

ECO-TECHNOLOGY: MASA DEPAN INDONESIA*

Satryo Soemantri Brodjonegoro

ABSTRAK

Berbagai negara maju telah berulang kali melakukan kesepakatan untuk mereduksi pemanasan global, bahkan dalam bulan Desember 2009 yang lalu ada pertemuan 190 negara di Kopenhagen untuk membahas lagi tentang pemanasan global (sudah kesekian kalinya setelah Protocol Kyoto yang lalu). Dalam kenyataannya, pemanasan global terus terjadi, di mana temperatur atmosfer meningkat setiap tahun (telah mencapai 4° C di atas temperatur para industri) karena emisi *greenhouse gases* (GHG), terutama CO₂ ke udara yang terus menerus terjadi. Salah satu tindakan afirmatif yang disepakati oleh para pemimpin negara maju adalah pengurangan emisi CO₂, padahal sumber utama emisi CO₂ adalah kegiatan industri. Hal ini yang menimbulkan dilema antara pengurangan CO₂, dan peningkatan kegiatan industri untuk memenuhi kebutuhan umat manusia yang terus menerus meningkat. Solusi untuk masalah ini adalah *eco-technology*, teknologi yang berbasis pada kapasitas diri dalam merancang suatu *eco-system*, mengandalkan kepada pendekatan sistemik dalam melakukan konservasi energi yang tidak terbarukan. Ternyata *green movement* yang selama ini digalakkan justru berdampak kepada pemanasan global.

Pendahuluan

Pemanasan global

Setiap bagian dari belahan bumi ini mengalami masalahnya masing masing seperti halnya kekurangan pangan, kekurangan air bersih, penurunan kesehatan & kekurangan gizi, kelangkaan energi, punahnya biodiversitas, perubahan iklim yang tidak teratur, dan lainnya. Penyebab dari seluruh masalah tersebut adalah adanya pemanasan global yang sampai saat ini belum ada cara untuk mengatasinya [1]. Berbagai negara maju telah berulang kali melakukan kesepakatan untuk mereduksi pemanasan global, bahkan dalam bulan Desember 2009 akan ada pertemuan 190 negara di Copenhagen untuk membahas lagi tentang pemanasan global (sudah kesekian kalinya setelah Kyoto Protocol yang lalu). Dalam kenyataannya pemanasan global terus terjadi di mana temperatur atmosfer meningkat setiap tahun (telah mencapai 4°C di atas temperatur pra-industri) karena emisi *greenhouse gases* (GHG), terutama CO₂ ke udara terus menerus terjadi. Penyebab pemanasan global utamanya adalah CO₂ padahal CO₂ dikenal sebagai gas yang bersih, dan CO₂ sebagian besar dihasilkan oleh berbagai kegiatan industri.

Salah satu tindakan afirmatif yang disepakati oleh para pemimpin negara maju adalah pengurangan emisi CO₂, padahal sumber utama emisi CO₂ adalah kegiatan industri. Hal ini yang menimbulkan dilema antara pengurangan CO₂, dan peningkatan kegiatan industri untuk memenuhi kebutuhan umat manusia yang terus menerus meningkat. Di satu sisi kita tidak mungkin membiarkan pemanasan global terus terjadi, di sisi lain tidak mungkin kita menerapkan kebijakan *zero-discharge*. Data dari The International Energy Agency (IEA) menunjukkan bahwa 65% dari emisi GHG di seluruh dunia berasal dari kegiatan industri terkait dengan penggunaan energi. Data lain juga menunjukkan bahwa pada tahun 2009 terdapat penurunan emisi CO₂ sebesar 3% (penurunan terbesar dalam 40 tahun terakhir) akibat resesi ekonomi global [2]. Kecenderungan yang ada pada saat ini adalah bahwa negara maju akan menuntut supaya negara berkembang mengurangi aktivitas penggunaan energi dan mengurangi aktivitas industrinya. Hal ini akan menimbulkan ketidakadilan karena negara berkembang sangat perlu

untuk memacu kegiatan industrinya dalam rangka pemenuhan kebutuhan masyarakatnya, serta untuk mengurangi disparitas ekonomi antara negara.

Pembahasan

Prinsip *Eco-technology*

Solusi untuk masalah ini adalah *eco-technology*, teknologi yang berbasis kepada kapasitas diri dalam merancang suatu *eco-system*, mengandalkan kepada pendekatan sistemik dalam melakukan konservasi energi yang tak terbarukan. *Eco-technology* mencoba menyeimbangkan antara kebutuhan manusia dan kebutuhan alam, *eco-technology* akan memberikan solusi yang berkelanjutan dengan mengandalkan kepada energi natural non fosil. *Eco-technology* memberikan jalan keluar terhadap *shell game* yang selalu dihadapi pada saat pengembangan dan pemanfaatan teknologi untuk mengatasi pencemaran. Selama ini penyelesaian terhadap suatu masalah pencemaran lingkungan selalu menimbulkan permasalahan pencemaran yang baru [3,4]. Ternyata *green movement* yang selama ini digalakkan justru berdampak kepada pemanasan global.

Tantangan global dan Indonesia

Dunia dihadapkan pada 2 pilihan dalam menghadapi terjadinya pemanasan global yaitu 1) berupaya maksimal untuk mengurangi emisi GHG atau 2) berusaha hidup dengan beradaptasi dengan bumi yang lebih panas. Sebenarnya terdapat pilihan ke 3 yang efektif dan terjangkau oleh kemampuan teknologi saat ini, namun pemanfaatannya masih sangat rendah, yaitu pemanfaatan *geo-engineering*.

Bumi mengalami pemanasan karena adanya radiasi sinar matahari ke atmosfer dan karena adanya GHG yang terperangkap di atmosfer. Untuk mengurangi pemanasan bumi tersebut perlu dilakukan upaya untuk mengurangi radiasi sinar matahari dan mengurangi emisi GHG. *Geo-engineering* menjanjikan cara yang efektif dan ekonomis untuk mengatasi pemanasan bumi, misalkan dengan menyuntikkan sejumlah partikel belerang ultra halus ke lapisan atas atmosfer akan mampu memantulkan 2% radiasi sinar matahari. Penyemprotan air laut ke udara akan meningkatkan kepadatan awan laut di ketinggian rendah sehingga mampu mengurangi radiasi sinar matahari.

Indonesia mempunyai potensi untuk mengembangkan energi alternatif yang sekaligus mendukung lingkungan yang bersih serta mencegah pemanasan global, antara lain: tenaga air, tenaga angin, geotermal, biofuel turunan ke dua (dari limbah pertanian, limbah kayu, dan limbah lainnya), etanol biomasa, sistem kogenerasi *fuel-cell* untuk rumah tangga, dan sistem serupa lainnya (masih terus diteliti). Untuk geotermal, etanol biomasa, dan biofuel turunan ke dua, diperlukan rancang bangun sistem rangkaian tertutup untuk mencegah emisi GHG ke atmosfer. Biofuel turunan pertama (langsung dari hasil hutan atau perkebunan) justru harus dicegah karena akan menyebabkan emisi GHG yang lebih besar sebagai akibat dari penggundulan hutan dan perkebunan. Etanol biomasa dapat diproduksi oleh minimal 120 negara di dunia sedangkan energi fosil hanya dihasilkan oleh 15 negara penghasil minyak saja. Dengan demikian ketergantungan energi dapat diminimalkan dan setiap negara akan mampu melakukan swa-sembada energi [1].

Perkembangan Tenaga Angin

Pemanfaatan tenaga angin lepas pantai (*offshore wind farm*) mulai dikembangkan untuk mengantisipasi kebutuhan energi yang terus menerus meningkat serta keterbatasan luasan dan kontur daratan yang ada. Kontribusi energi angin pada saat ini di USA adalah sebesar 1% dari kebutuhan listrik nasionalnya, diperkirakan pada tahun 2030 kontribusi tersebut akan mencapai 20% dan 20% diantaranya akan berasal dari *offshore wind farm*. Rencana pengembangan tenaga angin lepas pantai tersebut akan mencapai 350 MW di USA dan 1100 MW di Uni Eropa, dengan biaya investasi sebesar \$ 3 juta per megawatt. Biaya ini ternyata masih lebih murah dibandingkan dengan biaya investasi *solar panel* (\$ 6 juta per megawatt) dan *solar thermal mirror* (\$ 7 juta per megawatt).

Pemanasan global ternyata juga mempengaruhi potensi tenaga angin, kecepatan angin global rata rata telah menurun sejak tahun 1973, bahkan penurunan tersebut telah mencapai 10%. Penurunan kecepatan angin sebesar 10% akan berakibat kepada penurunan energi yang dihasilkan sebesar 30%. Penurunan tersebut terjadi karena berkurangnya lapisan es di danau danau, padahal angin bertiup lebih cepat di permukaan es dari pada di permukaan air. Karena pemanasan global saat ini maka kutub akan lebih cepat panas daripada belahan bumi lainnya. Artinya perbedaan temperatur antara kutub dengan katulistiwa akan berkurang, akibatnya perbedaan tekanan udara juga berkurang, sehingga pada akhirnya kecepatan angin akan melemah.

Kendala operasional *wind farm* adalah karena angin tidak bertiup secara kontinyu sedangkan kebutuhan energi bersifat kontinyu sesuai dengan tingkat pemakaian. Untuk itu diperlukan suatu penyimpan energi berskala sangat besar, dan salah satu kemungkinannya adalah waduk PLTA meskipun terjadi juga pengurangan cadangan energi secara total. Pada lokasi tanpa adanya waduk PLTA maka dukungan untuk menjamin kontinuitas skala besar pasokan energi listrik hanya dapat diperoleh melalui bahan bakar fosil. Kendala lain adalah transmisi listrik ke lokasi pemakaian yang pada umumnya sangat jauh jaraknya, terutama untuk tenaga angin lepas pantai. Secara umum tenaga angin akan dapat memberikan sekitar 30% dari kebutuhan energi global, artinya penggunaan energi angin akan menurunkan 30% emisi GHG jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil sepenuhnya [2,5,6].

Perkembangan Tenaga Matahari

Sinar matahari adalah salah satu favorit para peduli lingkungan, kecenderungan untuk memaksimalkan penggunaan tenaga matahari terus meningkat di berbagai belahan bumi. Kendala operasional pemanfaatan tenaga matahari adalah fluktuasi intensitas sinar matahari yang tajam. Untuk mengatasi hal ini, salah satu di antaranya adalah penggunaan satelit tenaga matahari. *Solar cell* ditempatkan di ruang angkasa dengan orbit tinggi sehingga terkena sinar matahari sepanjang masa. Tenaga matahari kemudian dikonversi menjadi listrik yang kemudian dipancarkan sebagai gelombang mikro ke stasiun bumi. Satu satelit diperkirakan mampu menyediakan 10 GW listrik di bumi secara terus menerus. Teknologi pembuatan satelit tenaga matahari telah dikuasai seperti halnya pembuatan stasiun ruang angkasa internasional. Pancaran gelombang mikro ke stasiun bumi tidak akan membahayakan manusia karena listrik tersebut dipancarkan secara terdistribusi melebar sehingga intensitasnya sangat rendah [2,5].

Kendala lain dalam pemanfaatan tenaga matahari adalah pengadaan *solar panel*. Satu panel berukuran 1 x 1,5m² dengan kapasitas 1 KW/hari membutuhkan 40 kg batubara untuk proses pembuatannya, padahal 40 kg batubara mampu langsung menghasilkan energi sebesar 130 KWh. Proses pembuatan panel dimulai dari penambangan batuan silica kemudian diproses menjadi berturut turut: silica metallic, trichlorosilane, polycrystalline silicon, solar cell, dan panel. Salah satu bahan kimia yang berbahaya adalah chlorine yang digunakan pada setiap urutan proses pembuatan panel tersebut, sedangkan untuk pemurnian silica diperlukan proses

pemanasan yang lama pada temperatur tinggi. Pencemaran yang terjadi pada saat pembuatan panel adalah karena pembakaran batubara yang menimbulkan emisi GHG, polusi kimia, dan limbah silica yang tidak dapat didaur ulang. Pada tahun 2008 Cina telah membakar 30 juta ton batubara untuk memproduksi panel yang dibutuhkan oleh USA dan Uni Eropa, artinya telah terjadi pemanasan global oleh Cina dalam rangka pengurangan emisi GHG oleh USA dan Uni Eropa. Tampaknya konsep *shell game* akan selalu terjadi pada saat dunia melakukan upaya pengurangan pemanasan global [7].

Pilihan yang menjanjikan

Tenaga geotermal menjanjikan prospek yang cerah, konsentrasi CO₂ yang dihasilkan adalah 15 g/kwh, jauh lebih kecil daripada PLTD yang menghasilkan 742 g/kwh konsentrasi CO₂. Biaya produksi instalasi geotermal adalah separuh biaya produksi PLTD, biaya investasi instalasi geotermal memang tinggi akan tetapi selanjutnya bebas biaya perawatan. Indonesia adalah negara penghasil tenaga geotermal terbesar ke 3 di dunia setelah USA dan Filipina. Tingkat pemanfaatan tenaga geotermal di Indonesia pada saat ini baru mencapai 5% dari kebutuhan energi listrik, dan di Filipina baru mencapai 23% dari kebutuhan listrik nasionalnya. Kontinuitas produksi energi geotermal terjamin, tidak fluktuatif seperti halnya tenaga angin dan tenaga matahari, karena sumber geotermal akan beroperasi terus menerus. Pada saat ini telah ditemukan teknologi yang memungkinkan pembangkitan listrik oleh tenaga geotermal pada temperatur yang lebih rendah sehingga tidak memperburuk pemanasan global.

Upaya untuk mendinginkan bumi dapat dilakukan melalui *geo-engineering* seperti telah diuraikan di atas, yang berdasarkan hasil kajian National Academy of Science, NASA, dan US Department of Energy dinyatakan layak, ekonomis, dan ampuh. Namun demikian dalam penerapannya terkendala oleh pendapat para ilmuwan bahwa *geo-engineering* akan menyebabkan hilangnya lapisan *ozone-stratospheric* akibat adanya partikel belerang, dan bahwa akan terjadi gangguan iklim regional seperti halnya *asian-monsoon*. Pendapat para ilmuwan tersebut masih harus dibuktikan lebih dahulu melalui berbagai kegiatan penelitian yang intensif dan dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu pemanfaatan *geo-engineering* merupakan pelengkap program jangka panjang untuk mencapai kondisi bebas emisi GHG. Paling tidak *geo-engineering* akan menstabilkan iklim sehingga tidak menjadi lebih buruk [2,6].

Komplikasi pemanasan global

Pemanasan global lebih berdampak sangat buruk bagi negara miskin dibandingkan dengan negara maju. Penduduk miskin cenderung tinggal di daerah yang rawan bencana seperti di sekitar pantai maupun di daerah yang sangat kering. Mereka akan menjadi makin miskin dan kesehatannya makin buruk, mereka terpaksa harus melakukan migrasi besar besaran demi bertahan hidup. Berdasarkan data dari IPCC, suatu badan PBB, permukaan air laut rata rata akan naik dari 18 cm menjadi 59 cm dalam satu abad mendatang. Indonesia akan kehilangan 2000 pulau kecil pada tahun 2030.

Perolehan energi terbarukan melalui biofuel dan bioethanol juga menuai komplikasi baru karena terjadi kompetisi antara penyediaan pangan dengan penyediaan energi non-fosil. Pada saat dunia sedang mengalami krisis pangan maka kebijakan penyediaan biofuel dan bioethanol dari bahan baku pangan akan dikalahkan. Data dari FAO menunjukkan bahwa kelangkaan pangan masih tinggi dan harga masih tinggi sedangkan penduduk miskin bertambah terus.

Perkembangan energi alternatif non-fosil menunjukkan bahwa sampai tahun 2050 penyediaan energi yang berasal dari nuklir, angin, matahari, geotermal, dan lainnya hanya mampu memenuhi kurang dari separuh kebutuhan energi global. Bahkan pada tahun 2100 kesenjangan pemenuhan kebutuhan energi tersebut semakin besar. Hal ini karena masih diperlukannya berbagai penelitian dasar mengenai teknologi pendayagunaan energi alternatif tersebut secara optimal. Oleh karena itu perlu ada pendekatan yang berbeda, kita tidak hanya semata mata mencari energi alternatif non-fosil demi pengurangan emisi karbon, akan tetapi melakukan optimalisasi kombinasi berbagai sumber daya lokal yang ada dalam koridor emisi karbon yang minimal. Salah satu cara adalah dengan melakukan upaya hemat energi secara komprehensif dalam satu komunitas lokal/setempat, karena tidak mungkin kita melakukannya sekaligus untuk komunitas besar misalnya secara nasional, terlalu banyak faktor yang berpengaruh. Upaya ini dimulai pada tingkat kota yang dibagi dalam sejumlah pusat hemat energi terpadu dengan menerapkan prinsip eco-technology [2].

Penutup

Peran Indonesia ke depan

Indonesia dengan kekayaan alamnya yang beragam dan dengan posisi strategis di belahan bumi ini mempunyai potensi untuk mengembangkan eco-technology (melalui pemberdayaan masyarakat dan pemberdayaan regional) yang pada akhirnya mampu mensejahterakan masyarakatnya melalui swa-sembada energi dan optimalisasi pemanfaatan sumberdaya.

Mengingat kondisi geografis Indonesia yang tersebar di ribuan pulau dan kepulauan maka perlu dipertimbangkan penyediaan energi yang tidak terpusat, melainkan swa-sembada energi secara lokal/wilayah dengan mengkombinasikan antara energi terbarukan dan tidak terbarukan. Teknologi penyimpanan energi saat ini telah berkembang pesat [8] sehingga kapasitasnya tinggi untuk dapat menyimpan berbagai sumber energi terbarukan dari berbagai modus.

Salah satu bentuk konkrit penerapan eco-technology adalah pemanfaatan limbah padat perkebunan dan pertanian yang berbentuk serat (fiber) sebagai penguat material komposit untuk keperluan industri manufaktur. Dengan pemanfaatan ini maka limbah padat dapat diminimalkan sekaligus meminimalkan pencemaran udara akibat polusi dan emisi GHG. Hasil penelitian oleh penulis (publikasi Juli 2009) menunjukkan bahwa serat kelapa sawit yang berdiameter rata rata 0,44 mm mempunyai kekuatan tarik rata rata sebesar 253 MPa dan modulus elastisitas rata rata sebesar 16 GPa [9]. Kemampuan serat kelapa sawit ini sebanding dengan sejumlah serat alami lainnya, dan lebih rendah dibandingkan dengan serat sintesis.

Daftar Pustaka

- [1]. S. Soemantri B, "Eco-technology: Indonesia's perspectives", Keynote speech, Asian Symposium on Eco-technology, October 18-19, 2008, Kanazawa, Japan
- [2]. Articles in Japan Times in 2008 and 2009
- [3]. W.J. Mitsch, "Ecological engineering: the 7-year itch", Ecological Engineering 10 (1998), pp. 119 – 130

- [4]. W.J.Mitsch, S.E.Jorgensen, "*Ecological engineering: A field whose time has come*", Ecological Engineering 20 (2003), pp. 363-377
- [5]. Global Warming, TIME, 2007
- [6]. T.Yamashita, "*Environment and Disaster Prevention*", Research report, IDEC, Hiroshima University, Japan, 2009
- [7]. Articles in South China Morning Post in 2009
- [8]. Z.Yang, "Status and Challenges in Electrochemical Energy Storage Technologies for Stationary Applications", Journal of Materials, Vol. 62, No. 9, 2010, pp. 13
- [9]. F.E.Gunawan, H.Homma, S.Soemantri B, A.B.Hudin, A.Zainuddin, "*Mechanical Properties of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber*", JSME Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering, Vol. 3, No. 7, 2009, pp. 943-951

[KEMBALI KE DAFTAR ISI](#)