



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

KONSERVASI ENERGI

Suatu Tinjauan dari Aspek Teknologi dan Ekonomi Energi

Editor: Alb. Joko Santoso

PUSAT STUDI ENERGI

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

KONSERVASI ENERGI

SUATU TINJAUAN DARI
ASPEK TEKNOLOGI DAN EKONOMI ENERGI

Editor : Alb. Joko Santoso



Diterbitkan atas kerjasama
Pusat Studi Energi Universitas Atma Jaya Yogyakarta
dan
Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta

KONSERVASI ENERGI

(Suatu Tinjauan dari Aspek Teknologi dan Ekonomi Energi)

Editor : Alb. Joko Santoso

Hak Cipta © 2009, pada penulis

Hak Publikasi pada Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Dilarang memperbanyak, memperbanyak sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan ke-	05	04	03	02	01
Tahun	13	12	11	10	09

Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jalan Moses Gatotkaca 28 Yogyakarta

Telpon (0274) 561031, 580526, Fax. (0274) 580525

Website: penerbit.uajy.ac.id

E-mail : penerbit@mail.uajy.ac.id

No. Buku. 460.FT.02.06.04.09

ISBN. 978-979-1317-94-8

KATA PENGANTAR

Kehidupan manusia tidak terlepas dari energi dan bahan bakar fosil (BBF). Ketergantungan terhadap BBF tersebut telah menciptakan tidak hanya masalah ekonomi global tetapi juga masalah lingkungan global. Di Indonesia sudah lama dibuai dengan harga energi yang relatif murah. Setidaknya ada dua hal akibat dari kondisi ini, pertama kita cenderung boros dalam mengkonsumsi energi, dan kedua upaya-upaya untuk mencari sumber energi alternatif kurang mendapat dukungan.

Kondisi sudah berubah, harga BBM sekarang mahal. Untuk mengurangi beban subsidi pemerintah Indonesia secara bertahap mulai menguranginya. Upaya untuk mencari alternatif sumber energi mulai digalakan lagi. Demikian juga gerakan efisiensi energi mulai dicanangkan. Upaya ini perlu mendapat dukungan dan partisipasi dari masyarakat.

Buku ini merupakan sumbangan pemikiran para ahli dari Pusat Studi Energi Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan diharapkan bisa memberikan informasi dan lebih lanjut menggugah partisipasi masyarakat dalam pencarian alternatif energi dan gerakan konservasi energi.

Yogyakarta, 19 April 2009

Ign. Pramana Yuda, PhD
Ketua Pusat Studi Energi
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
ASPEK TEKNOLOGI ENERGI	
TEKNOLOGI ENERGI YANG BELUM LAZIM.....	1
TINDAKAN DAN BEBERAPA USULAN KAJIAN KONSERVASI ENERGI	15
KAJIAN PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO SEWON.....	29
KONSERVASI ENERGI LISTRIK PADA SISTEM PENCAHAYAAN BANGUNAN	49
ASPEK EKONOMI ENERGI	
EKO-EKONOMI ENERGI	71
HARGA MINYAK, INFLASI, DAN KEMISKINAN.....	95
PENGURANGAN SUBSIDI BBM	115
PENULIS	143

TEKNOLOGI ENERGI YANG BELUM LAZIM

Prasasto Satwiko

1. Pendahuluan

Multi-krisis akibat perubahan iklim oleh kerusakan lingkungan, terutama dari pemakaian energi tak-ramah lingkungan yang melepas CO₂ ke atmosfer, mengharuskan manusia mencari energi yang lebih bersih. Teknologi harus terus dikembangkan untuk menuai energi dari sumber alami yang terbarukan. Di samping energi terbarukan yang lazim, ternyata masih banyak sekali potensi energi terbarukan yang belum lazim yang perlu dicermati dengan serius agar dapat digunakan untuk kegiatan manusia.

Tata kelola energi yang baik menjadi kebutuhan mutlak saat ini. Salah kelola energi (baik dalam skala lokal maupun global) telah menyebabkan kelangkaan energi (akibat ketergantungan pada satu jenis sumber), kerusakan lingkungan, perubahan iklim, dan ketidaksejahteraan penghuni bumi. [Istilah 'krisis energi' sangatlah tidak tepat dan perlu diganti dengan 'krisis pengelolaan energi' (atau tepatnya 'krisis pengelolaan sistem energi') karena sebenarnya

di bumi ini tersedia berlimpah energi. Bukankah energi tidak dapat dimusnahkan?]

Krisis pengelolaan sistem energi mengakibatkan banyak masalah. Pengelolaan energi semestinya tidak diartikan sempit sebagai penyediaan dan pendistribusian suatu jenis bahan bakar tertentu, minyak misalnya, tetapi pengelolaan terhadap sistem energi. Membahas sistem energi berarti melihat eksistensi energi secara menyeluruh dalam sistem berlangsungnya semesta (dalam hal ini kita batasi di bumi). Dengan demikian, energi bukanlah semata-mata istilah untuk produk jadi (seperti bensin, gas, listrik, batubara), tetapi penggerak keberlanjutan kehidupan bumi. Mengelola sistem energi bumi berarti mengusahakan agar sang penggerak kehidupan bumi tetap menemukan jalannya untuk berubah-ubah bentuk dari satu subsistem ke subsistem lain dan memutar kehidupan bumi.

Untungnya, manusia sudah menyadari bahwa multi-krisis yang terjadi saat ini (lingkungan, kesehatan, pangan, ekonomi) merupakan akibat kesalahan memahami sistem energi. Usaha untuk melepaskan diri dari ketergantungan terhadap sumber energi takterbarukan yang takramah lingkungan (fosil, nuklir) membimbing manusia mengalihkan pandangan kepada sumber-sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Makalah ini akan menyajikan beberapa sumber energi yang terabaikan dan ide teknologi untuk menuainya. Beberapa ide teknologi seolah 'konyol' atau 'menggelikan'. Namun, bukankah ide 'konyol' meniru burung terbanglah yang memberi energi luar biasa kepada manusia untuk menciptakan pesawat terbang?

Hukum termodinamika pertama berbunyi bahwa energi itu kekal. Ini dapat menjadi dasar logika bagi kita untuk terus mengembangkan teknologi yang efisien guna memanfaatkan energi saat berubah bentuk; walau kita paham tidak dapat

membalik (mengembalikan) energi ke bentuk sebelumnya 100%.

2. Pengelolaan Sistem Energi

Mengelola sistem energi bukanlah sekedar mengadakan dan mendistribusikan suatu produk energi. Mengelola sistem energi adalah menjaga agar energi dapat terus berperan mendukung sistem kehidupan bumi yang sejahtera. Mengelola sistem energi berarti pula mengelola subsistem, subsistem, dan seterusnya agar dapat bekerja saling mendukung secara berkelanjutan. Dengan demikian, mengelola sistem energi akan menyangkut:

1. studi terus menerus untuk menemukan sumber dan bentuk energi yang semakin baik (mudah pengadaannya, murah, ramah lingkungan, terbarukan, berkelanjutan),
2. mengembangkan cara memakai energi dengan bijak,
3. mengubah gaya hidup anthroposentris menjadi ekosentris, dan
4. menemukan teknologi peralatan yang hemat energi atau yang memakai energi ramah lingkungan.

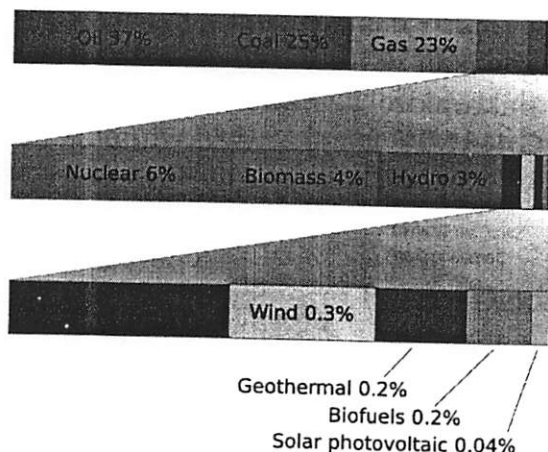
Menemukan titik temu antara konsumsi energi minimal dengan catu energi murah dan ramah lingkungan harus digiatkan. Contoh titik temu adalah penggunaan lampu LED (*light-emmiting diode*) yang dinyalakan oleh listrik dari sel surya (atau mikrohidro). Teknologi LED memungkinkan lampu jenis ini mempunyai efikasi (lumen/watt) sangat tinggi; 7 watt lampu LED setara 50 watt lampu pijar konvensional. Teknologi LED sudah sejak lama ditemukan. Namun, penggunaannya sebagai penerangan baru dimungkinkan sekitar tahun 2008 dan masih terus disempurnakan. Contoh lain adalah ditemukannya mesin penyejuk ruang yang semakin rendah konsumsi energi listriknya. Di sisi lain, teknologi penuai energi

alam terbarukan semakin baik sehingga efisiensinya semakin tinggi dan harganya semakin rendah. Tidak lama lagi, mesin penyejuk udara efisien dapat ditenagai oleh, misalnya, sel surya yang efisien. Era energi gratis dan bersih akan tiba.

3. Sumber Energi

Sumber energi sering dikelompokkan menjadi sumber energi takterbarukan dan terbarukan. Di kelompok pertama adalah sumber-sumber energi berbasis fosil (minyak, batubara) dan nuklir. Sedangkan di kelompok kedua adalah sumber-sumber energi berbasis nonfosil (cahaya surya, panas surya, angin, ombak, pasang-surut, aliran sungai, panas bumi, massa hayati). Kelompok pertama sering dilihat sebagai pelepas polutan sehingga tak ramah lingkungan. Perubahan iklim, misalnya, sering diasosiasikan dengan pelepasan CO₂ yang di luar batas daya dukung bumi oleh pembakaran bahan bakar berbasis fosil. Sebaliknya, kelompok kedua lebih memiliki citra baik sebagai sumber yang dapat diperbarui, alami, dan tidak melepaskan polutan; sebuah citra yang masih perlu diperdebatkan karena kenyataannya sumber energi hayati seperti etanol merusak lingkungan yang digunakan untuk menumbuhkan tanaman.

Citra bahan bakar berbasis fosil sebagai sumber energi efisien dan perkasa masih belum seluruhnya dapat digantikan. Pendapat umum masih menempatkan mobil bensin, misalnya, lebih kuat, cepat, murah dan mudah perawatan daripada mobil bertenaga listrik atau hybrid. Saat ini, lima sumber energi terbarukan yang dianggap favorit adalah¹: satelit-satelit energi surya, energi panas bumi, energi angin, energi surya dan massa hayati.



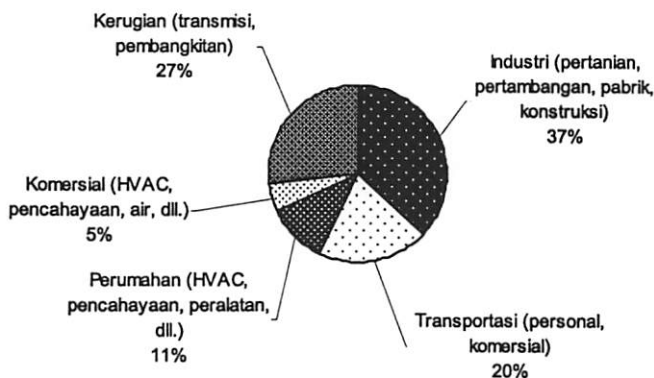
Gambar 1. Proporsi Pemanfaatan Sumber Energi².

Sumber energi takterbarukan yang merusak lingkungan masih mengambil bagian besar, sedang sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan masih kecil.

National Energy Potential 2005				
TYPE OF FOSSIL ENERGY	RESOURCES	RESERVES (Proven + Possible)	PRODUCTION (per year)	RESERVES / PRODUCTION RATIO (w/o exploration) year
Oil	86,9 billion bbl	8,8 billion bbl	387 million bbl	22
Gas	384,7 TSCF	185,8 TSCF	2,95 TSCF	62
Coal	57 Billion ton	10,3 billion ton	132 million ton	146
NON FOSSIL ENERGY	RESOURCES	EQUIVALENT	UTILIZATION	INSTALLED CAPACITY
Hydro	845 million BOE	75,67 GW	6.851,00 GWh	4.200,00 MW
Geothermal	219 million BOE	27,00 GW	2.593,50 GWh	807,00 MW
Min/Micro hydro	534,00 MW	534,00 MW		94,00 MW
Biomass		49,81 GW		445,00 MW
Solar		4,80 kWh/m ² /day		6,00 MW
Wind		3-6 m/sec		0,60 MW
Uranium (Nuklir)	24.112 Ton* e.g. 3 GW utk 11 th			

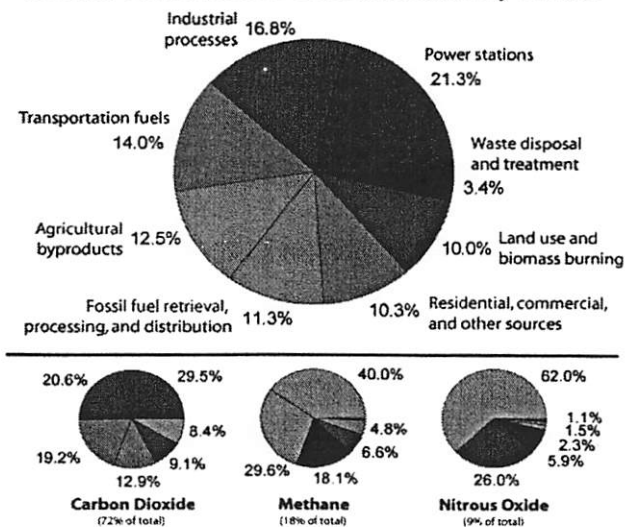
Gambar 2. Potensi Energi di Indonesia Yang Belum Dimanfaatkan³.

Sumber lain⁴ menyebutkan Potensi (P) air 75,67 GW baru digunakan (G) 4.200 MW, panas bumi P: 27 GW G:807 MW, mikrohidro P: 712 MW G: 206 MW, biomassa P:49,81 GW G:445 MW, matahari 4,8 kwh/m²hari.



Gambar 3 Prosentase Pemakaian Energi di Dunia, Total 15 Terawatt. Industri, Termasuk Pertanian, Menjadi Bagian Terbesar, 37%⁵.

Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



Gambar 4. Komposisi Gas Rumah Kaca Per Tahun⁶.

Walau CH_4 dan N_2O hanya menyumbang 27% GRK, namun karena keduanya mempunyai angka GRK ekuivalen tinggi, masing-masing 23 dan 296 lebih besar daripada CO_2 , maka keberadaannya harus diperhitungkan. Kedua gas tersebut banyak dihasilkan dari kegiatan yang berhubungan dengan peternakan.

4. Menengok Teknologi Energi Paling Dekat: Tubuh Manusia

Tubuh manusia mempunyai efisiensi energi 20%. Hanya 20% energi dari makanan yang diolah tubuh manusia digunakan untuk bekerja, sisanya, 80%, dijadikan panas tubuh yang dibuang ke lingkungan⁷. Efisiensi energi tubuh manusia antara 17% (orang tua) hingga 23% (olahragawan kelas dunia).

Panas tubuh harus dilepas ke lingkungan agar tubuh tidak kelebihan panas (*overheated*) melalui keringat dan urin. Dalam fisika bangunan tropis lembab, panas tubuh dikenal sebagai sumber panas ruang (*heat gain*) dan kelembaban (*humidity*) yang harus ditanggulangi agar ruang tetap nyaman. Panas (kalor) dan uap air harus dibuang keluar menggunakan mesin penyejuk (AC) yang memerlukan energi listrik relatif besar. Panas yang dibuang oleh tubuh berkisar 46 W/m^2 (berbaring santai) hingga 550 W/m^2 (olah raga lari, 15 km/jam). Panas dari makanan yang terbuang tadi akan semakin mengakibatkan kesia-siaan energi bila makanan manusia berbasis daging, karena menu berbasis daging menghabiskan 16 kali lebih banyak energi fosil dibandingkan dengan makanan berbasis nabati⁸.




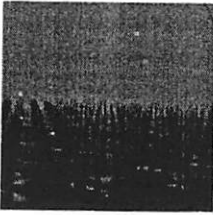
Jika manusia mengubah menu dari basis hewani ke nabati, maka mesin energi tubuh akan bekerja lebih efisien dan bersih. Pertama, jika manusia memakai sumber pangan nabati akan dihemat banyak sekali energi. Karena sejak hewan



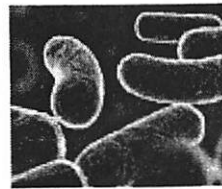

ternak dilahirkan hingga menjadi sepotong daging di almari es, diperlukan banyak sekali energi. Bandingkan dengan sayur yang bahkan bisa dimakan langsung dari kebun. Kedua, makanan nabati lebih sehat daripada hewani dan menjaga kelanjutan kerja tubuh sehingga pemakaian energi lebih efisien. Penelitian membuktikan penyakit kardiovaskular berhubungan dengan pola makan berbasis hewani. Konversi energi dari makanan ke energi gerak dan panas akan terbuang percuma ketika pemilik tubuh lumpuh (akibat *heart stroke*).

Berbekal hukum kekekalan energi, dapat diajukan satu pertanyaan: Jika dari satu piring makanan diperoleh 20% energi gerak (kerja) dan 80% panas, dapatkah sebagian energi tersebut ditangkap kembali? Jam tangan mekanik otomatis (*automatic mechanical watch*) adalah salah satu bentuk pemanfaatan energi gerak tangan untuk menggerakkan bandul pemutar pegas jam atau generator listrik mikro di dalam jam (*automatic quartz watch*).

5. Teknologi Olah Energi Tak Lazim: Beberapa Contoh

Teknologi olah energi tak lazim, bukanlah teknologi yang ajaib atau aneh. Istilah 'tak lazim' amat relatif karena terkait dengan 'kelaziman' yang dipahami oleh suatu masyarakat tertentu maupun universal. Di tulisan ini, sebutan 'tak lazim' lebih bermakna 'tidak' atau 'belum' dimanfaatkan secara umum atau massal. Energi tak lazim dapat diperoleh dari beragam sumber. Sumber tersebut antara lain dari bahan-bahan buangan, hasil sampingan dari suatu proses perpindahan fase energi dan hasil menguatkan energi yang lemah. Energi tak lazim merentang dari ekstrak tenaga manusia, makanan, algae, bakteri, sampah, cuaca, polusi, tinja, efisiensi (*silicon valley power*) hingga tekanan angin⁹.

	<p>Cahaya dari protein fluorescent hijau (<i>Green Fluorescent Protein</i>)^{10,11}. Sama halnya dengan perkembangan lampu jenis <i>light-emmiting diode</i> (LED) dari sekedar menjadi lampu pelengkap alat elektronik menjadi lampu penerangan, maka di masa depan diperoleh sumber cahaya dari protein. Seekor kelinci (bernama Alba) dapat berpendar bila dichayai dengan lampu biru (488 nm). Para ahli sedang mencari cara bagaimana fenomena cahaya ini dapat digunakan untuk keperluan yang lebih besar dari sekedar dekoratif.</p>
	<p>Teknologi sel surya dari kupu-kupu. Hingga saat ini para ahli sel surya masih terus berupaya meningkatkan efisiensi sel surya dalam menangkap cahaya. Para ahli sel surya di Jepang dan China menemukan bahwa di sayap kupu-kupu ada semacam timbangan yang berlaku sebagai sel surya kecil. Ini menginspirasi mereka untuk mencoba menerapkannya pada rancangan sel surya yang lebih efisien hingga dapat dipakai dalam skala lebih besar¹².</p>
	<p>Kendaraan bertenaga manusia gagasan Goblin Motors dirilis Februari 2009 dan diharapkan dapat mengangkut seorang manusia lebih cepat daripada sepeda.</p>
	<p>Energi dari arus lambat laut dan sungai. Para insinyur di Universitas Michigan mengembangkan alat yang bekerja seperti ikan dan dapat mengubah getaran di dalam air menjadi energi bersih dan terbarukan. Alat tersebut dinamai VIVACE (<i>Vortex Induced Vibrations for Aquatic Clean Energy</i>) dan dapat menuai energi dari kebanyakan aliran air di bumi. Pengembangnya, Prof. Michael Bernitsas, mengatakan bahwa seandainya dapat dituai 0,1% saja energi dari laut, itu cukup untuk kebutuhan 15 milyar manusia.</p>

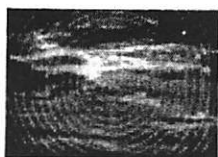
	<p>Energi dari ombak. Portugal membuat pembangkit listrik tenaga ombak pertama di dunia, Agucadoura, yang menyediakan daya untuk 1.500 rumah. Ladang energi ini memiliki tiga pengubah energi ombak yang menghasilkan 2,25MW.</p>
	<p>Daya listrik dari pohon. Peneliti di Massachussettes Institute of Technology menggunakan elektroda platina dan tanaman ficus untuk mengungkap aliran listrik lemah pada pohon. Mereka mengatakan bahwa perbedaan pH antara tanah dan pohon hidup menciptakan aliran listrik. Saat ini para ilmuwan sedang berusaha agar sumber energi tersebut dapat digunakan untuk keperluan manusia.</p>
	<p>Energi dari bakteri. Para ilmuwan di Agricultural Research Service dan North Carolina State University sedang berupaya mencari sumber energi ramah lingkungan, dalam hal ini hidrogen, dari bakteri pengikat nitrogen.</p>
	<p>Energi dari alga. Alga menggabungkan cahaya matahari dan karbon dioksida menjadi energi dengan cepat. Alga memunyai banyak keunggulan dibandingkan bahan bakar nabati lain, terutama karena dapat tumbuh hampir di semua tempat, air asin, air payau, bahkan air limbah. Alga dapat hidup pada suhu ekstrim. Alga juga dapat hidup di tempat pembuangan dan berkembang dengan cepat. Mereka dapat menggandakan beratnya beberapa kali dalam sehari. Alga menghasilkan minyak sebagai produk samping fotosintesis dan dapat menghasilkan 15 kali lebih banyak minyak per hektar dibanding tanaman lain seperti jagung dan alang-alang (berasal dari Amerika).</p>



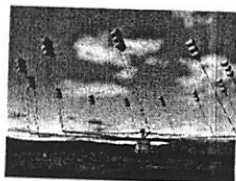
Energi dari jalan. Jalan, terutama berbahan aspal, akan panas di bawah terik matahari karena berwarna hitam. Para ahli di Worcester Polytechnic Institute sedang berupaya mencari cara untuk memanfaatkan panas yang terjebak di jalan aspal untuk memanaskan air atau membangkitkan listrik.






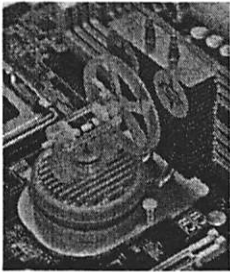
Energi dari kendaraan yang melintas. Dua bersaudara, Stefanos dan Dimitri Horianopolous menemukan KinergyPower di Yunani pada tahun 2002. Sistem yang mereka kembangkan meliputi rangkaian piston hidrolis yang akan menyerap energi kinetik kendaraan yang bergerak kemudian mengubahnya menjadi tekanan hidrolis. Tekanan tersebut menggerakkan hydro-generator yang akan menghasilkan listrik. KinergyPower USA didirikan tahun 2005 dan berpusat di Bedford, New York.



Energi dari lingkungan. Pembangkit energi lingkungan memiliki potensi untuk menggantikan baterai konvensional yang biasanya berat, berumur terbatas dan membutuhkan pengisian ulang. Pembangkit energi lingkungan menangkap energi yang ada di lingkungan sekitar seperti energi manusia, gelombang radio dan jaringan listrik. Teknologi baru yang terus berkembang saat ini membuat kebutuhan listrik peralatan-peralatan elektronik semakin rendah. Diharapkan, nantinya peralatan tersebut dapat ditenagai oleh listrik yang dituai dari lingkungan sekitar.



Energi dari layang-layang¹³. Para peneliti di Sequoia Automation (Italy) mengembangkan pembangkit listrik tenaga angin dengan model layang-layang (lebih mirip parasut persegi) yang dapat diletakkan diketinggian 2.000 meter, di mana arus angin lebih konsisten. Dengan diameter 100 meter, alat ini dapat menghasilkan daya 0,5 GW.

	<p>Energi dari panas tubuh. Para peneliti di Jerman sedang berupaya mengubah panas tubuh manusia menjadi energi listrik melalui generator termoelektrik. Saat ini energi yang didapatkan masih sangat lemah. Namun para peneliti optimis akan menemukan penangkap panas yang efektif dan efisien sehingga listrik yang dihasilkan dapat berdayaguna¹⁴.</p>
	<p>Energi dari pijakan kaki di anak tangga¹⁵. Konsultan energi Scott Wilson (Inggris) menggagas tangga yang dapat membangkitkan energi dari pijakan kaki di anak tangga tersebut. Teknologi tersebut bertumpu pada bahan piezoelectric dan <i>heel strike generator</i>¹⁶.</p>
	<p>Energi dari payudara¹⁷. Adrienne So dibantu LaJean Lawson, mantan Guru Besar Oregon University dan Zhong Lin Wang (Guru Besar Georgia Tech) merancang bra yang dapat menghasilkan energi listrik untuk iPod dan telepon selular. Listrik berasal dari jalinan kawat nano (1/1000 tebal rambut) yang dapat menghasilkan 80mW/m² bila saling bergesekan (mengubah energi mekanis menjadi listrik).</p>
	<p>Energi dari panas prosesor¹⁸. Prosesor komputer memancarkan banyak sekali panas yang harus dibuang segera dengan bantuan kipas bertenaga listrik. Namun dengan mesin Sterling (ditemukan 1816), panas dari prosesor dapat diubah menjadi gerak (melalui pemuai dan penyusutan gas) yang dapat memutar kipas pendingin sehingga tidak perlu listrik.</p>

Contoh-contoh di atas menunjukkan bahwa masih cukup banyak potensi sumber energi yang perlu diteliti lebih lanjut agar dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Terkadang ide awal yang dicetuskan tidak

didukung dasar ilmiah yang mencukupi, menggelikan atau seperti fiksi. Namun, bagaimana pun, perlu ada kejelian agar kecemerlangan di balik setiap ide tidak hilang begitu hanya karena penjelasan ilmiah yang mungkin saja belum ditemukan. Tidak jarang ide-ide orisinal dan brilian tentang energi muncul dari masyarakat awam. Keterbatasan akses ke pendidikan, laboratorium, dan dana sering menghalangi pengembangan ide-ide brilian tersebut menjadi bentuk praktis. Dengan demikian perlu ada usaha untuk membantu 'insiyur-insiyur tanpa sertifikat' tersebut untuk menerjemahkan ide mereka ke dalam konsep ilmiah yang dapat diwujudkan dan dipertanggungjawabkan.

6. Penutup

Perubahan iklim yang terjadi akibat kerusakan lingkungan saat ini telah mengharuskan manusia menemukan sumber energi yang ramah lingkungan. Di samping teknologi penuai energi hijau yang telah banyak kita kenal, ternyata masih banyak lagi yang belum dikembangkan. Oleh karena itu, eksplorasi harus terus dilakukan agar ide-ide teknologi penuai atau pembangkit energi yang terkadang tidak masuk akal atau menggelikan pada awal dikemukakannya dapat menjadi kenyataan yang akan menyejahterakan bumi dan isinya.

DAFTAR PUSTAKA

<http://www.sciencera.com/Technology/Applied-Science/Top-Five-Alternative-Energy-Sources-of-the-Future.309007>

http://en.wikipedia.org/wiki/Image:World_energy_usage_width_chart.svg;23/8/8.

Indarti, ENERGY CONSERVATION EFFICIENCY POLICIES

IN SELECTED ASEAN COUNTRIES: CASE OF INDONESIA, Regional Asian Workshop on Energy Efficiency Policies of the World Energy Council (WEC) Bangkok, 12-13 October 2006.

----, **POTENSI ENERGI BELUM DIMANFAATKAN**, Kompas, 28 Juli 2008.

US Department of Energy, **ANNUAL REPORT, 2007**

<http://www.mnp.nl/edgar/model/v32ft2000edgar/>; 4/8/08

Dean Heerwagen, **PASSIVE AND ACTIVE ENVIRONMENTAL CONTROLS**, McGraw-Hill Professional, 2003, h.36.

puffin.creighton.edu/PHIL/Stephens/Environmental/Bittman~NYT~Rethink_Meat-Guzzler.pdf; 19/3/09.

<http://www.thetakeaway.org/stories/2009/feb/03/ten-unusual-alternative-technologies-could-change-way-we-use-energy/>; 10/3/9.

<http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0003766>; 10/3/9.

<http://www.ekac.org/>; 10/3/9.

<http://www.alternative-energy-news.info/>; 10/3/9

<http://www.wired.com/news/>; 10/3/9.

<http://www.gadgets-reviews.com/uimg/gadget-body-heat-electricity.gif>; 12/3/9.

<http://www.inhabitat.com/2008/06/19/spinnaker-tower-stairs-to-generate-electricity/>; 3/3/9.

<http://news.bbc.co.uk/1/hi/magazine/5009358.stm>; 3/3/9.

<http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/features/bionic-bra-victorias-circuit-862875.html>; 20/3/9.

www.symscape.com; 20/3/9.