang kayu	Ton	4,9713
Kayu Bakar	Ton	2,2979
Gas bumi	MSCF	0,1796
Gas bumi	M ³	0,0063
Gas Kota	Ribu Kkal	0,0007
CNG	Ribu Kkal	0,0007
LNG	Ton	8,0532
LNG	MMBTU	0,1796
LPG	Ton	8,5246
Minyak Bumi		
Kondensat	Barel	0,9545
Minyak bumi	Barel	1,0000
Produk Kilang		
Aviation Gasoil (Avgas)	KiloLiter	5,5530
Aviation Turbin Gas (Avtur)	KiloLiter	5,8907
Premium	KiloLiter	5,8275
Minyak Tanah (Kerosene)	KiloLiter	5,9274
Minyak Solar (ADO)	KiloLiter	6,4871
Minyak Diesel (IDO)	KiloLiter	6,6078
Minyak Bakar (FO)	KiloLiter	6,9612
Refinery Fuel Gas (RFG)	Barel	1,6728
Refinery Fuel Oil (RFO)	Barel	1,1236
Panas Bumi	MWh	1,5937
Tenaga Air	MWh	1,5937
Listrik	MWh	0,6130

Sumber: Departemen Pertambangan dan Energi