

ENERGI TERBARUKAN DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Abubakar Lubis

Peneliti di Teknologi Konversi dan Konservasi Energi,
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

Renewable energy is non fossil energy which can be renewed and managed properly. Therefore, the renewable energy resources would be sustainable. Those that can be classified as renewable energy are geothermal, hydro, solar, wind, biomass, ocean, fuel cell, and nuclear.

Keywords: *renewable energy, sustainable*

1. PENDAHULUAN

Indonesia sesungguhnya memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar. Beberapa diantaranya bisa segera diterapkan di tanah air, seperti: bioethanol sebagai pengganti bensin, biodiesel untuk pengganti solar, tenaga panas bumi, mikrohidro, tenaga surya, tenaga angin, bahkan sampah/limbah pun bisa digunakan untuk membangkitkan listrik. Hampir semua sumber energi tersebut sudah dicoba diterapkan dalam skala kecil di tanah air.

Lonjakan harga minyak (BBM) hingga US\$ 70/barrel mempengaruhi aktifitas perekonomian di berbagai belahan dunia [1]. di Indonesia momentum krisis BBM saat ini (awal 2006) merupakan waktu yang tepat untuk menata dan menerapkan dengan serius berbagai potensi tersebut. Meski saat ini sangat sulit untuk melakukan substitusi total terhadap bahan bakar fosil, 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 CO₂) akibat pembakaran bahan bakar fosil.

Kadar CO₂ 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 CO₂ 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

2. ENERGI TERBARUKAN

2.1 Langkah-Langkah Kebijakan

Kebijakan Energi Terbarukan dilaksanakan melalui :

2.1.1 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

2.1.2 Diversifikasi Energi

Upaya penganekaragaman penyediaan dan 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
2. Mendorong pembangunan PLT mikro hidro di pedesaan
3. Mengurangi peran pembangkit BBM dan menggantikannya dengan pembangkit non-BBM.

2.1.3 Intensifikasi Energi

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

2.2 Potensi Sumber Energi Terbarukan di Indonesia

2.2.1 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.

2.2.2 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 pendukung 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.

2.2.3 Energi Tumbuhan (Bio Energi)

2.2.3.1 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 tebu Indonesia 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 di antaranya 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 ha 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 benzene 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 slang. 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 atau 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.

Munisipal solid waste (MSW) di kota-kota besar merupakan limbah kota yang utamanya adalah berupa biomassa, menjadi masalah yang serius karena mengganggu lingkungan 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.

2.2.4 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 :

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 penelitian. Biaya investasi belum bisa diketahui di Indonesia tetapi berdasarkan uji coba di beberapa negara industri maju adalah berkisar 9 sen/kWh hingga 15 sen/kWh.

2.2.5 Sel Bahan Bakar ("Fuel Cell")

Bahan baku utama sebagai sumber energi sel bahan bakar adalah gas hidrogen. Gas hidrogen dapat langsung digunakan dalam pembangkitan 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 sangat bervariasi yang belum bisa dipakai sebagai patokan.

2.2.6 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 sebagai berikut Tabel.3.

2.2.7 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/m².hari, variasi bulanan sekitar 10%
- Kawasan timur Indonesia (KTI) = 5.1 kWh/m².hari, variasi bulanan sekitar 9%
- Rata-rata Indonesia = 4.8 kWh/m².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 rumahtangga perkotaan. Jumlah pemanas air tenaga surya (PATs) diperkirakan berjumlah 150.000 unit dengan total luasan kolektor sebesar 400,000 m².

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 °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

2.2.8 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.

2.2.9 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 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 memerhatikan 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 *co-generation* 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_x dan NO_x 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 je^{yy}dan ^{yy}ur^{yy}60^{yy}1.^{yy}0 ^{yy}) berkisar 1.530-2.200 dollar/kW. Adapun biaya pembangkit tergantung 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/kW.

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

- 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 2005
- Kenaikan tarif BBM, Februari dan Oktober 2005
- Konsep Perpres tentang Penggunaan Energi Alternatif di Indonesia s/d 2025

4. 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.

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 Niaga dan 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*.