

# PEMANFAATAN ENERGI ALTERNATIF SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG SUBSTITUSI BBM

Imam Kholiq

Fakultas Teknik - Universitas Wijaya Putra Surabaya Jawa Timur Indonesia

Jln.Raya 1-3Benowo

Email : kholiqimam@gmail.com

## ABSTRACT

*Energy represent requirement of human being base, what increasing in line with its life storey; level. Oil fuel/fossil energy represent one the source energy having the character of do not newly (non sources energy renewable) which during the time representing pledge to fulfill requirement of energi in all activity sector. Properties of resource of energi in Indonesia, that is water power ( Hydropower), hot earth, earth gas, coal, peat, biomassa, biogas, wind, sea energy, sun and other can be exploited as alternative energy, replacing depended to oil fuel, what limited progressively goodness sum up and its reserve. Oil fuel hold very dominant position in accomplishment requirement of energi in country. Have to realize in this time Indonesia have imported crude oil and also oil fuel to fulfill requirement. Crisis of Energy which knock over world affect, world crude oil price height, having an effect on direct to activity of economics. Properties of resource energi, specially the source of new and new energi which we have, require to difikirkan to be exploited as alternative energi, replacing and lessening role of oil fuel in consumption of energi in Indonesia. On that pattern, Body Research and Development of University of wijaya Putra doing research with activity of Analysis Exploiting Of Resource of Energi Alternative To Is Ready of Energi Society in Indonesia, upon which policy of management of exploiting of resource of energi existing. Energi terbarukan To support BBM substitusi*

**Keywords:**Renewable energy Sustainability, Subtitusi BBM

## ABSTRAK

*Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengantingkat kehidupannya. Bahan bakar minyak/energi fosil merupakan salah satu sumberenergi yang bersifat tak terbarukan (non renewable energy sources) yang selama inimerupakan andalan untuk memenuhi kebutuhan energi di seluruh sektor kegiatan.Kekayaan sumber daya energi di Indonesia, yaitu tenaga air (Hydropower), panasbumi, gas bumi, batubara, gambut, biomassa, biogas, angin, energi laut, matahari danlainnya dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif, menggantikan ketergantunganterhadap bahan bakar minyak, yang semakin terbatas baik jumlah dan cadangannya. Bahan bakar minyak memegang posisi yang sangat dominan dalam pemenuhankebutuhan energi di dalam negeri. Harus disadari saat ini Indonesia telah mengimporminyak mentah maupun bahan bakar minyak untuk memenuhi kebutuhan tersebut.Krisis energi yang melanda dunia berdampak, tingginya harga minyak mentah dunia,berpengaruh langsung terhadap kegiatan perekonomian. Kekayaan sumber dayaenergi, khususnya sumber energi baru dan terbarukan yang kita miliki, perlu dipikirkan untuk dimanfaatkan sebagai energi alternatif, menggantikan danmengurangi peran bahan bakar minyak dalam konsumsi energi di Indonesia. Dalam rangka itu, Badan Penelitian dan Pengembangan Universitas wijaya Putramelakukan penelitian dengan kegiatan Analisis Pemanfaatan Sumber Daya EnergiAlternatif Untuk Penyediaan Energi Masyarakat di Indonesia, sebagai bahankebijakan pengelolaan pemanfaatan sumber daya energi yang ada.EnergiTerbarukanuntuk mendukung substitusi BBM.*

**Keywords:**Renewable energySustainability,Subtitusi BBM

---

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Bahan bakar minyak (BBM) memegang posisi yang sangat dominan dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional. Komposisi konsumsi energi nasional saat ini adalah BBM : 52,50%; Gas: 19,04%; Batubara: 21,52%; Air: 3,73%; Panas Bumi: 3,01%; dan Energi Baru: 0,2%. Kondisi demikian terjadi sebagai akibat dari kebijakan subsidi masa lalu terhadap bahan bakar minyak dalam upaya memacu percepatan pertumbuhan ekonomi. Suatu kenyataan yang tidak dapat dipungkiri bahwa produksi minyak bumi Indonesia mengalami penurunan akibat adanya penurunan secara alamiah dan semakin menipisnya cadangan. Menurunnya produksi minyak mentah kita dan tingginya harga minyak mentah dunia sangat berpengaruh terhadap kemampuan anggaran pembangunan. Selama ini bahan bakar minyak di Indonesia masih disubsidi oleh negara (melalui APBN), sehingga menjadi beban yang sangat berat bagi pemerintah. Untuk mengurangi beban subsidi tersebut pemerintah berusaha mengurangi ketergantungan kepada energi bahan bakar minyak, dengan mencari dan mengembangkan sumber energi lain yang murah dan mudah didapat. Harus disadari bahwa saat ini Indonesia telah mengimpor minyak mentah maupun BBM untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri. Hingga saat ini sumber energi minyak bumi masih menjadi sumber energi utama di dalam penggunaannya terutama dalam bidang kelistrikan, industri dan transportasi. Di tengah krisis energi saat ini timbul pemikiran untuk penganebaran energi (diversifikasi energi) dengan mengembangkan sumber energi lain sebagai energi alternatif untuk penyediaan konsumsi energi domestik. Indonesia memiliki beranekaragam sumber daya energi, seperti minyak dan gas bumi, panas bumi (geothermal), batubara, gambut, energi air, biogas, biomassa, matahari, angin, gelombang laut dan lain lain. Potensi sumber daya energi tersebut tersebar diseluruh daerah di Indonesia menurut karakteristik dan kondisi geologinya. Secara umum dalam pemakaian/konsumsi energi di Indonesia masih mengandalkan dan bergantung pada sumber daya energi minyak bumi. Kondisi real menunjukkan bahwa sumber daya energi minyak bumi akan habis dan memiliki keterbatasan baik persediaan dalam bentuk cadangannya. Di sisi lain permintaan sumber daya energi tersebut semakin meningkat menyebabkan harga minyak semakin tinggi sehingga mempunyai potensi pasar ekspor yang tinggi. Seharusnya minyak bumi dapat diandalkan sebagai sumber pemasukan bagi pendapatan negara dan hanya sebagai energi untuk keperluan tertentu yang secara teknologi harus menggunakan bahan bakar minyak. Energi listrik sebagai energi sekunder sangat populer digunakan diseluruh sektor kegiatan. P.T. Perusahaan Listrik Negara (Persero) sebagai badan usaha milik negara, menyelenggarakan tugas negara melakukan penyediaan dan pelayanan tenaga listrik, dalam membangkitkan tenaga listrik masih banyak menggunakan sumber daya energi minyak bumi. Suatu kondisi bahwa, perkembangan teknologi menunjukkan bahwa hampir seluruh peralatan rumah tangga, perkantoran, perhotelan dan peralatan-peralatan lainnya menggunakan energi listrik yang kesemuanya tersebut bergantung pada bahan bakar minyak. Sementara teknologi konversi energi untuk pembangkit listrik telah banyak ditemukan dengan berbagai skala dan kapasitas seperti energi sumber daya air (PLTA), energi sumber daya nuklir (PLTN), energi sumber daya panas bumi (Geothermal), energi biodiesel dan lain sebagainya. Ketergantungan pemanfaatan kepada minyak bumi ini tidak dapat dibiarkan, karena kebutuhan energi terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, meningkatnya industrialisasi dan perkembangan teknologi yang serba canggih dan mutakhir seperti pada saat sekarang ini. Komposisi penggunaan energi yang terlalu bersandar pada bahan bakar minyak harus segera dipikirkan dengan jalan menganebaran penggunaan sumber daya energi (diversifikasi energi) yang berbasis pada potensi dan kebutuhan yang ada pada saat ini. Dalam upaya tersebut perlu diketahui besaran penggunaan energi per sektor kegiatan, jenis sumber daya energi yang dapat digunakan, jenis pemanfaatan dan penggunaan energi, teknologi penggunaan energi, lokasi/penyebaran kegiatan penggunaan energi.

Pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan perlu dikembangkan mengingat peran dan harga BBM terus meningkat dan melambung tinggi sebagai pengganti untuk penyedia energi yang berkesinambungan. Berbagai cara yang dilakukan untuk mengetahui potensi sumber daya energi yang dapat dikembangkan di Indonesia, salah satunya adalah dengan melakukan pendataan. Berdasarkan data yang diperoleh dapat ditentukan langkah serta strategi dalam pemanfaatan dan

pengelolaan seluruh potensi sumber kekayaan alam terutama sumber daya energi yang ada untuk penyediaan kebutuhan energi pada wilayah tertentu dan jenis kegiatan, sehingga dapat ditetapkan strategi pemanfaatannya. Penganekaragaman penggunaan energi dengan memanfaatkan sumber daya energi setempat, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi minyak bumi, sehingga dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya energi minyak bumi harus benar-benar kepada yang membutuhkannya terutama yang menjadi skala prioritas. Namun implementasi sumber energi terbarukan sangat penting untuk segera dimulai. Di bawah ini dibahas secara singkat berbagai sumber energi terbarukan tersebut. Mengapa energi terbarukan? Energi Terbarukan harus segera dikembangkan secara nasional bila tetap tergantung energi fosil, ini akan menimbulkan setidaknya tiga ancaman serius yakni:

- 1) Menipisnya cadangan minyak bumi yang diketahui (bila tanpa temuan sumur minyak baru)
- 2) Kenaikan/ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, dan
- 3) Polusi gas rumah kaca (terutama CO<sub>2</sub>) akibat pembakaran bahan bakar fosil.

Kadar CO<sub>2</sub> saat ini disebut sebagai yang tertinggi selama 125,000 tahun belakangan [2]. Bila ilmuwan masih memperdebatkan besarnya cadangan minyak yang masih bisa dieksplorasi, efek buruk CO<sub>2</sub> terhadap pemanasan global telah disepakati hampir oleh semua kalangan. Hal ini menimbulkan ancaman serius bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi bahan bakar terbarukan yang ramah lingkungan perlu mendapatkan perhatian serius.

## 1.2 Model Penyediaan Energi

Model penyediaan energi akan mengalokasikan berbagai sumber energi primer untuk memenuhi kebutuhan energi. Asumsi penting yang dimasukkan ke dalam model penyediaan energi adalah:

- Pasokan dan kebutuhan gas bumi mengikuti Buku Neraca Gas Indonesia 2012-2025 (Kementerian ESDM), sedangkan untuk 2026-2030 mengikuti trend gas delivery. Ekspor gas bumi juga mengikuti Buku Neraca Gas Indonesia dan mempertimbangkan adanya impor gas sampai tahun 2030.
- Cadangan batubara dan minyak bumi mengikuti data dari Kementerian ESDM dengan status Januari 2012. Cadangan minyak yang dipertimbangkan adalah cadangan terbukti. Sedangkan cadangan batubara yang dipertimbangkan adalah cadangan tertambang dan cadangan terukur.
- Harga minyak mentah berdasarkan data tahun 2013 sebesar 105 \$/barel untuk harga saat ini (current price): dan diasumsikan naik secara linier menjadi 126\$/barel pada tahun 2035.
- Pengembangan CBM berdasarkan data dari IATMI (Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia) yang dipresentasikan dalam *The 5th International Indonesia CBM 2014*.
- Teknologi coal to liquid (CTL) yang dipertimbangkan: proses indirect coal liquefaction dengan kapasitas produksi 50 ribu barel/hari.
- Penambahan kilang minyak baru berdasarkan Peta Infrastruktur Kilang dari Direktorat Jenderal Migas, Kementerian ESDM tahun 2012 yang terdiri atas kilang minyak Plaju II, Balongan II, dan Tuban yang masing-masing dengan kapasitas 300 ribu barel/hari.
- Pembangkit listrik *super-critical boiler* untuk PLTU batubara 1000 MW di wilayah Jawa dimanfaatkan mulai tahun 2018.
- LNG receiving terminal dipertimbangkan.
- Biaya produksi pembangkit listrik hanya didasarkan pada keekonomiannya.
- Konservasi energi di sisi kebutuhan maupun di sisi penyediaan sudah dipertimbangkan melalui pemanfaatan teknologi yang efisien.

## 1.3 Pemutakhiran Data

Data-data penting yang digunakan dalam buku ini adalah sebagai berikut:

- Cadangan terbukti minyak bumi sebesar 3,74 miliar barel berdasarkan data Kementerian ESDM tahun 2012.
- Cadangan terbukti gas bumi sebesar 103,35 TCF berdasarkan data Kementerian ESDM tahun 2012.

- Cadangan batubara sebesar 28,9 miliar ton berdasarkan data dari Kementerian ESDM tahun 2012
- Sumberdaya CBM (Coal Bed Methane) sebesar 453TCF berdasarkan data dari Ditjen Migas, Kementerian ESDM dan dari IATMI. Sumber daya dan cadangan panas bumi sudah diperhitungkan per wilayah dengan total sebesar 29 GW berdasarkan data Kementerian ESDM tahun 2012.
- Potensi tenaga air sudah diperhitungkan per wilayah dengan total sebesar 26,3 GW berdasarkan *masterplan study for hydro power development in Indonesia* dari Nippon Koei tahun 2011.
- Pengembangan kelistrikan nasional berdasarkan Statistik Ketenagalistrikan 2013 dan Statistik EBTKE 2013 dari Kementerian ESDM serta RUPTL 2013-2022 dari PT. PLN (Persero).
- Kebijakan batubara berdasarkan kebijakan untuk membangun ketahanan dan kemandirian energi dari Ditjen Minerba, Kementerian ESDM tahun 2012.
- Kapasitas dan produksi kilang minyak Dumai-SP, Musi, Cilacap, Balongan, Balikpapan dan Kasim diperoleh dari hasil kunjungan ke Pertamina bulan April 2012.

### 1.3.1 Skenario Dasar

- Tahun dasar yang digunakan sebagai acuan dalam model adalah tahun 2012 dengan kurun waktu proyeksi 2013-2035.
- Pembahasan dalam buku ini menggunakan dua skenario yaitu skenario dasar dan skenario tinggi serta satu kasus, yaitu pengembangan energi untuk mendukung program substitusi BBM.
- Pada skenario dasar sudah mempertimbangkan substitusi minyak tanah ke LPG, realisasi program percepatan pembangunan pembangkit listrik 10.000 MW tahap pertama untuk pembangkit berbahan bakar batubara, dan tahap kedua untuk mendorong penggunaan EBT.
- Pada skenario dasar pertumbuhan PDB diasumsikan akan meningkat sejalan dengan target pertumbuhan PDB dari Bappenas pada kurun waktu 2015-2019 untuk skenario business as usual. Pada kurun waktu tersebut pertumbuhan PDB meningkat rata-rata sebesar 6% per tahun. Pertumbuhan PDB untuk kurun waktu 2020-2035 mengikuti tahun-tahun sebelumnya.

### 1.3.2 Skenario Tinggi

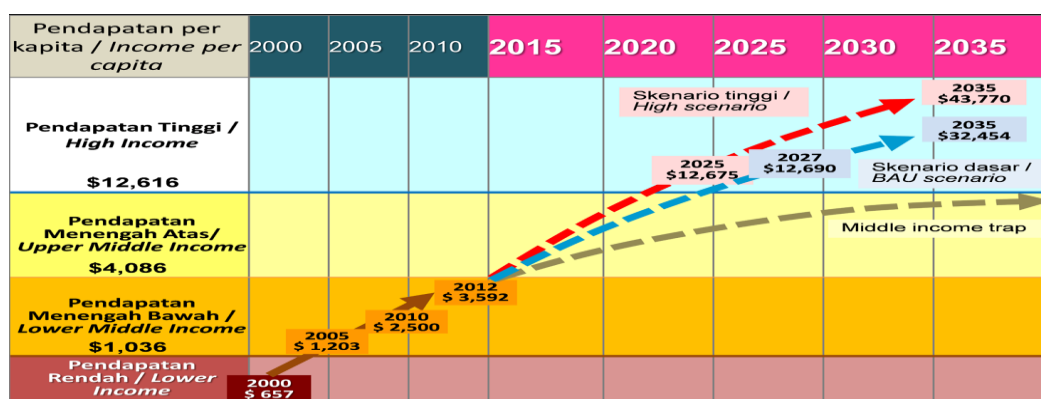
- Pada skenario tinggi, asumsi yang digunakan sama dengan skenario rendah kecuali pertumbuhan ekonomi.
- Pada skenario tinggi pertumbuhan PDB diasumsikan akan meningkat sejalan dengan target Bappenas tahun 2015-2019 untuk skenario *comprehensive reform*. Pada kurun waktu tersebut pertumbuhan PDB meningkat rata-rata sebesar 7% per tahun. Pertumbuhan PDB untuk kurun waktu 2020-2035 mengikuti tahun-tahun sebelumnya.
- Skenario dasar dan tinggi keduanya sudah mempertimbangkan upaya untuk melepaskan diri dari jebakan negara berpendapatan menengah (*middle income trap*). Indonesia harus mencapai pendapatan per kapita 12.616 dolar dalam beberapa tahun mendatang untuk dapat menjadi negara maju. Pemerintah perlu mendorong produktivitas nasional melalui peningkatan inovasi pada teknologi dan tidak lagi bergantung pada produksi sumber daya alam dan upah buruh yang rendah.

Tabel 1.1 Asumsi untuk skenario dasar dan skenario tinggi

Keterangan / Note	Satuan / Unit	Tahun / Year					
		2012	2015	2020	2025	2030	2030
Populasi / Population	Juta / Million	245.4	255.4	271.0	284.8	296.4	305.6
Pertumbuhan rata-rata / Average growth	%/tahun %/year/	1.40	1.40	1.19	1.19	0.08	0.08
Harga Minyak / Crude Oil Price	USD/barrel						
	Constant 2010	107.0	94.4	86.3	83.7	81.1	78.7
	%/tahun %/year	112.7	104.9	105.1	111.8	118.9	126.4
Harga Batubara / Coal Price	USD/ton						
	Constant 2010	90.7	72.5	74.5	76.5	78.5	80.7
	USD/barrel						
Harga LNG/LNG Price	USD/MMBTU						
	Constant 2010	15.9	13.8	10.4	9.9	9.8	9.6
	Current Price	16.7	15.3	12.6	13.3	14.3	15.4
Skenario Rendah / Business as Usual (BAU) Scenario							
PDB / GDP	Triliun Rupiah/ Trillion Rupiah						
	Constant 2010	2,619	3,110	4,431	6,620	9,795	14,193
	Current Price	8,229	11,636	22,057	43,323	84,271	160,542
Pertumbuhan PDB /GDP Growth	%/tahun %/year	6.2	6.1	8.0	8.4	8.0	7.5

### 1.3.3 Kasus

Kasus pengembangan energi untuk mendukung program substitusi BBM akan membahas pengembangan energi alternatif untuk mengurangi penggunaan BBM baik di sektor transportasi maupun sektor industri. Pembahasan akan meliputi prospek biodiesel sebagai bahan bakarpengganti solar, pengembangan perkebunan energi berbasis kelapa sawit, prospek CNG sebagai bahan bakar pengganti bensin dan prospek pengembangan bioetanol.

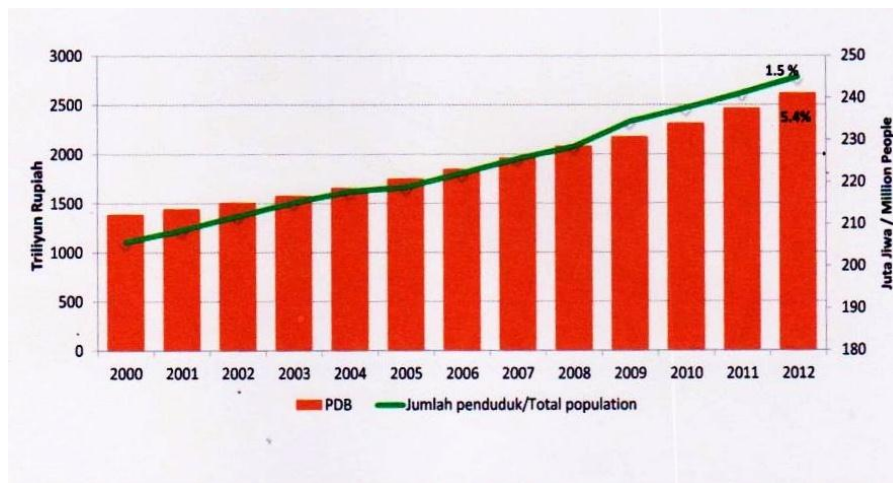


Gambar 1. Asumsi pertumbuhan ekonomi (Data Bank Dunia 2013 dan asumsi sendiri)

## BAB 2. KONDISI DAN PERMASALAHAN ENERGI SAAT INI

### 2.1 Produk Domestik Bruto dan Penduduk

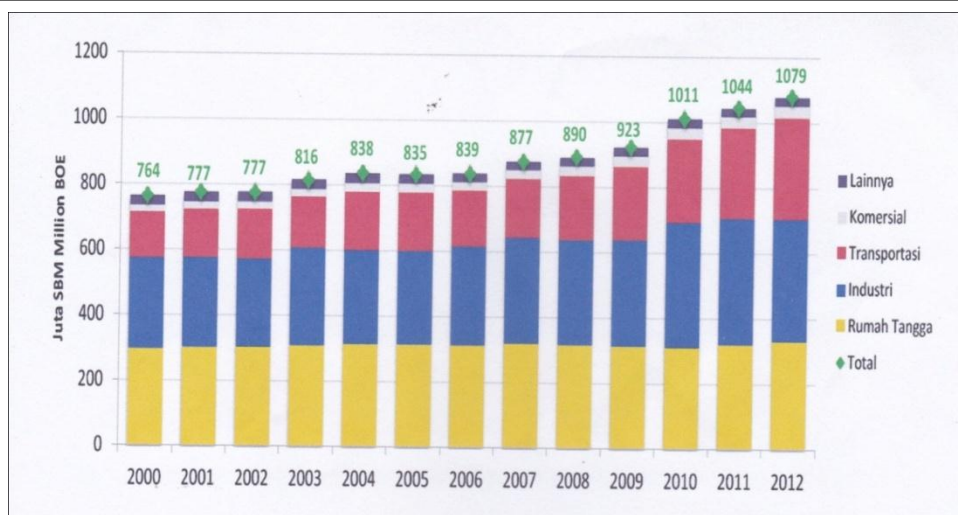
Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2012 mencapai 245 juta jiwa atau meningkat rata-rata sebesar 1,51% pertahun sejak tahun 2000. Pada saat ini sekitar 54% penduduk tinggal di wilayah perkotaan. Sedangkan produk domestik bruto (PDB) pada tahun 2012 mencapai 2.619 triliun rupiah (harga konstan tahun 2000) dengan laju pertumbuhan PDB rata-rata selama 12 tahun terakhir mencapai 5,4%. Pada tahun 2012, pertumbuhan ekonomi nasional mencapai sebesar 6,3% per tahun yang lebih rendah dari pertumbuhan pada tahun 2011 yakni sebesar 6,5%. Pendapatan per kapita meningkat dari 6,7 juta rupiah per kapita pada tahun 2000 menjadi 34,1 juta Rupiah per kapita pada tahun 2012. Berdasarkan kriteria Bank Dunia, Indonesia pada tahun 2012 termasuk negara berpendapatan menengah bawah dengan pendapatan sebesar 3,592 dolar per kapita.



Gambar 2. Jumlah penduduk dan produk domestik bruto

#### 2.2.1 Konsumsi Energi Final per Sektor

Konsumsi energi final (termasuk biomasa) pada kurun waktu 2000-2012 meningkat dari 764 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 1.079 juta SBM pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata 2,91% per tahun. Konsumsi energi final tersebut tidak mempertimbangkan other petroleum products, seperti pelumas, aspal, dan lainnya, di sektor industri. Pada tahun 2012 pangsa terbesar penggunaan energi adalah sektor industri (34,8%) diikuti oleh sektor rumah tangga (30,7%), transportasi (28,8%), komersial (3,3%), dan lainnya (2,4%). Selama kurun waktu 2000-2012, sektor transportasi mengalami pertumbuhan terbesar yang mencapai 6,92% per tahun, diikuti sektor komersial (4,58%), dan sektor industri (2,51%). Sedangkan untuk pertumbuhan di sektor rumah tangga hanya sebesar 0,92%, dan sektor lainnya mengalami penurunan sebesar 0,94%. Tingginya laju pertumbuhan konsumsi energi final di sektor transportasi disebabkan pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor dari kurun waktu 2000-2012 yang mencapai sekitar 14,3% per tahun. Sektor rumah tangga mempunyai pertumbuhan konsumsi energi yang rendah karena terjadi perubahan penggunaan peralatan dan teknologi yang lebih efisien serta beralihnya penggunaan kayu bakar digantikan penggunaan energi komersial seperti LPG dan listrik.

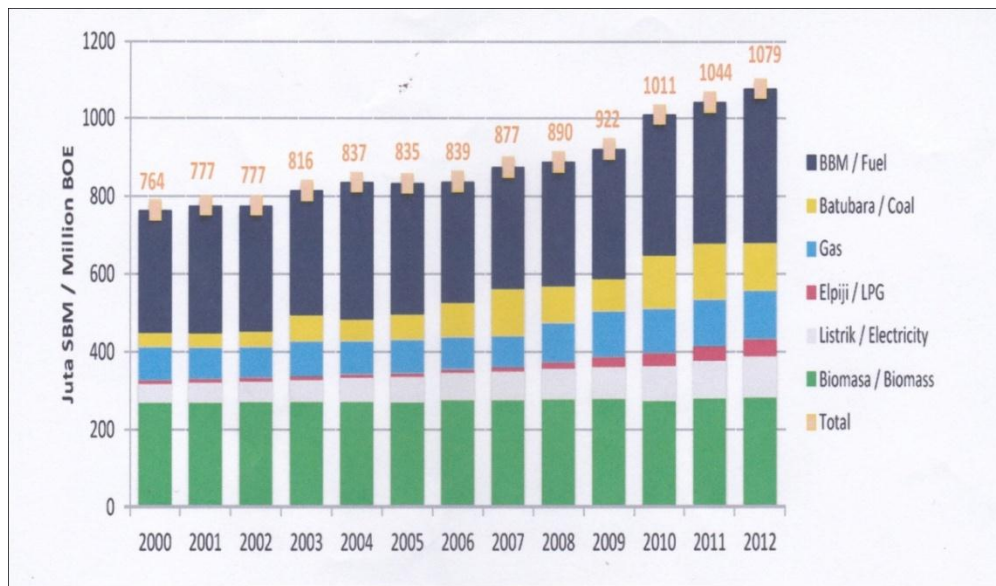


Gambar 2. Konsumsi energi final per sektor

### 2.2.2 Konsumsi Energi Final Per Jenis

Konsumsi energi final menurut jenis selama tahun 2000-2012 masih didominasi oleh BBM (avtur, avgas, bensin, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel, dan minyak bakar). Selama kurun waktu tersebut, total konsumsi BBM meningkat dari 315 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 398 juta SBM pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata 1,9% per tahun. Pada tahun 2000, konsumsi minyak solar termasuk minyak diesel mempunyai pangsa terbesar (42%) disusul minyak tanah (23%), bensin (23%), minyak bakar (10%), dan avtur (2%). Selanjutnya pada tahun 2012 urutannya berubah menjadi bensin (50%), minyak solar (37%), avtur (7%), minyak tanah (4%), dan minyak bakar (2%). Perubahan pola konsumsi BBM tersebut disebabkan oleh tingginya laju konsumsi bensin kendaraan pribadi, tingginya laju konsumsi avtur/avgas oleh pesawat udara, terjadinya diversifikasi energi di sektor industri, dan adanya program substitusi minyak tanah dengan LPG di sektor rumah tangga. Konsumsi batubara meningkat pesat dari 36,1 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 123 juta SBM pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata 9,9% per tahun. Seluruh batubara tersebut digunakan untuk memasok kebutuhan energi sektor industri, terutama untuk industri semen, industri tekstil, serta industri kertas. **Konsumsi gas bumi meningkat dari 87,2 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 125,3 juta SBM pada tahun 2012 dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,8% per tahun.** Keterbatasan infrastruktur transmisi dan distribusi gas nasional menyebabkan pasokan gas bumi untuk memenuhi kebutuhan industri terbatas. Konsumsi listrik dalam kurun waktu tahun 2000-2012 mengalami pertumbuhan rata-rata 6,2% per tahun, masih lebih rendah dibanding batubara (9,9%), dan LPG (13,5%). Hal ini menyebabkan rasio elektrifikasi nasional masih 75,8% pada tahun 2012 yang berarti 24,8% penduduk Indonesia belum dialiri listrik. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat elektrifikasi Indonesia masih rendah jika dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lain seperti Singapura 100%, Malaysia 99,4%, Filipina 89,7%, dan Vietnam 97,6%.





Gambar 3. Konsumsi energi final per jenis

#### 2.4.1 Potensi Sumber Daya Energi Fosil

Energi fosil yang terdiri atas batubara, minyak, dan gas merupakan sumber daya energi yang utama di Indonesia. Sebagian besar dari sumber daya maupun cadangan batubara yang dapat ditambang berada di wilayah Sumatera dan Kalimantan, terutama Sumatera Selatan dan Kalimantan Timur. Antara 2011-2012 terjadi penurunan sumberdaya batubara dari 120 miliar ton menjadi 119 miliar ton, sementara cadangannya bertambah dari 28 milyar ton menjadi 29 milyar ton. Dengan tingkat produksi batubara 353 juta ton pada 2011 dan 386 juta ton pada 2012, maka rasio cadangan terhadap produksi (R/P) batubara tersebut turun dari 79 pada tahun 2011 menjadi 75 tahun pada tahun 2012. Pada tahun 2011, total cadangan minyak Indonesia sebesar 7,73 milyar barel yang terdiri atas sekitar 4,04 miliar barel cadangan terbukti (proven) dan 3,69 miliar barel cadangan potensial. Pada 2012, total cadangan minyak tersebut menurun menjadi 7,41 milyar barel yang terdiri atas 3,74 milyar barel cadangan terbukti dan 3,67 milyar barel cadangan potensial. Berdasarkan tingkat produksi minyak bumi sebesar 329 juta barel pada 2011 dan 315 juta barel pada 2012, rasio cadangan produksi (R/P) minyak bumi adalah sekitar 12 tahun baik pada 2011 maupun 2012. Sumber cadangan minyak tersebut sebagian besar berada di luar Jawa, terutama di Sumatera yang mencapai pangsa lebih dari 60 persen. Cadangan minyak lainnya tersebar antara lain di Kalimantan, Papua, Sulawesi, dan Maluku. Lebih dari 8 persen dari cadangan minyak tersebut berada di Kalimantan. Sementara cadangan minyak di Jawa mencapai sekitar 21 persen dari total cadangan nasional. Total cadangan gas bumi 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. Berdasarkan rasio cadangan produksi sumber energi fosil tersebut, potensi pemanfaatan batubara merupakan yang paling tinggi, yaitu sekitar 75 tahun lagi akan habis, sedangkan potensi gas masih dapat bertahan sampai hampir 33 tahun lagi. Minyak merupakan sumber energi fosil yang potensinya paling kecil, yaitu masih dapat dimanfaatkan hanya sekitar 12 tahun lagi, bila tidak ditemukan cadangan baru.



Total cadangan gas bumi pada 2011 mencapai sekitar 153TSCF 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. Berdasarkan rasio cadangan produksi sumber energi fosil tersebut, potensi pemanfaatan batubara merupakan yang paling tinggi, yaitu sekitar 75 tahun lagi akan habis, sedangkan potensi gas masih dapat bertahan sampai hampir 33 tahun lagi. Minyak merupakan sumber energi fosil yang potensinya paling kecil, yaitu masih dapat dimanfaatkan hanya sekitar 12 tahun lagi, bila tidak ditemukan cadangan baru.

Tabel 2. Potensi sumber daya energi fosil 2011-2012 (CDIEMR, 2012; 2013)

Jenis Energi / Energy Type	Tahun / Year	Cadangan potensial / Potential Reserve	Cadangan Terbukti / Proven Reserve	Total
Minyak Bumi (Miliar Barel) / Oil (Billion Barrel)	2011	3.69	4.04	7.73
	2012	3.67	3.74	7.41
Gas Bumi (TSCF) / Gas (TSCF)	2011	48.18	104.71	152.89
	2012	47.35	103.35	150.70
		Sumber Daya / Resource	Cadangan / Reserve	
Batubara (Miliar Ton) / Coal (Billion Ton)	2011	120.33	28.01	
	2012	119.42	28.97	

### 3. ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG SUBSTITUSI BBM

#### 3.1 Langkah-Langkah Kebijakan

Kebijakan Energi Terbarukan dilaksanakan melalui :

##### 3.1.1 Konservasi Energi

Mendorong pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar-benar diperlukan.

- Konservasi di sisi pembangkit, yang didahului oleh audit energi
- Mengurangi pemakaian listrik yang bersifat konsumtif, keindahan, kenyamanan
- Mengganti peralatan yang tidak efisien
- Mengatur waktu pemakaian peralatan listrik

##### 3.1.2 Diversifikasi Energi

Upaya penganekaragaman penyediaan pemanfaatan berbagai sumber energi dalam rangka optimasi penyediaan energi. Dalam rangka diversifikasi, penggunaan energi dari non-renewable energy resources ke renewable energy resources, misalnya:

1. Menggagas upaya mengganti BBM dengan Bio-diesel (Bio-Solar ) dan Bio-Etanol
2. Mendorong pembangunan PLT mikrohidro di pedesaan
3. Mengurangi peran pembangkit BBM dan menggantikannya dengan pembangkit non-BBM (campuran 10 persen biodiesel dan 90 persen solar) menjadi Rp 2.400 per liter, suatu harga yang tidak terlalu tinggi untuk bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Dengan kebutuhan solar Indonesia sekitar 23 juta ton per tahun (7,2 juta ton di impor), penggunaan B-10 akan antaranya memerlukan 2,3 juta ton biodiesel, atau setara dengan 2,415 juta ton CPO yang dapat dihasilkan dari

sekitar 700.000 hakebun kelapa sawit, dan dapat menghidupisekitar 350.000 keluarga petani kelapasawit, dengan asumsi kepemilikan lahan seluas 2 ha per keluarga. Banyak keuntungan dari pemakaian biodiesel. Jenis bahan bakar ini tidak mengandung sulfur dan senyawa benzen yang karsinogenik, sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang lebih bersih dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan solar. Perbedaan antara biodiesel dan solar terutama pada komposisinya. Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, sedangkan solar adalah hidrokarbon. Pada dasarnya tidak perlu ada modifikasi mesin diesel apabila bahan bakarnya menggunakan biodiesel. Biodiesel bahkan mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, injektor dan selang. Biodiesel tidak menambah efek rumah kaca seperti halnya solar, karena karbon yang dihasilkan masih dalam siklus karbon. Energi yang dihasilkan oleh biodiesel serupa dengan solar, sehingga engine torque dan tenaga kuda yang dihasilkan juga serupa. Selain itu biodiesel menghasilkan tingkat pelumasan mesin yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Sumber : Suara Pembaruan (20/6/05)

### **3.1.3 Intensifikasi Energi**

Upaya pencarian sumber energi baru agar dapat meningkatkan cadangan energi guna dimanfaatkan menghasilkan tenaga listrik Pembangunan PLT Angindengan lokasi tersebar (2 unit diharapkan selesai 2006, dan 10 unit selesai setelah 2006) Pembangunan PLT Hybrid di daerah terpencil.

### **3.1.4 Prospek Biodiesel dan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Solar dan Bensin (BBM)**

Pemerintah mempercepat pemanfaatan biodiesel dengan meningkatkan target mandatori pemanfaatan biodiesel di seluruh sektor (transportasi PSO dan non PSO, industri, komersial, dan pembangkit listrik) melalui perubahan terhadap Peraturan Menteri ESDM 32/2008. Dengan Peraturan Menteri ESDM 25/2013 dengan target mandatori yang lebih tinggi. Pada tahun 2015 target biosolar pada transportasi PSO dari 5% menjadi 10%, Industri dari 10% menjadi 20% dan listrik dari 15% menjadi 30%. Pada tahun 2014 ditargetkan substitusi mencapai 4 juta kl, sehingga dalam satu tahun ke depan diharapkan terjadi penurunan impor BBM jenis solar dengan penghematan devisa sebesar 3.1 juta dolar. Pemerintah mempercepat pemanfaatan biodiesel dengan meningkatkan target mandatori pemanfaatan biodiesel di seluruh sektor (transportasi PSO dan non PSO, industri, komersial, dan pembangkit listrik) melalui perubahan terhadap Peraturan Menteri ESDM 32/2008. Dengan Peraturan Menteri ESDM 25/2013 dengan target mandatori yang lebih tinggi. Pada tahun 2015 target biosolar pada transportasi PSO dari 5% menjadi 10%, Industri dari 10% menjadi 20% dan listrik dari 15% menjadi 30%. Pada tahun 2014 ditargetkan substitusi mencapai 4 juta kl, sehingga dalam satu tahun ke depan diharapkan terjadi penurunan impor BBM jenis solar dengan penghematan devisa sebesar 3.1 juta dolar.

## **3.2 Potensi Sumber Energi Terbarukan di Indonesia**

### **3.2.1 Energi Panas Bumi**

Sebagai daerah vulkanik, wilayah Indonesia sebagian besar kaya akan sumber energi panas bumi. Jalur gunung berapi membentang di Indonesia dari ujung Pulau Sumatera sepanjang Pulau Jawa, Bali, NTT, NTB menuju Kepulauan Banda, Halmahera, dan Pulau Sulawesi. Panjang jalur itu lebih dari 7.500 km dengan lebar berkisar 50-200 km dengan jumlah gunung api baik yang aktif maupun yang sudah tidak aktif berjumlah 150 buah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di sepanjang jalur itu, terdapat 217 daerah prospek panas bumi. Potensi energi panas bumi total adalah 19.658 MW dengan rincian di Pulau Jawa 8.100 MW, Pulau Sumatera 4.885 MW, dan sisanya tersebar di Pulau Sulawesi dan kepulauan lainnya. Sumber panas bumi yang sudah dimanfaatkan saat ini adalah 803 MW. Biasanya data energi panas bumi dapat dikelompokkan ke dalam data energi cadangan dan energi sumber. Biaya investasi ada dua macam. Pertama biaya eksplorasi dan pengembangan sebesar 500-1.000 dollar AS/kW:1. Kedua, biaya pembangkit sebesar 1.500 dollar/kW (kapasitas 15 MW), 1.200 dollar/kW (kapasitas 30 MW), dan 910 dollar/kW (kapasitas 55 MW). 2. Untuk biaya energi dari panas bumi adalah 3-5 sen/kWh.

### 3.2.2 Energi Air

Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air. Itu disebabkan kondisi topografi Indonesia bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai dan daerah-daerah tertentu mempunyai danau/waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah salah satu teknologi yang sudah terbukti (proven), tidak merusak lingkungan, menunjang diversifikasi energi dengan memanfaatkan energi terbarukan, menunjang program pengurangan pemanfaatan BBM, dan sebagian besar memakai kandungan lokal. Besar potensi energi air di Indonesia adalah 74.976 MW, sebanyak 70.776 MW ada di luar Jawa, yang sudah dimanfaatkan adalah sebesar 3.105,76 MW sebagian besar berada di Pulau Jawa. Pembangunan setiap jenis pembangkit listrik didasarkan pada kelayakan teknis dan ekonomis dari pusat listrik serta hasil studi analisis mengenai dampak lingkungan. Sebagai pertimbangan adalah tersedianya sumber energi tertentu, adanya kebutuhan (permintaan) energi listrik, biaya pembangkitan rendah, serta karakteristik spesifik dari setiap jenis pembangkit untuk mendukung beban dasar (base load) atau beban puncak (peak load). Selain PLTA, energi mikrohidro (PLTMH) yang mempunyai kapasitas 200-5.000 kW potensinya adalah 458,75 MW, sangat layak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di daerah pedesaan di pedalaman yang terpencil ataupun pedesaan di pulau-pulau kecil dengan daerah aliran sungai yang sempit. Biaya investasi untuk pengembangan pembangkit listrik mikrohidro relatif lebih murah dibandingkan dengan biaya investasi PLTA. Hal ini disebabkan adanya penyederhanaan standar konstruksi yang disesuaikan dengan kondisi pedesaan. Biaya investasi PLTMH adalah lebih kurang 2.000 dollar/kW, sedangkan biaya energi dengan kapasitas pembangkit 20 kW (rata-rata yang dipakai di desa) adalah Rp 194/kWh.

### 3.2.3 Energi Tumbuhan (Bio Energi)

#### 3.2.3.1 Energi Tumbuhan

Tahun 2025 menargetkan penggunaan bahan bakar alternatif biofuel sebesar dua puluh lima persen. Target lima persen dicapai tahun 2010, meningkat menjadi 20 persen pada tahun 2020, dan 25 persen pada tahun 2025

##### a. Alkohol.

Pada tahun 1995 Departemen Pertambangan dan Energi melaporkan dalam Rencana Umum Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan bahwa produksi etanol sebagai bahan baku tetes mencapai 35-42 juta liter per tahun. Jumlah itu akan mencapai 81 juta liter per tahun bila seluruh produksi tetes digunakan untuk membuat etanol. Saat ini sebagian dari produksi tetes itu diekspor ke luar negeri dan sebagian lagi dimanfaatkan untuk keperluan industri selain etanol.

##### b. Biodiesel

Akhir tahun 2004 luas total perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 5,3 juta hektare (ha) dengan produksi minyak kelapa sawit (crude palm oil/CPO) sebesar 11 juta ton. Perkembangan perkebunan sawit ini masih terus berlanjut dan diperkirakan dalam lima tahun mendatang Indonesia akan menjadi produsen CPO terbesar di dunia dengan total produksi sebesar 15 juta ton per tahun. Salah satu produk hilir dari minyak sawit yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif, terutama untuk mesin diesel. Dengan semakin tingginya harga minyak bumi akhir-akhir ini, sudah saatnya apabila Indonesia mulai mengembangkan biodiesel, baik untuk konsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor. Harga biodiesel murni sangat bergantung pada harga CPO yang selalu berfluktuasi. Untuk skala besar, pada harga CPO US\$ 400 per ton, harga biodiesel diperkirakan mencapai sekitar US\$ 560 per ton, sehingga harga B-10 (campuran 10 persen biodiesel dan 90 persen solar) menjadi Rp 2.400 per liter, suatu harga yang tidak terlalu tinggi untuk bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Dengan kebutuhan solar Indonesia sekitar 23 juta ton per tahun (7,2 juta ton diantaranya diimpor), penggunaan B-10 akan memerlukan 2,3 juta ton biodiesel, atau setara dengan 2,415 juta ton CPO yang dapat dihasilkan dari sekitar 700.000 hektare kebun kelapa sawit, dan dapat menghidupi sekitar 350.000 keluarga petani kelapa sawit, dengan asumsi kepemilikan lahan seluas 2 ha per keluarga. Banyak keuntungan dari pemakaian biodiesel. Jenis bahan bakar ini

tidak mengandung sulfur dan senyawa benzeneyang karsinogenik, sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang lebih bersih dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan solar. Perbedaan antara biodiesel dan solar terutama pada komposisinya. Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, sedangkan solar adalah hidrokarbon. Pada dasarnya tidak perlu modifikasi mesin diesel apabila bahan bakarnya menggunakan biodiesel. Biodiesel bahkan mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, injektor dan selang. Biodiesel tidak menambah efek rumah kaca seperti halnya solar, karena karbon yang dihasilkan masih dalam siklus karbon. Energi yang dihasilkan oleh biodiesel serupa dengan solar, sehingga engine torque dan tenaga kuda yang dihasilkan juga serupa. Selain itu biodiesel menghasilkan tingkat pelumasan mesin yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Sumber : Suara Pembaruan (20/6/05)

### c. Biomassa/Biogas

Biomassa merupakan sumber energi primer yang sangat potensial di Indonesia, yang dihasilkan dari kekayaan alamnya berupa vegetasi hutan tropika. Biomassa bisa diubah menjadi listrik ataupun panas dengan proses teknologi yang sudah mapan. Selain biomassa seperti kayu, dari kegiatan industri pengolahan hutan, pertanian dan perkebunan, limbah biomassa (Tabel 2) yang sangat besar jumlahnya pada saat ini juga belum dimanfaatkan dengan baik. Municipal solid waste (MSW) di kota-kota besar merupakan limbah kota yang utamanya adalah berupa biomassa, menjadi masalah yang serius karena menggugulungkannya adalah potensi energi yang bisa dimanfaatkan dengan baik. Limbah biomassa padat dari sektor kehutanan, pertanian, dan perkebunan adalah limbah pertama yang paling berpotensi dibandingkan misalnya limbah limbah padi, jagung, ubi kayu, kelapa, kelapa sawit dan tebu. Besarnya potensi limbah biomassa padat di seluruh Indonesia adalah 49.807,43 MW. Dengan pematangan teknologi budidaya tanaman, dimungkinkan pengembangan hutan energi untuk pengadaan biomassa sesuai dengan kebutuhan dalam jumlah yang banyak dan berkelanjutan. Selain limbah biomassa padat, energi biogas bisa dihasilkan dari limbah kotoran hewan, misalnya kotoran sapi, kerbau, kuda, dan babi juga dijumpai di seluruh provinsi Indonesia dengan kuantitas yang berbeda-beda. Pemanfaatan energi biomassa dan biogas di seluruh Indonesia sekitar 167,7 MW yang berasal dari limbah tebu dan biogas sebesar 9,26 MW yang dihasilkan dari proses gasifikasi. Biaya investasi biomassa adalah berkisar 900 dollar/kW sampai 1.400 dollar/kW dan biaya energinya adalah Rp 75/kW-Rp 250/kW.

### 3.2.4 Energi Samudra/Laut

Di Indonesia, potensi energi samudra/laut sangat besar karena Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 17.000 pulau dan garis pantai sepanjang 81.000 km, terdiri dari laut dalam, laut dangkal dan sekitar 9.000 pulau-pulau kecil yang tidak terjangkau arus listrik Nasional, dan penduduknya hidup dari hasil laut. Dengan perkiraan potensi semacam itu, seluruh pantai di Indonesia dapat menghasilkan lebih dari 2 ~ 3 Terra Watt Ekwivalensi listrik, diasumsikan 1% dari panjang pantai Indonesia (~ 800 km) dapat memasok minimal ~16 GWatt atau sama dengan pasokan seluruh listrik di Indonesia tahun 2005. Energi samudra ada empat macam, yaitu energi panas laut, energi pasang surut, energi gelombang, energi arus laut. Prinsip kerja masing-masing :

### 3.2.5 Sel Bahan Bakar ("Fuel Cell")

Bahan baku utama sebagai sumber energi sel bahan bakar adalah gas hidrogen. Gas hidrogen dapat langsung digunakan dalam pembangkit energi listrik dan mempunyai kerapatan energi yang tinggi. Beberapa alternatif bahan baku seperti methane, air laut, air tawar, dan unsur-unsur yang mengandung hidrogen dapat pula digunakan namun diperlukan sistem pemurnian sehingga menambah jumlah *system cost* pembangkitnya. Biaya investasi belum bisa diketahui karena masih banyak penelitian yang

1. Energi panas laut yaitu dengan menggunakan beda temperatur antara temperatur di permukaan laut dan temperatur di dasar laut.
2. Energi pasang surut dengan menggunakan beda ketinggian antara laut pasang terbesar dan laut surut terkecil.
3. Energi gelombang adalah dengan menggunakan besar ketinggian gelombang dan panjang gelombang.

#### 4. Energi arus laut prinsip kerjanya persis sama dengan turbin angin.

Dengan menggunakan turbin akan dihasilkan energi listrik. Potensi energi panas laut di Indonesia bisa menghasilkan daya sekitar 240.000 MW, tetapi secara teknologi, pembangkit listrik tenaga laut belum dikembangkan dan dikuasai sedangkan untuk energi pasang surut dan energi gelombang masih sulit diprediksi karena masih banyak ragam penelitian yang belum bisa didata secara rinci. Keempat energi samudra di atas di Indonesia masih belum terimplementasikan karena masih banyak faktor sehingga sampai saat ini masih taraf wacana dan penelitian. Biaya investasi belum bisa diketahui di Indonesia tetapi berdasarkan uji coba di beberapa negara industri maju adalah berkisar 9 sen/kWh hingga 1 sen/kWh sangat bervariasi yang belum bisa dipakai sebagai patokan.

#### 3.2.6 Angin

Secara umum Indonesia masuk kategori negara tanpa angin, mengingat bahwa kecepatan angin minimum rata-rata yang secara ekonomis dapat dikembangkan sebagai penyedia jasa energi adalah 4m/dt. Kendatipun demikian ada beberapa wilayah dimana sumber energi angin kemungkinan besar layak dikembangkan. Wilayah tersebut antara lain Nusa Tenggara Timur (NTT), Nusa Tenggara Barat (NTB), Sulawesi Selatan dan Tenggara, Pantai Utara dan Selatan Jawa dan Karimun Jawa. Skala pemanfaatan Tenaga angin pada umumnya dikelompokkan dalam skala kecil, menengah dan besar.

#### 3.2.7 Surya

Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia menunjukkan bahwa radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran :

- Kawasan barat Indonesia (KBI) = 4.5 kWh/m<sup>2</sup>.hari, variasi bulanan sekitar 10%
- Kawasan timur Indonesia (KTI) = 5.1 kWh/m<sup>2</sup>.hari, variasi bulanan sekitar 9%
- Rata-rata Indonesia = 4.8 kWh/m<sup>2</sup>.hari, variasi bulanan sekitar 9%. Hal ini mengisyaratkan bahwa:
- radiasi surya tersedia hampir merata sepanjang tahun,
- kawasan timur Indonesia memiliki penyinaran yang lebih baik. Energi surya dapat dimanfaatkan melalui dua macam teknologi yaitu energi surya termal dan surya fotovoltaik.

#### a. Surya Fotovoltaik

Energi surya atau lebih dikenal sebagai solar cell atau *photovoltaic cell*, merupakan sebuah divais semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n, yang mampu merubah langsung energi surya menjadi energi listrik.

#### b. Surya Termal

Sebagian besar dan secara komersial, pemanfaatan energi surya termal banyak digunakan untuk penyediaan air panas rumah tangga, khususnya rumah tangga perkotaan. Jumlah pemanas air tenaga surya (PATS) diperkirakan berjumlah 150.000 unit dengan total luasan kolektor sebesar 400.000 m<sup>2</sup>. Secara non-komersial dan tradisional, energi surya termal banyak digunakan untuk keperluan pengeringan berbagai komoditas pertanian, perikanan, perkebunan, industri kecil, dan keperluan rumah tangga. Secara komersial, energi surya mempunyai potensi ekonomi untuk penyediaan panas proses suhu rendah (s/d 90<sup>o</sup> C) menggunakan sistem energi surya termik (SEST) bagi keperluan pengolahan pasca panen komoditas tersebut dengan lebih efektif dan efisien. Pengalaman menunjukkan bahwa penerapan SEST untuk pengeringan dapat memberikan berbagai nilai tambah yang tinggi berupa peningkatan dan jaminan kualitas produk, mengurangi rugi-rugi (*losses*) material selama produksi (a.l. rusak dan hilang), dan waktu pengolahan yang lebih singkat. Meskipun belum banyak dikembangkan, pemanfaatan energi surya termal untuk proses disalinasi pada daerah atau pemukiman dekat pantai kemungkinan besar akan berkembang mengingat mulai munculnya banyak kesulitan air di kawasan-kawasan tersebut.

#### 3.2.8 Panas Bumi

Berdasarkan survei menunjukkan bahwa terdapat 70 lokasi panas bumi bertemperatur tinggi dengan kapasitas total mencapai 19.658 MW. Sebagian besar dari lokasi tersebut belum dilakukan eksploitasi secara intensif.

### 3.2.9 Energi Nuklir

Kebutuhan energi nasional dari tahun ke tahun semakin meningkat, terutama kebutuhan energi listrik. Peningkatan tersebut sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi, laju pertumbuhan penduduk, dan pesatnya perkembangan sektor industri. Untuk memenuhi kebutuhan energi nasional tidak cukup hanya mengandalkan sumber energi yang ada, karena sumber energi kita sudah banyak terkuras selama beberapa tahun terakhir. Untuk itu, perlu mencari sumber energi alternatif yang lain yang cukup potensial untuk menggantikannya, misalnya energi baru dan terbarukan. Energi nuklir adalah energi baru yang perlu dipertimbangkan karena energi ini bisa menghasilkan energi yang dalam order yang besar sampai ribuan megawatt, tetapi harus memperhatikan beberapa aspek. Aspek itu antara lain aspek keselamatan, sosial, ekonomi, teknis, sumber daya manusia, dan teknologi.

#### a. Manfaat PLTN

- Penggunaan untuk Pembangkitan Listrik
- Diversifikasi : pasokan energi dalam bentuk listrik
- Konservasi: penghematan penggunaan sumber daya energi nasional
- Pelestarian Lingkungan : Mengurangi emisi gas rumah kaca (*GHC*) secara signifikan
- Penggunaan untuk Non Listrik

Pengembangan konsep reaktor *cogeneration* untuk produksi air bersih/desalinasi, penggunaan panas proses (untuk industri, pencairan-gasifikasi batubara, produksi hidrogen, *Enhance Oil Recovery*, dll).

#### b. Manfaat Lain Iptek Nuklir dalam Sektor Energi

Teknologi Nuklir di Indonesia: berperan dalam energi Hidro pengelolaan air dan sumbernya mikrohidro (contoh di Bribin, pengelolaan air tanah dalam), *Geothermal* (Sibayak, Kamojang, Lahendong), *Biofuel*/biodiesel (sorgum, jarak pagar), dan membersihkan gas SO<sub>x</sub> dan NO<sub>x</sub> dari PLTU fosil dengan EBM. Program energi nuklir biasanya harus melalui beberapa tahapan yang terencana dan dilaksanakan secara berkesinambungan. Di samping kegiatan utama diperlukan juga kegiatan pendukung yang lain, misalnya, kegiatan penelitian/studi pengembangan teknologi nuklir, kegiatan/studi daur ulang bahan bakar nuklir, pengaturan/perizinan dalam bidang nuklir serta pendidikan dan pelatihan. Hal ini juga harus melibatkan beberapa institusi pemerintah, universitas, organisasi sosial, LSM, dan lain-lain. Sebetulnya sejak tahun 1972 proyek studi energi nuklir sudah dipikirkan oleh badan pemerintah yang berkompeten di bidang ini, yaitu Batan. Hanya saja masih banyak kendalanya untuk diimplementasikan. Berdasarkan informasi pemasok PLTN besarnya biaya modal/investasi pada tahun 1992 untuk PLTN konvensional berbagai jenis dan kapasitasnya, yaitu kapasitas 600 MW biayanya berkisar 55,2-61,2 mills/kWh, kapasitas 900 MW biayanya berkisar 47,4-56,4 mills/kWh. Dari beberapa studi, harga bahan bakar hasilnya bervariasi, NEWJEC 1992 sebesar 5,9-6,6 mills/kWh, Batan 1992 sebesar 15 mills/kWh, dan Krebs et. Al/Siemens 1993 sebesar 11,2 mills/kWh, sedangkan biaya operasi dan pemeliharaan sebesar 77 dollar/kWh.

Tabel 3. Sumber energi baru dan terbarukan di Indonesia ( *Directorate General of NRE&EC, 2013* )

No	Sumber energi <i>Energy resources</i>	Potensi <i>Potential</i>	Kapasitas terpasang <i>Installed capacity</i>
1	Panas bumi <i>Geothermal</i>	16.502 MW (Cadangan / <i>Reserve</i> )	1.341 MW (Sampai Mei 2013 / <i>Until May 2013</i> )
2	Hidro <i>Hydro</i>	75.000 MW (Sumberdaya / <i>Resource</i> )	7.059 MW

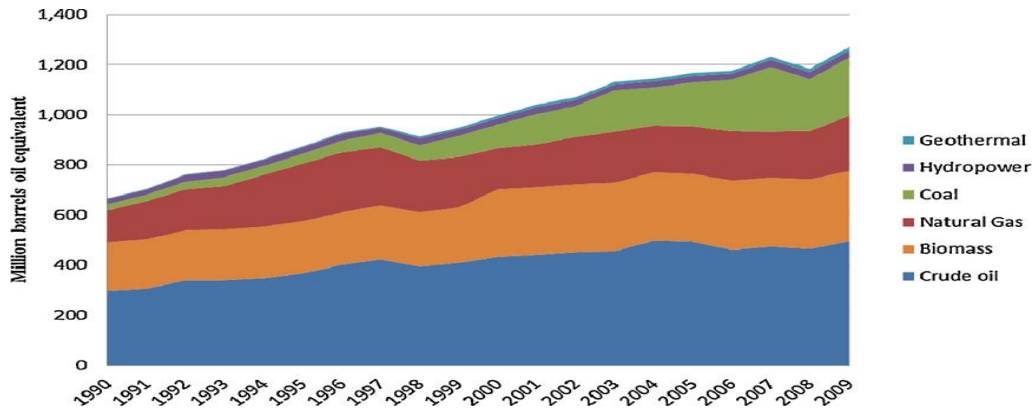
3	Mini-mikrohidro <i>Mini- micro hydro</i>	769,7 MW (Sumberdaya / <i>Resource</i> )	512 MW
4	Biomasa <i>Biomass</i>	13.662 Mwe (Cadangan / <i>Reserve</i> )	1.364 Mwe 75,5 Mwe ( <i>On Grid</i> )
5	Energi surya <i>Solar energy</i>	4,80 kWh/m <sup>2</sup> /day	42,78 MW
6	Energi angin <i>Wind energy</i>	3-6 m/s	1,33 MW
7	Uranium	3000 MW	30 MW
8	Gas metana batubara <i>Coal bed methane</i>	453 TSCF (Sumberdaya / <i>Resource</i> )	
9	<i>Shale gas</i>	574 TSCF (Sumberdaya / <i>Resource</i> )	

Tabel 4. Road map pengembangan energi kelautan di Indonesia(Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI))

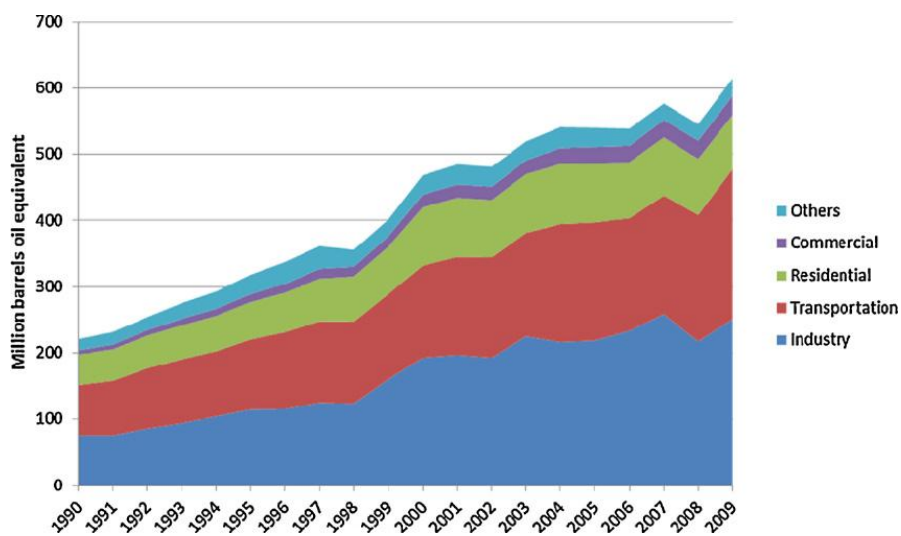
<b>Energi Samudra / OceanEnergy</b>		<b>2010 - 2015</b>	<b>2010 – 2020</b>	<b>2010 - 2025</b>
<b>Energi Gelombang / Wave Energy</b>				<b>50 MW</b>
a.	Teknologi / <i>Technology</i>	Uji Coba / <i>Trial</i>	Pengganti pembangkit listrik diesel pada daerah terpencil dan pulau-pulau kecil / <i>Substitute for diesel power plants in remote areas and small islands</i>	Pembangkit listrik utama bersaing dengan pembangkit listrik lainnya / <i>Compete with other power plants</i>
b.	Output per unit	< 100 kW	100 kW – 1 MW	0,5 – 2 MW
c.	Biaya pembangkitan / <i>Generating cost</i>		Rp./kWh 1.500 – 2.000	Rp./kWh 1.000 – 1.500
<b>Energi Pasang Surut / Tidal Power</b>				<b>1.000 MW</b>
a.	Teknologi / <i>Technology</i>	<i>Pilot Project</i>	Pembangkit utama untuk wilayah timur Indonesia / <i>Main power plant for eastern region of Indonesia</i>	Pembangkit utama untuk wilayah timur Indonesia / <i>Main power plant for eastern region of Indonesia</i>
b.	Output per unit	1 MW	10 – 50 MW	50 – 200 MW
c.	Biaya pembangkitan / <i>Generating cost</i>		Rp./kWh 1.000 – 1.500	Rp./kWh 600 – 1.000
<b>Energi Arus Laut / Ocean Current Energy</b>				<b>500 MW</b>
a.	Teknologi / <i>Technology</i>	Uji Coba / <i>Trial</i>	Pengganti pembangkit listrik diesel pada NTB dan NTT / <i>Substitute for diesel power plant in NTB and NTT</i>	
b.	Output per unit	< 100 kW	100 kW – 1 MW	10 – 100 MW
c.	Biaya pembangkitan / <i>Generating cost</i>		Rp./kWh 1,500 – 2.000	Rp./kWh 1.000 – 1.500
<b>OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion)</b>				<b>100 MW</b>



Energi Samudra / OceanEnergy		2010 - 2015	2010 – 2020	2010 - 2025
a.	Teknologi / Technology	FS & Pilot Project	Pengganti pembangkit listrik diesel pada pulau-pulau kecil / <i>Substitute for diesel power plants in remote areas and small islands</i> Pembangkit pada daerah wisata dan industri produk sampingan / <i>Power plant in the tourist areas and byproducts industry</i>	Pembangkit listrik utama bersaing dengan pembangkit listrik lainnya / <i>Compete with other power plants</i>
b.	Output per unit	1 – 5 MW	1 – 5 MW	50 – 100 MW
c.	Biaya pembangkitan / Generating cost		Rp./kWh 1500 – 2.500	Rp./kWh 1.000 – 1.500
<b>Total 1.650 MW</b>				



Gambar 4. Primary energy supply by fuel type in Indonesia.



Gambar 5. Final energy consumption by sector in Indonesia.

#### 4. BERBAGAI KEBIJAKAN DI BIDANG ENERGI RESPON TERHADAP SITUASI NASIONAL DAN INTERNASIONAL

Untuk mendukung upaya dan program pengembangan EBT, pemerintah sudah menerbitkan serangkaian kebijakan dan regulasi yang mencakup Peraturan Presiden No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, Undang-Undang No. 30/2007 tentang Energi, Undang-undang No.15/1985 tentang Ketenagalistrikan, PP No. 10/1989 sebagaimana yang telah diubah dengan PP No. 03/2005 Tentang Perubahan Peraturan Pemerintah No. 10 Tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik dan PP No. 26/2006 tentang Penyediaan & Pemanfaatan Tenaga Listrik, Permen ESDM No. 002/2006 tentang Pengusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Terbarukan Skala Menengah, dan Kepmen ESDM No.1122K/30/MEM/2002 tentang Pembangkit Skala Kecil tersebar. Saat ini sedang disusun RPP Energi Baru Terbarukan yang berisi pengaturan kewajiban penyediaan dan pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan dan pemberian kemudahan serta insentif.

- KEN 2004 – 2020, Februari 2004
- Perpres No. 7/2005, RPJM 2005 – 2009
- RUKN 2005 – 2025, April 2005
- Blueprint PEN 2005 – 2025, Mei 2005
- Kebijakan Penghematan Energi, Agustus
- Kenaikan tarif BBM, Februari dan Oktober 2005
- Konsep Prerpres tentang Penggunaan Energi Alternatif di Indonesia s/d 2025

#### 5. KESIMPULAN

- 1) Kondisi atau keadaan energi saat ini sekali lagi mengajarkan kepada kita bahwa usaha serius dan sistematis untuk mengembangkan dan menerapkan sumber energi terbarukan guna mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil perlu segera dilakukan.
- 2) Penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan juga berarti menyelamatkan lingkungan hidup dari berbagai dampak buruk yang ditimbulkan akibat penggunaan BBM.
- 3) Terdapat beberapa sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan yang bisa diterapkan segera di tanah air, seperti bioethanol, biodiesel, tenaga panas bumi, tenaga surya, mikrohidro, tenaga angin, dan sampah/limbah.
- 4) Kerjasama, koordinasi antar Departemen Teknis serta dukungan dari industri dan masyarakat sangat penting untuk mewujudkan implementasi sumber energi terbarukan tersebut.
- 5) Didukung ketersediaan sumber bahan baku biodiesel di Indonesia yang cukup beragam, maka target pemanfaatan biodiesel sebagai campuran dalam biosolar pada Peraturan Menteri Nomor 25 Tahun 2013 masih dapat dinaikkan untuk mengurangi ketergantungan akan bahan bakar minyak serta untuk meningkatkan ketahanan energi nasional.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuli Setyo Indartono, *Krisis Energi di Indonesia: Mengapa dan Harus Bagaimana*. <http://io.ppi-jepang.org/#bawah>.
- [2] Service, RF., *Is it time to shoot for the Sun?*, Science Vol 309, July 22, 2005, 548-551.
- [3] Sunggu Anwar Aritonang, Direktur Niagadan Pelayanan Pelanggan PT PLN (Persero)
- [4] Dr A Harsono Soepardjo MEng *Ketua Pusat Studi Kelautan FMIPA-UI dan Peneliti Pusat Studi Energi UI “ Energi Baru dan Terbarukan ”* Kompas 24 Oktober 2005.
- [5] Ika Heriansyah, *”Potensi Pengembangan Energi dari Biomassa Hutan di Indonesia”*, ISSN : 0917-8376 Edisi Vol.5/XVII/November 2005 – INOVASI.
- [6] Chayun Bodiono, *Tantangan dan Peluang Usaha Pengembangan Sistem Energi Terbarukan di Indonesia*.