

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber-Sumber Energi

1. Sumber Energi Tak Terbaharui

Sumber energi tidak terbaharui (*nonrenewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang tidak dapat diisi atau dibuat kembali oleh alam dalam waktu yang singkat, bukan proses berkelanjutan. Sumber energi tak terbaharui diperoleh dari perut bumi dalam bentuk cair, gas, dan padat. Sumber energi tak terbaharui diantaranya: minyak bumi, dan batubara. Saat ini, minyak bumi adalah satu-satunya bahan bakar fosil bentuk cair yang diperjual belikan. Bahan bakar fosil yang berbentuk gas adalah gas alam, sementara yang berbentuk padat adalah batubara. Batubara, minyak bumi, dan gas alam disebut bahan bakar fosil karena dibentuk dari sisa-sisa binatang dan tumbuhan yang hidup jutaan tahun yang lalu.

a. Minyak Bumi

Minyak bumi adalah zat cair licin dan mudah terbakar yang terjadi sebagian besar karena hidrokarbon. Jumlah hidrokarbon dalam minyak berkisar antara 50% sampai 90%. Sisanya terdiri atas senyawa organik yang berisi oksigen, nitrogen, atau belerang. Menurut teori, minyak bumi berasal dari sisa-sisa binatang kecil dan tumbuhan yang hidup di laut jutaan tahun yang lalu. Bangkai-bangkai makhluk hidup ini mengendap di dasar laut dan tertutup lumpur dalam jangka waktu yang lama. Endapan ini mendapat tekanan dan panas yang besar, dan sering

terhimpit dan berubah bersamaan dengan bergerakanya kerak bumi. Secara bertahap mereka diubah menjadi lapisan batuan sedimen. Akhirnya, bangkai-bangkai hewan kecil dan tumbuhan ini secara alami berubah menjadi minyak bumi.

b. Batubara

batubara adalah batuan sedimen yang berasal dari material organik (*organoclastic sedimentary rock*), dapat dibakar dan memiliki kandungan utama berupa karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Batubara adalah lapisan yang merupakan hasil akumulasi tumbuhan dan material organik pada suatu lingkungan pengendapan tertentu, yang disebabkan oleh proses *syn-sedimentary* dan *post-sedimentary*, sehingga menghasilkan tipe tertentu. Pembentukan batubara yang paling produktif dimana hampir seluruh deposit batubara (*black coal*) yang ekonomis di belahan bumi bagian utara terbentuk terjadi pada zaman Karbon, yaitu sekitar 360 juta sampai 290 juta tahun yang lalu. Batubara termasuk batuan sedimen berwarna hitam atau kecoklat-coklatan yang mudah terbakar. Energi pada batubara berasal dari energi yang disimpan oleh tumbuhan yang hidup ratusan juta tahun yang lalu ketika sebagian bumi tertutup oleh hutan rawa. Selama jutaan tahun lapisan sisa-sisa tumbuhan yang berada di dasar rawa tertutup oleh lapisan air dan kotoran sehingga memerangkap energi sisa-sisa tumbuhan tersebut. Akibat tekanan dan pemanasan dari lapisan bagian atas, sisa-sisa tumbuhan tersebut berubah menjadi batubara.



Sumber: *Energi Dan Perubahannya*, 2009

Gambar 1. Proses Pembentukan Batubara

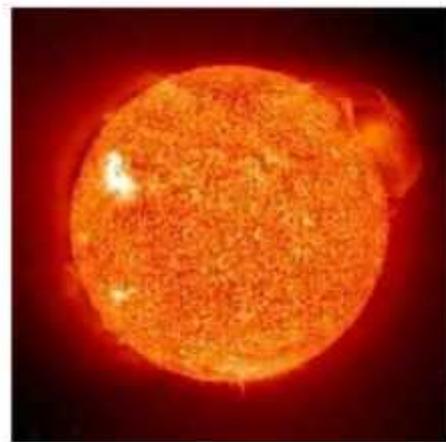
Batubara yang kita kenal dibentuk dari sisa- sisa tumbuhan yang terkubur di dasar rawa selama jutaan tahun yang lalu. Pertama, sisa-sisa tumbuhan berubah menjadi bahan yang padat disebut gambut. Akibat tekanan dan pemanasan dari lapisan bagian atas, sisa-sisa tumbuhan tersebut berubah menjadi batubara.

2. Energi Alternatif (Sumber Energi Terbaharui)

Sumber energi alternatif adalah sumber energi sebagai pengganti sumber energi tak terbaharui. Semua sumber energi terbaharui termasuk sumber energi alternatif. Sumber energi terbaharui (*renewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang dapat dengan cepat diisi kembali oleh alam, proses berkelanjutan. Berikut ini adalah yang termasuk sumber energi terbaharui, yaitu: matahari, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Penggunaan sumber energi terbaharui bukanlah hal yang baru. Sejak 125 tahun yang lalu, 90% kebutuhan energi di dunia berasal dari kayu. Seiring dengan semakin murahnya harga bahan bakar fosil, penggunaan

kayu sebagai bahan bakar semakin berkurang. Terbatasnya penggunaan sumber energi terbarui juga disebabkan oleh fakta bahwa sumber energi ini tidak selalu tersedia setiap saat. Sebagai contoh, sumber energi matahari akan berkurang pada saat langit berawan dan kincir angin tidak akan berfungsi pada saat tidak ada angin. Tetapi saat ini negara-negara di dunia termasuk Indonesia mulai memikirkan energi alternatif, sehingga banyak negara yang beralih kembali untuk menggunakan sumber energi terbarui. Di bawah ini dibahas secara singkat berbagai sumber energi terbaru tersebut.

a. Matahari



Sumber: *Energi Dan Perubahannya*, 2009

Gambar 2. Matahari

Energi matahari diperoleh dari matahari, cahaya panas merupakan komponen dari energi matahari, panas matahari banyak digunakan untuk mengubah energi dari matahari menjadi energi panas. Energi matahari yang dikonversi ke energi panas digunakan untuk memanaskan air di rumah-rumah, gedung, atau kolam renang. Selain memanaskan air, dan energi matahari juga bisa diubah menjadi listrik.



Sumber: *Energi Dan Perubahannya*, 2009

Gambar 3. Sel Surya

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi alternatif yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut, terutama bagi negara-negara tropis seperti Indonesia. Indonesia diuntungkan dengan intensitas radiasi matahari yang hampir sama sepanjang tahun, yakni dengan intensitas harian rata-rata sekitar $4,8 \text{ k h/m}^2$

b. Angin

Energi angin adalah energi yang dihasilkan oleh gaya angin yang berhembus dipermukaan bumi. Energi angin merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui karena angin akan terus berhembus selama matahari bersinar. Energi angin dapat diubah menjadi energi mekanik untuk menghasilkan usaha.



Sumber: *Energi Dan Perubahannya*, 2009

Gambar 4. Salah Satu Contoh Turbin Angin

Karena angin tidak menimbulkan polusi dan termasuk sumber energi yang dapat diperbaharui, maka banyak negara di bumi seperti Jerman, Denmark, India, China, dan Amerika Serikat membangun turbin angin sebagai sumber tenaga listrik tambahan.

c. Panas Bumi

Energi panas bumi adalah energi panas yang berasal dari dalam bumi. Energi panas ini tepatnya dihasilkan di dalam inti bumi, yaitu kira-kira pada kedalaman 6.400 km dari permukaan bumi. Panas bumi tersebut ditimbulkan oleh peristiwa peluruhan partikel-partikel radioaktif di dalam batuan. Inti bumi terdiri dari dua lapisan, yaitu inti dalam dan inti luar. Inti luar terbentuk dari batuan cair yang sangat panas, disebut magma. Dari magma inilah panas bumi berasal. Panas tersebut akan mengalir menembus berbagai lapisan batuan di bawah tanah. Bila panas tersebut mencapai reservoir air bawah tanah, maka akan terbentuk air panas

bertekanan tinggi. Bila air panas tadi bisa keluar ke permukaan bumi karena ada celah atau terjadi retakan di kulit bumi, maka timbul sumber air panas yang biasa disebut dengan *hot spring* .



Sumber: *Energi Dan Perubahannya*, 2009

Gambar 5. Uap Panas

d. Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Energi yang tersimpan di dalam biomassa berasal dari matahari. Energi matahari diserap oleh tumbuh-tumbuhan melalui proses fotosintesis. Pada proses fotosintesis diperlukan air, karbondioksida dan sinar matahari yang akan menghasilkan glukosa dan oksigen. Energi kimia di dalam tumbuh-tumbuhan diteruskan ke binatang dan manusia ketika mereka memakannya. Biomassa merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui karena tumbuh-tumbuhan dapat kita tanam setiap saat. Beberapa contoh bahan bakar biomassa, diantaranya kayu, tanaman palawija, dan sampah. Jenis-jenis biomassa ini ditunjukkan pada gambar 6. Membakar biomassa bukan cara satu-satunya untuk menghasilkan energi. Biomassa dapat juga dikonversi ke bentuk energi lain yang bermanfaat,

diantaranya gas metana atau bahan bakar untuk transportasi seperti ethanol dan biodiesel. Ethanol dan biodiesel ini biasa disebut sebagai bahan bakar yang berasal dari makhluk hidup (Kandi, dkk, 2009).



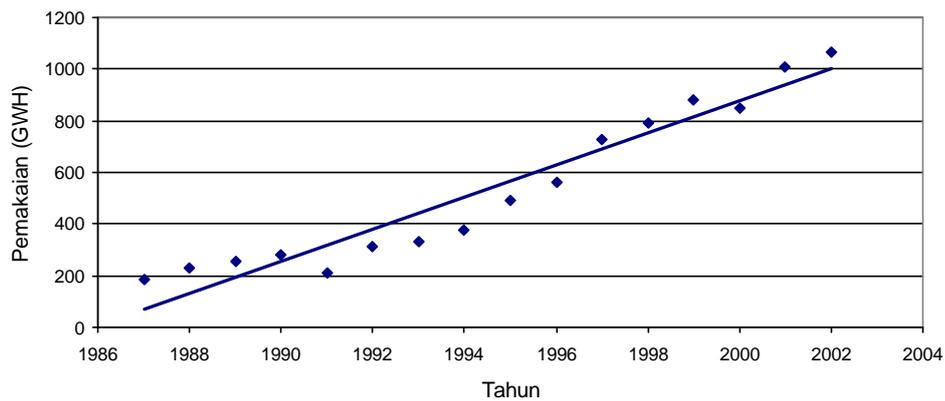
Sumber: *Energi Dan Perubahannya*, 2009

Gambar 6. Jenis-Jenis Biomassa

B. Kondisi Kelistrikan dan Sumber Energi Terbarukan di Lampung

1. Kondisi kelistrikan

Perkembangan kelistrikan di Provinsi Lampung menunjukkan peningkatan yang cukup pesat serta mempunyai prospek pengembangan yang cukup tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari pesatnya pembangunan sarana kelistrikan yang meliputi pembangkit, jaringan, gardu induk yang diusahakan baik oleh PLN maupun Non PLN (*Captive Power*) dan koperasi. Pertumbuhan pemakaian listrik di Provinsi Lampung mencapai angka 13% pertahunnya, diberikan pada Gambar 8. Proyeksi pertumbuhan ini telah dilakukan oleh Harmen, 2003, dimana pada tahun 2010 akan mencapai angka 2.842 GWH dan pada tahun 2020 akan mencapai 9.647.



Gambar 7. Perkembangan Pemakaian Listrik Di Provinsi Lampung

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di Provinsi Lampung saat ini dipasok oleh pembangkit-pembangkit listrik dibawah pengelolaan PT. PLN (persero) Sektor Bandar Lampung sebesar $\pm 70\%$ dan sisanya dipasok oleh pembangkit listrik dari sistem Sum-Sel - Lampung sebesar $\pm 30\%$ dari total kebutuhan. Hal ini dimungkinkan karena sistim kelistrikan di Provinsi Lampung dihubungkan (interkoneksi) dengan sistem kelistrikan Sum-Sel. (lihat Gambar 8).



Sumber: PT PLN (Persero) Wilayah Lampung , 2009

Gambar 8. Sistem Jaringan Transmisi Interkoneksi Lampung – Sumsel
Dan Lokasi Pembangkit Listrik Di Provinsi Lampung.

Total beban listrik saat ini adalah sebesar 442 MW dimana besar beban yang dapat dipasok hanya sebesar 305 MW sehingga kekurangan sebesar 137 MW dipasok dari jaringan interkoneksi Sumbagsel. Pasokan daya sebesar 305 MW berasal dari sistem pembangkit uap, air, dan diesel seperti yang diberikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Pasokan Energi Listrik Untuk Provinsi Lampung

Pembangkit	Pasokan
PLTU Tarahan	
Unit III	90 MW
Unit IV	90 MW
PLTA Batu Tegi	
Unit I	14 MW
Unit II	14 MW
PLTA Way Besai	
Unit I	44 MW
Unit II	44 MW
PLTD	29 MW
Total Pasokan Lampung	305 MW
Pasokan dari Sumbagsel	137 MW
Total Pasokan	442 MW

Sumber: PLN Wilayah Lampung, 2009

Kurva karakteristik beban listrik wilayah Lampung diberikan pada Gambar 10. Dari kurva tersebut terlihat bahwa beban puncak terjadi pada jam 18.00. Lonjakan beban pemakaian terjadi antara pukul 17.00–22.00 dan pukul 05.00–06.30. Karakteristik beban seperti ini menandakan bahwa sebagian besar konsumsi listrik untuk wilayah Lampung digunakan oleh sektor rumah tangga.

Tabel 3. Jumlah Desa Berlistrik Dan Belum Berlistrik

Kabupaten	Jumlah Desa	Desa Berlistrik				Belum Berlistrik	
		PLN	Non PLN	Jumlah	%	Jumlah	%
Lampung Selatan	248	223		223	89.92%	25	10.08%
Lampung Tengah	283	209	51	260	91.87%	23	8.13%
Lampung Timur	252	164	55	219	86.90%	33	13.10%
Lampung Utara	232	166		166	71.55%	66	28.45%
Lampung Barat	196	120		120	61.22%	76	38.78%
Tangamus	372	257		257	69.09%	115	30.91%
Tulang Bawang	234	78		78	33.33%	156	66.67%
Way Kanan	207	106		106	51.21%	101	48.79%
Bandar Lampung	-	-	-	-	100.00%	-	100.00%
Metro	-	-	-	-	100.00%	-	100.00%
Pesawaran	133	101		101	75.94%	32	24.06%
Jumlah	2,157	1,424	106	1,530	70.93%	627	29.07%

Sumber: PLN Wilayah Lampung, 2009

Untuk pengembangan penyediaan daya listrik dan sistem kelistrikan disusunlah suatu perencanaan sampai tahun 2019. Hal ini diberikan pada Tabel 4. Pada tahun 2010 direncanakan PLTU Tarahan Unit 1 & 2 dengan kapasitas 2 x 100 MW sudah dapat beroperasi dan pada tahun 2011 PLTP Ulu belu dengan kapasitas 2 x 55 MW juga sudah dapat beroperasi. Sesudah itu belum ada lagi perencanaan pembangunan pembangkit listrik, sehingga mulai tahun 2013 akan terjadi kembali kekurangan pasokan listrik untuk wilayah Lampung. Hal ini diperlihatkan dalam

Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Perencanaan Neraca Daya Sistem Kelistrikan Lampung

(PLN Wilayah Lampung, 2009)

Tabel 4. Perencanaan Neraca Daya Wilayah Lampung

Posokan/Kebutuhan	Unit	2008#	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Produksi	GWh	2.155	2.239	2.457	2.697	2.958	3.247	3.563	3.910	4.311	4.755	5.245	5.786
Beban Puncak	MW	417	455	494	537	583	633	688	747	816	891	973	1.063
Load Factor	%	58,9	56,1	56,7	57,3	57,9	58,5	59,1	59,7	60,3	60,9	61,5	62,1
Kapasitas Terpasang/Daya Mampu													
PLTD	MW	43	42	42	41	41	41	40	40	39	39	39	38
PLTG	MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTA BATU TEGI	MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTA BESA	MW	90	89	88	87	86	85	84	84	83	82	81	80
PLTU Tarahan 3 B 4	MW	183	181	179	177	175	174	172	170	168	167	165	163
Transfer dari SUMBAGSEL	MW	102	143	86	(22)	(26)	30	91	156	231	312	400	495
Rencana Pembangkit													
On Going / Committed													
PLTU Tarahan Baru (Perpres 71/2006)													
- unit 1	MW			100									
- unit 2	MW				100								
PLTP Ulu Belu													
- unit 1	MW				55								
- unit 2	MW					55							
IPP													
Jumlah Kapasitas	MW	315	312	409	559	609	603	597	591	585	579	573	567
Cadangan	MW	(102)	(143)	(86)	22	26	(30)	(91)	(156)	(231)	(312)	(400)	(495)
Reserve Margin	%	(24,5)	(31,5)	(17,3)	4,2	4,5	(4,8)	(13,2)	(20,9)	(28,3)	(35,0)	(41,1)	(46,6)

sesuai surat PLN UPL Sumbagsel nomor 04/074/UR/SBS/2009 tanggal 17 Februari 2009 perihal Evaluasi Operasi Tahun 2008

C. Teknik Peramalan Energi

Proyeksi atau peramalan pada dasarnya merupakan suatu dugaan mengenai terjadinya suatu peristiwa diwaktu yang akan datang. Dalam perencanaan, kegiatan proyeksi adalah penting karena menjadi dasar dan awal mulainya perencanaan tersebut. Bila dilihat menurut jangka waktu, maka kegiatan proyeksi dapat dibagi menjadi 3 (tiga) jangka waktu :

Jangka pendek (*short term*), dapat harian, mingguan, bulanan, dan satu tahun.

Jangka menengah (*medium term*), lebih dari satu sampai lima tahun.

Jangka panjang (*long term*), proyeksi yang dilakukan dengan rentang waktu hingga lebih dari lima tahun.

Dalam hal ini perlu disadari bahwa semakin jauh jangka waktu kedepan kondisi yang akan diperkirakan, maka semakin besar ketidak pastiannya. Karena itu cara (metode) apapun yang digunakan dalam membuat proyeksi, kita hanya akan dapat memberikan suatu nilai perkiraan. Akan sangat sulit untuk mengatakan bahwa

ramalan jangka panjang misalnya 10 atau 15 tahun mendatang dapat memberikan angka yang tepat. Dalam usaha untuk mendapatkan angka proyeksi yang akurat perlu terus menerus dilakukan penelitian dalam perkembangannya dan diadakan tinjauan terhadap data atau angka yang digunakan (*review and updating*). Sehingga misalnya proyeksi untuk rencana satu tahun perlu diadakan *review and updating* setiap tiga bulan. Untuk jangka menengah dan panjang perlu diadakan *review and updating* setiap tahun. Disamping hal tersebut, pada kegiatan membuat proyeksi selalu digunakan asumsi-asumsi, yaitu memisalkan keadaan yang diwujudkan dengan angka-angka. Dalam kaitan dengan hal tersebut, maka setiap hasil dari suatu proyeksi perlu dilakukan penelitian, pengujian dan pertimbangan antara lain mengenai kewajaran dan ketelitiannya. Dalam kegiatan proyeksi, data yang menjadi variabel proyeksi harus baik dan benar yaitu objektif, relevan dengan persoalan yang akan dipecahkan dan mutakhir. Data yang salah akan memberikan proyeksi yang salah pula dan akan menyebabkan suatu perencanaan atau keputusan atau kebijakan yang diambil keliru.

D. Berbagai Teknik Perencanaan Energi

Berbagai teknik atau model perencanaan energi dapat dibangun dari yang paling sederhana sampai yang sangat rumit. Secara umum model tersebut dapat dibedakan dalam lima pendekatan utama, yaitu pendekatan proses, pendekatan *trend*, pendekatan elastisitas, pendekatan ekonometri dan pendekatan *input/output*. Berbagai alternatif proyeksi dapat dibuat dengan menggunakan satu atau beberapa teknik analisis yang tersedia.

a. Pendekatan Proses

Pendekatan proses menguraikan aliran energi dari sumber energi primer sampai permintaan final. Prosesnya mencakup ekstraksi sumber daya energi, penyulingan, konversi, transportasi, penimbunan, transmisi dan distribusi. Keunggulan pendekatan ini adalah mudah mengakomodasi bahan bakar tradisional, dapat dilakukan dengan perhitungan sederhana dan metode paling cocok dalam menguraikan alternatif teknologi yang ada saat ini. Kendala utamanya, pendekatan ini hanya dapat dipakai untuk sektor energi saja sehingga tidak dapat menggambarkan interaksi energi-ekonomi dan variabel-variabel kebijakan ekonomi.

b. Pendekatan Trend

Pendekatan *trend* memiliki keunggulan utama berupa kesederhanaan data dan prasyarat. Pendekatan ini menunjukkan ekstrapolasi kecenderungan masa lalu berdasarkan pemilihan kurva. Analisis ini dapat juga dilakukan dengan memproyeksikan nilai historis rata-rata kegiatan energi-ekonomi dan rasio energi perkapita. Meskipun secara luas digunakan dalam peramalan, terutama oleh negara-negara berkembang, keterbatasannya ternyata cukup banyak. Kecenderungan atau perilaku di masa silam mungkin tidak terlalu relavan dengan kejadian di masa depan. Secara umum pendekatan ini tidak dapat menggambarkan perubahan-perubahan yang bersifat struktural, determinan permintaan. Karena tidak terbuka bagi umpan-balik interaksi energi-ekonomi maka pendekatan ini kurang cocok untuk analisis kebijakan.

c. Pendekatan Elastisitas

Pendekatan elastisitas dapat dilakukan dengan menghitung besarnya elastisitas permintaan terhadap pendapatan dan elastisitas permintaan terhadap harga. Ini menunjukkan perubahan tingkat permintaan energi terhadap perubahan pendapatan dan harga. Kelemahan pendekatan ini adalah besarnya unsur ketidakpastian atas estimasi elastisitas permintaan. Alasan ketidakpastian tersebut karena kondisi beberapa data, keterbatasan variabel harga, pendapatan dan kenyataan data antar waktu (*time series*) yang digunakan tidak mencerminkan perubahan sisi dan struktur permintaan energi dalam jangka waktu yang lebih panjang.

d. Pendekatan Ekonometri

Pendekatan ekonometri menggunakan standar perhitungan kuantitatif untuk analisis dan proyeksi ekonomi. Kelebihan pendekatan ekonometri adalah dalam analisis kebijakan dan proyeksi jangka pendek sampai jangka panjang. Asumsi-asumsi statistik dan perilaku dapat disajikan lewat model persamaan interaksi energi ekonomi secara simultan. Pendekatan ini juga dapat menyajikan pengaruh harga relatif dan absolut terhadap substitusi antar bahan bakar. Di sisi lain, kelemahan pendekatan ekonometri terjadi karena harus mengakomodasi kegiatan perubahan teknologi dan datangnya komoditas baru.

e. Pendekatan *Input-Output*

Pendekatan *input-output* hampir sama dengan pendekatan ekonometri. Ada dua keunggulan pendekatan ini. Pertama, merupakan pendekatan paling komprehensif dan konsisten terhadap semua sektor ekonomi, termasuk aliran berbagai jenis energi dan mudah digabungkan ke dalam model ekonometri, simulasi atau optimasi. Kedua, teknik yang sangat cocok untuk analisis kebijaksanaan pada

berbagai tahapan. Keunggulan pertama melekat pada analisis *input-output*. Namun pendekatan ini memiliki keterbatasan aplikasi. Pendekatan ini bersifat statik yang berlaku untuk satu waktu tertentu. Keterbatasan selanjutnya adalah kebutuhan akan data dasar sektor ekonomi yang luas dan komprehensif. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan trend dan elastisitas untuk memperkirakan besarnya permintaan dan penyediaan energi Propinsi Lampung selama 15 tahun ke depan dengan menggunakan alat bantu berupa perangkat lunak komputer LEAP (Makridakis, dkk, 1999).

E. Perangkat Lunak untuk Perencanaan Energi

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Pada dekade terakhir perhatian terhadap isu energi semakin meningkat bersamaan dengan isu lingkungan. Oleh karena itu, muncul banyak perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai media dalam melakukan perencanaan energi. Developer yang menyediakan program untuk ini juga muncul dari berbagai kalangan, dari akademisi hingga pelaku usaha, dan dari yang bersifat profit sampai non-profit (Suhono, 2010).

1. COMPEED XL

XL COMPEED Excel berbasis biaya-manfaat dan efektivitas biaya toolbox untuk pribadi dan pengambil keputusan publik. Program ini dirancang untuk melakukan berorientasi eksternalitas techno-proyek energi ekonomi analisis. Untuk pembuat kebijakan, COMPEED dapat digunakan untuk membandingkan proyek-proyek yang berbeda dan panjang, sehingga memungkinkan untuk menentukan prioritas

di antara berbagai alternatif. Bagi investor finansial, COMPEED dapat digunakan untuk studi investasi swasta, sehingga dapat untuk memperhitungkan keputusan "go-no-go". COMPEED menawarkan biaya-manfaat dan analisis efektivitas biaya yang didasarkan pada berbagai manfaat dan biaya penting yang mengelilingi sebuah keputusan, termasuk sumber daya energi, lingkungan, biaya ekonomi, biaya keuangan, kesempatan kerja, neraca pembayaran, biaya fiskal. Selain itu, program ini juga dapat menggabungkan efek dari waktu ke waktu, membuat proyek-proyek atau program yang memiliki perbedaan kondisi pada variabel keuangan atau sumber-sumber ekonomi.

2. EnergyPLAN

EnergyPLAN adalah sebuah alat berbasis Windows yang dibuat untuk membantu dalam desain nasional atau regional tentang strategi perencanaan energi. Program ini menggunakan model deterministik masukan/keluaran. Secara umum, inputnya berupa data sumber energi terbarukan, kapasitas stasiun energi, biaya dan sejumlah pilihan yang berbeda menekankan pada strategi peraturan impor/ekspor dan kelebihan produksi listrik. Hasil/keluaran yang dihasilkan berupa keseimbangan energi dan hasil produksi tahunan, konsumsi bahan bakar, impor/ekspor listrik, dan biaya total termasuk pendapatan dari pertukaran listrik. EnergyPLAN telah diterapkan di Denmark dan sejumlah negara Eropa lainnya. Ini adalah model deterministik dengan menggunakan beban simulasi perjam untuk satu tahun. Model ini mampu mengoptimalkan pengoperasian system tertentu di semua bahan bakar yang bertentangan dengan model-model yang mengoptimalkan dalam sistem investasi. EnergyPLAN didasarkan pada

pemrograman sebagai lawan dari iterasi, pemrograman dinamis atau alat matematika lanjutan.

3. Energy Costing Tool

Sebagai pengakuan atas peran penting yang dimainkan energi dalam mencapai MDGs, UNDP Program Energi Berkelanjutan (*UNDP's Sustainable Energy Programme*) telah mengembangkan seperangkat alat untuk membantu perhitungan energi utama ke dalam MDGs berbasis strategi pembangunan nasional. Sebuah bagian penting dari MDG pengembangan berbasis strategi pembangunan nasional adalah penetapan biaya MDG, yang secara spesifik menghitung keuangan dan sumber daya manusia yang diperlukan, serta infrastruktur yang diperlukan, untuk memenuhi MDGs. Perangkat biaya energitelah dirancang secara khusus untuk membantu pemerintah perencana dan pengambil keputusan memperkirakan jumlah dan jenis investasi energi yang dibutuhkan untuk memenuhi MDGs. Hasil penilaian tersebut dapat membentuk dasar bagi negara berkembang strategi khusus untuk memenuhi MDGs pada tahun 2015. Selain itu, menyediakan kerangka kerja bagi penganggaran yang transparan terhadap pengeluaran publik untuk memenuhi MDGs.

4. ENPEP (*The Energy and Power Evaluation Program*)

ENPEP adalah satu alat analisis energi, lingkungan, dan ekonomi yang memiliki 10 set modul. ENPEP dikembangkan oleh Argonne National Laboratory Amerika Serikat dengan dukungan dari US *Department of Energy*. Beberapa modul ENPEP dikembangkan oleh dan merupakan properti dari Badan Energi Atom Internasional (IAEA). ENPEP dapat digunakan untuk mengevaluasi seluruh sistem energi (penawaran dan sisi permintaan), melakukan analisis rinci dari

sistem tenaga listrik, dan mengevaluasi dampak lingkungan dari strategi energi yang berbeda. Setiap modul memiliki keterkaitan otomatis dengan modul ENPEP lain serta kemampuan berdiri sendiri.

5. HOMER

Homer menyederhanakan tugas mengevaluasi pilihan desain baik untuk *offgrid* dan *grid-connected* untuk pengendalian, stand-alone, dan aplikasi distribusi hasil pembangkitan. Homer memiliki optimasi dan algoritma analisis sensitivitas yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dan teknis dari sejumlah besar pilihan teknologi dan untuk memperhitungkan variasi dalam biaya teknologi serta ketersediaan sumber daya energi. Homer dapat memodelkan berbagai teknologi energi konvensional dan teknologi energi terbarukan. Sumberdaya yang dapat dimodelkan meliputi panel surya (PV), turbin angin, mikrohidro, solar, bensin, biogas, microturbines dan bahan bakar sel.

6. LEAP (*Long-range Energy Alternatives Planning*)

LEAP adalah perangkat yang sangat komprehensif dalam merencanakan energi. Banyak variabel yang bisa menjadi input variabel seperti pendapatan (PDRB), populasi, teknologi, hingga proyeksi permintaan. Untuk selengkapnya tentang LEAP akan dibahas di bagian lain dalam bab ini.

7. MESSAGE

MESSAGE digunakan untuk merumuskan dan mengevaluasi strategi pasokan energi alternatif di bawah yang ditetapkan pengguna yang berbeda dan kendala fisik. Contohnya antara lain membatasi investasi baru, tingkat penetrasi pasar untuk teknologi baru, ketersediaan dan perdagangan bahan bakar, emisi lingkungan, dll. MESSAGE sangat fleksibel dan dapat juga digunakan untuk

menganalisa energi/listrik pasar dan isu perubahan iklim. Model ini memiliki karakteristik yang sama model sebagai MARKAL, EFOM dan KALI. MESSAGE dapat memilih biaya yang paling efektif dan sistem teknologi termasuk system distribusi energi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan energi yang sudah ditentukan. Tidak seperti model optimasi lain, aplikasi ini tidak memerlukan pembelian GAMS, atau *solver* komersial. Di dalamnya sudah tersedia Linear Programming (LP) sebagai *solver* gratis.

8. RETScreen

RETScreen *International Clean Energy Project Analysis Software* dapat digunakan di seluruh dunia untuk mengevaluasi produksi energi, biaya siklus hidup dan pengurangan emisi gas rumah kaca untuk berbagai jenis hemat energi dan teknologi energi terbarukan (RETs). Software ini juga mencakup produk, biaya dan database cuaca. The RETScreen *International Online Product Database* menyediakan akses informasi ke lebih dari 1.000 produsen teknologi energi bersih di seluruh dunia, termasuk situs web dan internet langsung link dari dalam perangkat lunak dan RETScreen dari Situs Marketplace. Selain itu, database menyediakan akses ke sejumlah produsen produk yang terkait dengan data kinerja dan spesifikasi produk. Data ini dapat disisipkan ke sel-sel yang relevan dalam perangkat lunak RETScreen. Perangkat lunak RETScreen ini termasuk modul untuk mengevaluasi energi angin, hydro kecil, tenaga surya fotovoltaik (PV), gabungan panas dan tenaga, biomassa pemanas, pemanas air matahari, pemanas tenaga surya pasif dan pendinginan.

9. SUPER

SUPER adalah model yang berguna untuk studi perencanaan koneksi energy dalam kurun waktu beberapa tahun. Parameter yang digunakan seperti *hydro-risk*, fitur *reservoir*, pertumbuhan permintaan, karakteristik parameter per jam, konservasi energi dan program pengelolaan beban, biaya bahan bakar, periode pelaksanaan proyek, interkoneksi, dll. Program ini digunakan oleh lebih dari 10 negara, oleh entitas perencanaan listrik nasional, regulasi sektor listrik dan lembaga kontrol, konsultan, serta perusahaan pembangkitan dan transmisi.

10. TIMES/MARKAL

MARKAL (Market Allocation) adalah perangkat untuk pemodelan terkait dengan energi, ekonomi dan lingkungan. Hal ini dikembangkan sebagai upaya kolaborasi yang berada di bawah pengawasan Badan Energi Internasional Teknologi Energi Program Analisis Sistem (ETSAP). MARKAL adalah model generik yang disesuaikan dengan data input untuk mewakili perubahan selama periode tertentu, biasanya 20-50 tahun dari energi spesifik-sistem lingkungan di tingkat nasional, regional, negara bagian atau provinsi, maupun tingkatan tertentu dalam masyarakat. Sistem yang ada direpresentasikan sebagai jaringan, menggambarkan semua kemungkinan aliran energi dari ekstraksi sumber daya, melalui transformasi energi dan perangkat dalam pengguna akhir (*end-use*), dan berguna untuk pemenuhan permintaan energi. Setiap link dalam jaringan dicirikan oleh satu set koefisien teknis (misalnya, kapasitas, efisiensi), koefisien emisi lingkungan (misalnya, CO₂, Sox, Nox), dan koefisien ekonomi (misalnya, biaya modal, tanggal komersialisasi). Banyak pilihan sistem jaringan energi atau Referensi Energy Systems (RES) yang layak untuk setiap jangka waktu tertentu.

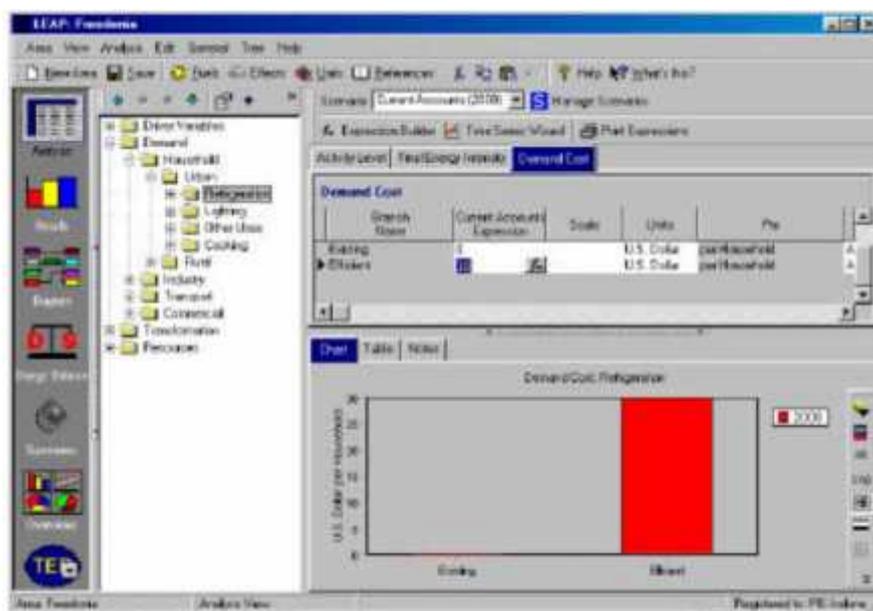
MARKAL mampu menemukan RES terbaik untuk setiap jangka waktu dengan memilih serangkaian pilihan yang meminimalkan total biaya untuk masing-masing sistem perencanaan. Banyak model yang terpadu di dalam perangkat lunak ini sehingga akan memperoleh banyak pilihan alternatif. Dalam penelitian ini akan menggunakan perangkat lunak LEAP.

F. Perencanaan Energi menggunakan LEAP

LEAP adalah alat pemodelan dengan scenario terpadu berbasis pada lingkungan dan energi. LEAP mampu merangkai skenario untuk berapa konsumsi energi yang dipakai, dikonversi dan diproduksi dalam suatu sistem energi dengan berbagai alternatif asumsi kependudukan, pembangunan ekonomi, teknologi, harga dan sebagainya. Hal ini memudahkan untuk pengguna aplikasi ini memperoleh fleksibilitas, transparansi dan kenyamanan. LEAP adalah perangkat lunak berbasis *Windows*. Pertama kali menjalankan LEAP layar yang muncul seperti yang ditampilkan pada Gambar 11. Layar LEAP terdiri atas beberapa bagian, yaitu :

- Baris teratas terdapat tulisan LEAP dan nama *file* yang sedang dibuka.
- Baris kedua adalah menu-menu utama (*main menu*): *Area, Edit, View, General, tree, dan Help*.
- Baris ketiga adalah *main toolbar*: *New, Save, Fuels, Effects, Units, References,* dan sebagainya.
- *View bar* adalah menu vertikal di sisi kiri layar, yang terdiri atas: *Analysis, Detailed Result, Energy Balance, Summaries, Overviews, Technology Database,* dan *Notes*.

- Kolom di sebelah *view bar* adalah tempat untuk menuliskan diagram pohon (*Tree*). Pada baris paling atas dari kolom ini terdapat *toolbar* untuk membuat/mengedit *Tree*.
- Kolom berikutnya terdiri atas tiga bagian, yaitu: (a) *toolbar* untuk membuat/mengedit skenario, (b) bagian untuk memasukkan data, dan (c) tampilan *input* data.
- Baris terbawah adalah *status bar*, yang berisi: nama *file* yang sedang dibuka, *view* yang sedang dibuka, dan status registrasi.



Sumber: panduan perencanaan energi LEAP, 2006

Gambar 11. Tampilan Layar LEAP

Beberapa terminologi umum yang digunakan dalam LEAP antara lain :

Area : sistem yang sedang dikaji (contoh : negara atau wilayah).

Current Accounts : data yang menggambarkan Tahun Dasar (tahun awal) dari jangka waktu kajian.

Scenario : sekumpulan asumsi mengenai kondisi masa depan.

Tree : diagram yang merepresentasikan struktur model yang disusun seperti tampilan dalam *Windows Explorer*. *Tree* terdiri atas beberapa *Branch*. Terdapat empat *Branch* utama, yaitu *Driver Variable*, *Demand*, *Transformation*, dan *Resources*. Masing-masing *Branch* utama dapat dibagi lagi menjadi beberapa *Branch* tambahan (anak cabang).

Branch : cabang atau bagian dari *Tree*, *Branch* utama ada empat, yaitu Modul Variabel Penggerak (*Driver Variable*), modul permintaan (*Demand*), modul transformasi (*transformation*) dan modul sumber daya energi (*resources*).

Expression : formula matematis untuk menghitung perubahan nilai suatu variabel.

Saturation : perilaku suatu variabel yang digambarkan mencapai suatu kejenuhan tertentu. Persentase kejenuhan adalah $0\% \times 100\%$. Nilai dari total persen dalam suatu *Branch* dengan saturasi tidak perlu berjumlah 100%.

Share : perilaku suatu variabel yang menggambarkan mencapai suatu kejenuhan 100%. Nilai dari total persen dalam suatu *Branch* dengan *Share* harus berjumlah 100%.

Dalam LEAP terdapat 4 modul utama yaitu modul variabel penggerak (*Driver Variable*), modul permintaan (*Demand*), modul transformasi (*Transformation*) dan modul sumber daya energi (*Resources*). Proses proyeksi penyediaan energi dilakukan pada modul transformasi dan modul sumber daya energi. Sebelum memasukkan data ke dalam modul transformasi untuk diproses, terlebih dahulu dimasukkan data cadangan sumber energi primer dan sekunder ke modul sumber daya energi yang akan diakses ke modul transformasi. Demikian juga data permintaan dengan beberapa skenario yang telah dimasukkan ke dalam modul permintaan, diakses ke modul transformasi.

1. Modul Variabel Penggerak (*Driver Variable*)

Modul ini digunakan untuk menampung parameter-parameter umum yang dapat digunakan pada modul permintaan maupun modul transformasi. Parameter umum ini misalnya adalah jumlah penduduk, PDRB (Produk Domestik Regional Bruto), jumlah rumah tangga, dan sebagainya. Modul variabel penggerak bersifat komplementer terhadap modul lainnya. Pada model yang sederhana dapat saja modul ini tidak digunakan.

2. Modul Permintaan (*Demand*)

Modul ini digunakan untuk menghitung permintaan energi. Metode analisis yang digunakan dalam model ini didasarkan pada pendekatan *end-use* (pemakai akhir) secara terpisah untuk masing-masing sektor pemakai sehingga diperoleh jumlah permintaan energi per sektor pemakai dalam suatu wilayah pada rentang waktu tertentu. Informasi mengenai variabel ekonomi, demografi dan karakteristik pemakai energi dapat digunakan untuk membuat alternatif skenario kondisi masadepan sehingga dapat diketahui hasil proyeksi dan pola perubahan permintaan energi berdasarkan skenario-skenario tersebut.

3. Modul Transformasi (*Transformation*)

Modul ini digunakan untuk menghitung pasokan energi. Pasokan energi dapat terdiri atas produksi energi primer (misalnya gas bumi, minyak bumi dan batubara) dan energi sekunder (misalnya listrik, bahan bakar minyak, LPG, briket batubara dan arang). Susunan cabang dalam modul transformasi sudah ditentukan strukturnya, yang masing-masing kegiatan transformasi energi terdiri atas *processes* dan *output*.

4. Modul Sumber Daya Energi (*Resources*)

Modul ini terdiri atas *Primary* dan *Secondary Resources*. Kedua cabang ini sudah *default*. Cabang-cabang dalam *Modul Resources* akan muncul dengan sendirinya sesuai dengan jenis-jenis energi yang dimodelkan dalam *Modul Transformationn*. Beberapa parameter perlu diisikan, seperti jumlah cadangan (misalnya minyak bumi, gas bumi, batubara) dan potensi energi (misalnya tenaga air, biomasa) (Winarno, O.T. 2006).

G. Perencanaan Energi Menggunakan LEAP (*Long-range Energy Alternative Planning system*)

LEAP adalah perangkat lunak komputer yang dapat digunakan untuk melakukan analisis dan evaluasi kebijakan dan perencanaan energi. LEAP dikembangkan oleh Stockholm Environment Institute, Boston, USA. LEAP telah digunakan di banyak negara terutama negara-negara berkembang karena menyediakan simulasi untuk sumber energi dari biomasa. Indonesia melalui Pusat Informasi Energi (PIE) dan Yayasan Pertambangan dan Energi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada tahun 2002 menerbitkan buku Prakiraan Energi Indonesia 2010 yang menggunakan LEAP sebagai alat bantu analisis perencanaan permintaan-penyediaan energi di Indonesia dari tahun 2000 hingga 2010.

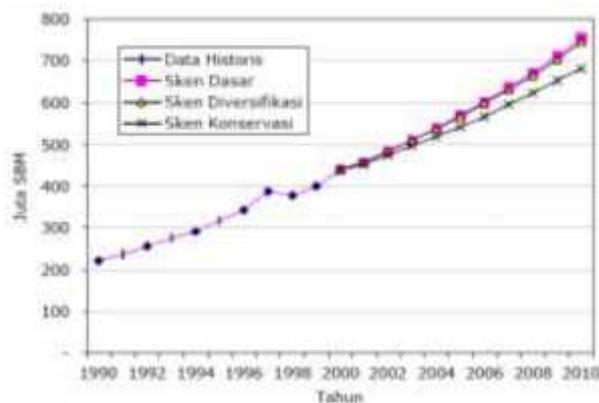
1. Metodologi dan Penentuan Parameter

Sektor pemakai energi dibagi menjadi sektor rumah tangga, komersial, industri, transportasi dan lainnya. Jenis energi komersial yang disimulasikan adalah bahan

bakar minyak (BBM), LPG, gas bumi, batubara, listrik dan energi lainnya. Prakiraan energi dihitung berdasarkan besarnya aktivitas pemakaian energi dan besarnya pemakaian energi per aktivitas (intensitas pemakaian energi). Aktivitas energi dicerminkan oleh pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk. Sedangkan intensitas energi merupakan tingkat konsumsi energi per PDB atau jumlah penduduk dalam waktu tertentu. Dalam penelitian ini intensitas energi dianggap tetap selama periode simulasi. Penambahan dan pengurangan intensitas menunjukkan skenario tertentu yang terjadi pada sisi permintaan. Skenario Dasar menggambarkan kondisi masa depan yang tidak berubah terhadap kondisi tahun dasar simulasi (2000). Skenario Konservasi menggambarkan kondisi masa depan bilamana terjadi penurunan intensitas pemakaian energi sebesar 1% per tahun terhadap intensitas tahun 2000 dengan energi *mix* tetap. Skenario Diversifikasi menggambarkan kondisi masa depan bilamana intensitas total tetap sedangkan energi *mix* berubah, intensitas BBM turun dan intensitas energi lain naik.

2. Permintaan Energi

Hasilnya, Perbandingan permintaan energi pada ketiga skenario ini diperlihatkan pada Gambar 12.



Sumber: *Prakiraan energi Indonesia 2010,2002*

Gambar 12. Proyeksi Permintaan Energi Final Pada Skenario Dasar

Konservasi dan Diversifikasi di Indonesia periode 2000-2010 Pertumbuhan permintaan energi final pada Skenario Dasar rata-rata adalah 5,6% per tahun, sedangkan pada Skenario Konservasi dan Skenario Diversifikasi masing-masing adalah 4,5% dan 5,4%. Permintaan energi final pada skenario konservari lebih rendah 9,3% dibanding skenario dasar, sedangkan permintaan energi final skenario diversifikasi lebih rendah 1,4% dibanding skenario dasar.

a. Permintaan Energi per Sektor Pemakai

Sektor pemakai energi dalam penelitian ini dibagi menjadi lima sektor yaitu : sektor industri, sektor komersial, sektor lainnya, sektor rumah tangga dan sektor transportasi. Tabel 5, 6, 7 memperlihatkan hasil proyeksi permintaan energi final per sektor pemakai di Indonesia periode 2000-2010.

Tabel 5 Proyeksi Permintaan Energi Per Sektor Pemakai Skenario Dasar
(juta SBM)

Sektor (Juta SBM)	Proyeksi (Tahun)							
	1990	1995	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Industri	65.29	120.12	196.5	213.6	235.4	259.6	286.2	315.5
komersial	6.09	14.66	15.3	16.6	18.3	20.2	22.2	24.5
Lainnya	17.59	30.08	26.9	29.3	32.3	35.6	39.2	43.2
Rumah Tangga	237.59	266.47	281.7	292.5	304.6	317.8	332.4	348.5
Transportasi	73.36	98.28	138.8	156.6	180.4	207.9	239.7	276.6
Non Energi	27.03	22.94	61.8	63.7	67.8	71.7	75.8	80.2
Total	426.95	552.55	721	772.2	838.8	912.7	995.6	1.088.6

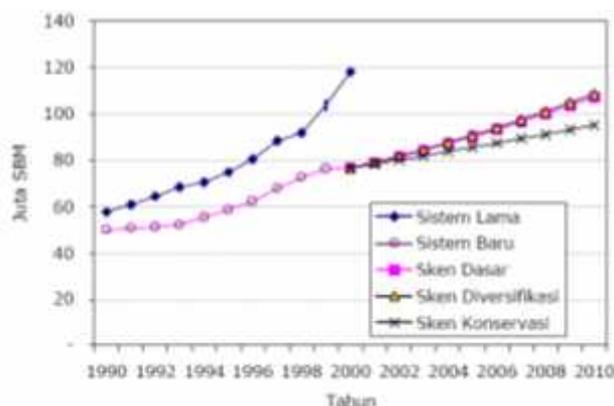
Tabel 6. Proyeksi Permintaan Energi Per Sektor Pemakai Skenario Konservasi (juta SBM)

Sektor (Juta SBM)	Proyeksi (tahun)							
	1990	1995	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Industri	65.29	120.12	196.5	209.3	226.1	244.3	263.8	284.8
komersial	6.09	14.66	15.3	16.4	17.9	19.6	21.3	23.3
Lainnya	17.59	30.08	26.9	28.7	31	33.5	36.2	39.1
Rumah Tangga	237.59	266.47	281.7	287.4	293.4	300	301.7	314.7
Transportasi	73.36	98.28	138.8	153.4	173.3	195.7	221.2	250.2
Non Energi	27.03	22.94	61.8	63.7	67.8	71.7	75.8	80.2
Total	426.95	552.55	721	758.9	809.5	864.7	925.4	992.30

Tabel 7 . Proyeksi Permintaan Energi Per Sektor Pemakai Skenario Diversifikasi (juta SBM)

Sektor (Juta SBM)	Proyeksi (Tahun)							
	1990	1995	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Industri	65.29	120.12	196.5	214	235.5	259	285	313.5
komersial	6.09	14.66	15.3	16	17.1	18.6	20.7	23
Lainnya	17.59	30.08	26.9	29.3	32.3	35.6	39.2	43.2
Rumah Tangga	237.59	266.47	281.7	293.8	306.8	320.7	335.6	351.6
Transportasi	73.36	98.28	138.8	156.5	180.2	207.6	239.4	276.1
Non Energi	27.03	22.94	61.8	63.7	67.8	71.7	75.8	80.2
Total	426.95	552.55	721	773.4	839.6	913.2	995.7	1.087.7

pada sektor rumah tangga diperkirakan pertumbuhan pemakaian energi final selama periode 2000-2010 rata-rata adalah 3,5% per tahun untuk skenario dasar. besarnya pemakaian energi sektor rumah tangga pada tahun 2010 diperkirakan 1,4 kali lipat pemakaian pada tahun 2000. Pemakaian energi pada Skenario diversifikasi hampir sama dengan pada skenario dasar, hanya terjadi perubahan komposisi energi. Pada skenario konservasi, pemakaian energi diperkirakan tumbuh 2,1% per tahun. Gambar 13. memperlihatkan hasil proyeksi permintaan energi Sektor Rumah Tangga selama periode 2000-2010.

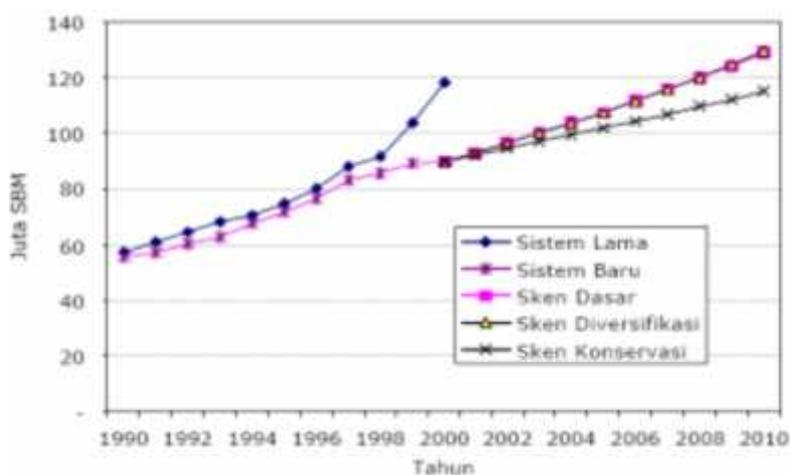


Sumber: *Prakiraan energi Indonesia 2010,2002*

Gambar 13. Proyeksi Permintaan Energi Final Sektor Rumah Tangga Di Indonesia Periode 2000-2010

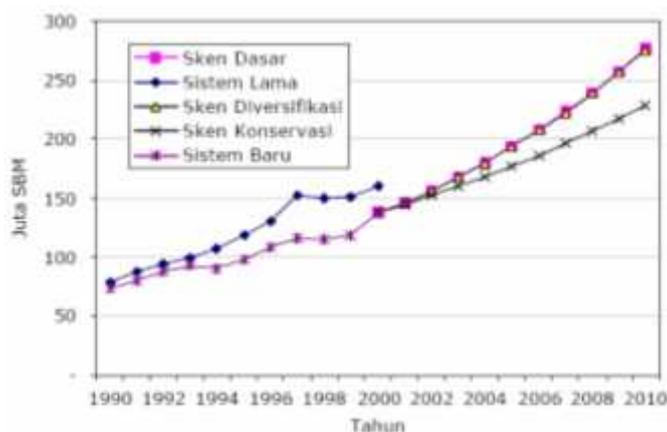
Pemakaian energi sektor komersial merupakan 18% dari total pemakaian energi sektor komersial dan rumah tangga. Pertumbuhan pemakaian energi sektor komersial sendiri diperkirakan sebesar 5% per tahun selama 2000-2010, sama dengan pertumbuhan PDB (karena pertumbuhan nilai tambah sektor komersial dianggap sama dengan pertumbuhan PDB dan intensitas pada skenario dasar dianggap tetap). Gambar 14. memperlihatkan hasil proyeksi permintaan energi final sektor komersial selama 2000-2010.

Pada sektor transportasi diperkirakan pertumbuhan pemakaian energi untuk tahun 2000-2010 adalah sebesar rata-rata 7,3%, Lebih besar daripada pertumbuhan PDB yang besarnya 5% per tahun. Hal ini disebabkan pertumbuhan jumlah kendaraan angkutan darat yang lebih besar daripada pertumbuhan PDB. Dalam kurun waktu sepuluh tahun, pemakaian energi transportasi diperkirakan akan meningkat dua kali lipat. Gambar 15. memperlihatkan hasil proyeksi permintaan energi final pada sektor transportasi pada periode 2000-2010.



Sumber: *Prakiraan energi Indonesia 2010,2002*

Gambar 14. Proyeksi Permintaan Energi Final Sektor Komersial Di Indonesia Periode 2000-2010

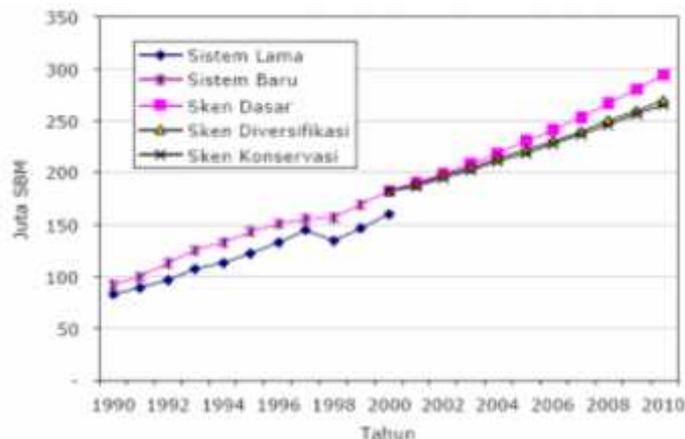


Sumber: *Prakiraan energi Indonesia 2010,2002*

Gambar 15. Proyeksi Permintaan Energi Final Sektor Transportasi Di Indonesia Periode 2000-2010

Pada sektor industri diperkirakan pertumbuhan permintaan energi final selama periode 2000-2010 sebesar 5% per tahun, sama dengan pertumbuhan PDB. Hal ini disebabkan asumsi yang diambil, yaitu pertumbuhan nilai tambah sektor industri sama dengan pertumbuhan PDB dan intensitas pemakaian energi dianggap tetap.

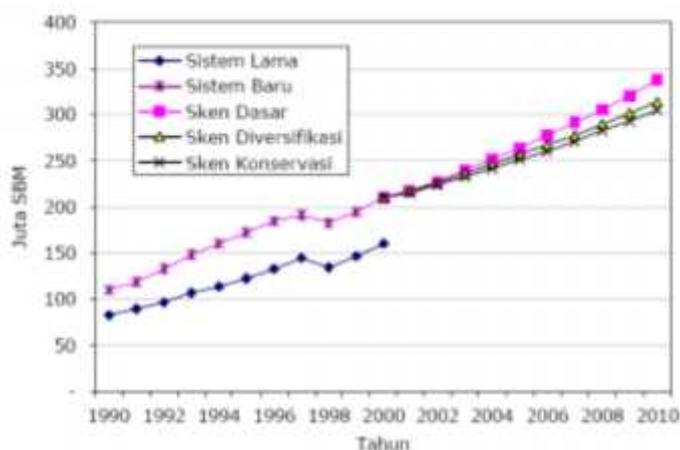
Permintaan energi tahun 2010 diperkirakan meningkat 1,6 kali pemakaian tahun 2000.



Sumber: *Prakiraan energi Indonesia 2010,2002*

Gambar 16. Proyeksi Permintaan Energi Final Sektor Industri Di Indonesia Periode 2000-2010

Sektor lainnya meliputi pertanian, pertambangan dan konstruksi. Ketiga sektor tersebut pertumbuhan aktivitasnya juga diasumsikan sama dengan pertumbuhan PDB, sehingga permintaan energinya juga tumbuh sama dengan pertumbuhan PDB. Gambar 17. memperlihatkan hasil proyeksi permintaan energi sektor Lainnya.



Sumber: *Prakiraan energi Indonesia 2010,2002*

Gambar 17. Proyeksi Permintaan Energi Sektor Lainnya Di Indonesia Periode 2000-2010

b. Permintaan Energi Final per Jenis

Jenis energi final yang digunakan adalah BBM, gas bumi (termasuk gas kota dan BBG), batubara (termasuk briket batubara), listrik dan LPG. Tabel 8. memperlihatkan hasil proyeksi permintaan energi final per jenis di Indonesia periode 2000-2010, sedangkan pangsa pemakaian energi final per jenis dan proyeksi permintaan energi diperlihatkan pada Gambar 18.

Tabel 8. Proyeksi Permintaan Energi Final Per Jenis Skenario Dasar (Juta SBM)

Jenis Energi Final (juta SBM)	proyeksi (Tahun)							
	1990	1995	2000	2002	2004	2006	2008	2010
BBM	172.38	248.25	321.7	350.4	388	430.3	477.9	531.3
Batubara	9.41	16.92	22.4	24.3	26.7	29.5	32.5	35.8
Listrik	22.27	33.42	49	57.7	68.9	82	97.4	115.6
Gas	23.61	31.9	37.1	40.2	44.4	48.9	54	59.5
LPG	3.21	6.66	8.8	9.5	10.2	11	11.9	12.8
Non BBM			26.5	26.5	28.4	29.8	31.2	32.6
Etanol								
Biomassa	193.19	207.4	220.3	226.2	232.7	242.7	246.2	253.3
TOTAL	424.08	544.56	685.8	734.8	799.3	908.9	951.1	1.040.9

Tabel 9. Proyeksi Permintaan Energi Final Per Jenis Skenario Konservasi

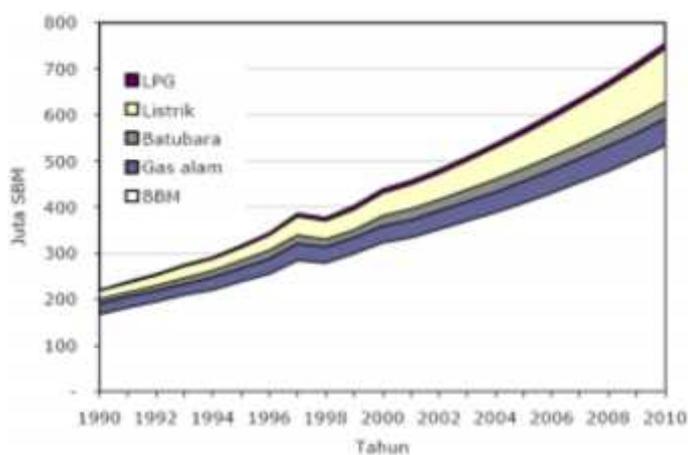
(Juta SBM)

Jenis Energi Final (juta SBM)	Proyeksi (Tahun)							
	1990	1995	2000	2002	2004	2006	2008	2010
BBM	172.38	248.25	321.7	343.7	373	405.4	441.1	481
Batubara	9.41	16.92	22.4	23.8	25.7	27.7	30	32.4
Listrik	22.27	33.42	49	57.3	67	78.1	90.4	104.3
Gas	23.61	31.9	37.1	40.4	43.8	47.4	51.2	55.4
LPG	3.21	6.66	8.8	9.3	9.8	10.4	11	11.6
Non BBM			26.5	26.5	28.4	29.8	31.2	32.6
Etanol								
Biomassa	193.19	207.4	220.3	221.8	223.6	225.4	227.2	229.1
TOTAL	424.08	544.56	685.8	722.8	771.3	824.2	882.1	946.40

Tabel 10. Proyeksi Permintaan Energi Final Per Jenis Skenario Diversifikasi

(Juta SBM)

Jenis Energi Final (juta SBM)	proyeksi (tahun)							
	1990	1995	2000	2002	2004	2006	2008	2010
BBM	172.38	248.25	321.7	340.4	360	381	403.9	428.4
Batubara	9.41	16.92	22.4	27.5	34.7	42.7	51.7	61.8
Listrik	22.27	33.42	49	59	71.8	86.7	103.9	123.5
Gas	23.61	31.9	37.1	42.7	51.8	62.1	74	87.6
LPG	3.21	6.66	8.8	10.9	13.7	16.8	20.2	24.2
Non BBM			26.5	26.5	28.4	29.8	31.2	32.6
Etanol				3.4	4.9	8.6	13.3	19.4
Biomassa	193.19	207.4	220.3	230.8	234.9	243.6	252.8	262.7
TOTAL	424.08	544.56	685.8	766.3	833.9	871.3	951	1.040.2

Sumber: *Prakiraan energi Indonesia 2010,2002*

Gambar 18. Proyeksi Permintaan Energi Final Per Jenis Energi Di Indonesia Periode 2000-2010

Permintaan BBM selama 2000-2010 diperkirakan akan tumbuh rata-rata 5,6% per tahun dalam skenario dasar, dengan pertumbuhan PDB 5% per tahun. Pada tahun 2010 diperkirakan permintaan BBM mencapai 531 juta SBM, lebih besar daripada

kemampuan produksi minyak bumi pada saat ini yang hanya berkisar 500 juta SBM per tahun. Dengan konservasi energi 1% per tahun, pemakaian BBM pada tahun 2010 menjadi 480 juta SBM. Pada skenario diversifikasi, pemakaian BBM dapat diturunkan menjadi 428 juta SBM pada tahun 2010, dengan meningkatkan pemakaian energi non BBM. Permintaan LPG pada skenario dasar, di mana intensitas pemakaian energi dianggap tetap, diperkirakan akan tumbuh 3,8% per tahun. Dengan skenario diversifikasi, permintaan LPG diperkirakan akan tumbuh 10,6% per tahun, mendekati pertumbuhan pemakaian LPG pada dasawarsa sebelumnya. Dalam dasawarsa 1990-2000, pemakaian gas bumi tumbuh rata-rata 5% per tahun, suatu angka pertumbuhan yang relatif rendah dibandingkan dengan pertumbuhan energi yang lain. Pada skenario dasar, pertumbuhan permintaan gas bumi sama dengan pertumbuhan PDB, yaitu 5% per tahun. Pada skenario konservasi, pertumbuhan permintaan gas bumi sebesar 4% per tahun. Sementara itu, permintaan gas bumi tumbuh 9% per tahun pada skenario diversifikasi.