

MENGURANGI PEMANASAN BUMI DENGAN POLA HIDUP HEMAT ENERGI

Oleh : Purwito

Pusat Litbang Permukiman Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan – Kab. Bandung 40393

E-mail : pwtbamboo@bdg.centrin.net.id

Tanggal masuk naskah : 14 Desember 2007, Tanggal revisi terakhir: 21 Mei 2008

Abstrak

Pada tahun 2001 Panel Perubahan Cuaca Antarpemerintah atau IPCC (Intergovernment Panel on Climate Change) yang dalam salah satu laporannya menegaskan, beberapa dampak yang terjadi dari perubahan iklim (climate change) di daerah tropis Asia. Diprediksi daerah ini sangat rentan atau mudah terserang oleh dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim dan khususnya risikonya akan sangat tinggi pada daerah-daerah banjir sekalipun dalam musim kemarau. Selama abad yang lalu manusia pada dasarnya sudah menambah atau meningkatkan gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer, dengan membakar minyak bumi untuk menjalankan mobil, pabrik, utilitas serta peralatan untuk kegiatan sehari-hari, sehingga terjadi penambahan gas karbon dioksida dan metane yang memberikan kontribusi kenaikan suhu bumi dan perubahan cuaca. Dua puluh tahun yang lalu sebetulnya kita sudah mengetahui hal ini akan terjadi dan dampak yang banyak dirasakan oleh masyarakat dunia adalah, terjadinya kenaikan suhu bumi, kenaikan muka air laut, banjir, angin topan, berkembangnya penyakit demam berdarah dll. Beberapa perusahaan besar di dunia dalam pengolahan produknya, secara sukarela bekerja sama dengan WWF sudah mulai mengurangi emisi CO2 dengan melakukan penggantian peralatan produksi serta bahan bakar minyak ke bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan seperti, angin, biomass, energi geotermal dll. Keuntungannya yaitu sebesar \$ 100 juta dan ini merupakan prospek ke depan yang bagus dalam rangka pengurangan emisi CO2 yang ditargetkan pada tahun 2010 dapat mencapai 10 ton per-tahun atau setara dengan 10 juta mobil yang sedang beroperasi di jalan.

Apa yang bisa kita lakukan? Kita harus mulai sedikit merubah pola hidup di rumah dan sekitarnya, melalui penghematan penggunaan energi listrik, air, bensin, menciptakan desain rumah serta penggunaan bahan bangunan yang hemat energi serta ikut menjaga kelestarian lingkungan sekitar, hutan dan polusi udara. Partisipasi masyarakat yang sekecil apapun jika dilakukan secara global akan memberikan arti yang cukup besar dalam mengurangi pemanasan global.

Kata kunci: Perubahan iklim, efek gas rumah kaca.

Abstract

The 2001 Intergovernmental Panel Climate Change (IPCC) report estimates with a high degree of confidence several impacts of climate change in tropical Asia. The report predicts that climate change will increase tropical Asian countries vulnerability to extreme climate events, particularly the risk is high in flood prone areas even in dry seasons.

During the past century humans have substantially added to the amount of greenhouse gases in the atmosphere by burning fossil such as coal, natural gas, oil and gasoline to power our cars, factories, utilities and appliances. The added gases primarily carbon dioxide and methane are adding the natural greenhouse effects, and are likely to

contributie to the increase of global average temperature and related climate changes. We have know this since 20 year ago and thus. we must act now to prevent it from happening. Warmer the earth's atmosphere, floods, sea level rises, climate change, cyclones, and waterborne disease become more frequent or intensive which is the impact of climate changes. Leading Corporations are partnering with WWF (World Wild Fund) to establish ambitious targets to reduce their greenhouse gas emissions voluntarily through upgrading and replacing the production equipments with energy alternativs such as wind, biomass, geothermal etc. The benefit around \$ 100 million, this is a good prospect for the missions target to reduce 10 ton emission CO2 per year in 2010 which is equivalent with 10 million car in operation on the road. What can we do? We have to start by making small changes in our home and surroundings through economizing the use of electric, water, fuel, create the eco housing and use eco building materials and active participation in controlling our environmental, forest and air pollution. Small community participation in global action can the global warming effects.

Key words: *climate change, green house effects*

PENDAHULUAN

Isu utama dalam beberapa rubrik media pada saat ini adalah, pemanasan global (*global warming*) atau perubahan iklim (*Climate change*). Salah satu badan atau lembaga antara pemerintah untuk perubahan cuaca (*Intergovernment Panel on Climate Change*) dalam laporannya (*The physical Science Basis 2007*) dan Al Gore pada penyerahan penghargaan Nobel secara tegas menyebutkan, peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) menjadi faktor utama penyebab pemanasan global yang disebabkan ulah manusia, dimana terjadinya peningkatan suhu bumi dengan level yang sudah membahayakan dengan kenaikan antara 1° – 3° C dan sudah merupakan isu yang mendasar (basic need) bagi seluruh dunia. Terbukti dengan meningkatnya suhu di atmosfer, meningkat pula jumlah angin topan di beberapa wilayah, naiknya permukaan air laut (*sea level rises*) selain juga penguapan air (berlebihan) yang mengakibatkan kekeringan.

Kesepakatan untuk mengurangi gas rumah kaca yang telah beberapa kali dilakukan sejak 22 tahun lalu, mulai dari Konvensi Wina (1985) yang mengakui kerusakan lapisan ozon merupakan masalah paling berbahaya yang berdampak global. Tahun 1987 ditindak lanjuti dengan penandatanganan The Montreal Protocol untuk penghapusan penggunaan zat perusak lapisan ozon (ODS) secara global (Indonesia sudah ikut). Tahun 1992 meratifikasi Wina Convention dan Montreal Protocol) dan Indonesia sepakat untuk menghentikan bahan perusak ozon yang kemudian dilanjutkan dengan *Kyoto Protocol*.

United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) yang sedang berlangsung di Bali diharapkan dapat berdampak positif pada perubahan perilaku manusia (diwakili oleh 200 negara), khususnya perilaku destruktif terhadap lapisan ozon menjadi perilaku yang bersahabat dengan lingkungan. Mudah-mudahan dengan diselenggarakannya konperensi ini (*conference of Parties 13 di Bali*) Indonesia dapat menjembatani negara maju dan ber-

kembang dalam menegosiasikan kesepakatan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, terutama negara-negara industri seperti Amerika yang mengemisi karbondioksida (CO₂) sebanyak 36.1% dari total emisi negara-negara maju lainnya. Alasannya adalah, pengurangan emisi CO₂ akan menghambat pertumbuhan ekonomi negaranya.

Terlepas dari usaha-usaha yang sedang dilakukan oleh pemerintah, ternyata beberapa produsen barang jadi sudah mulai berupaya mengurangi emisi CO₂ dengan melakukan berbagai perubahan-perubahan cukup dramatis, terutama dalam penggunaan bahan bakar minyak dan sistem produksinya.

Hal ini tentu merupakan tantangan bagi negara berkembang lainnya terutama Indonesia, dimana penebangan hutan sangat besar terkait dengan deforestasi yang menjadi salah satu penyebab terjadinya pemanasan bumi (*global warming*).

Kemajuan teknologi yang memanjakan manusia serta kemudahan untuk mendapatkannya menjadikan kita masyarakat konsumtif. Hal ini berdampak pada penggunaannya yang tidak terkendali, mulai dari penggunaan bahan bakar untuk kegiatan domestik secara langsung (bahan bakar untuk transportasi seperti mobil, motor dll) serta penggunaan secara tidak langsung seperti penggunaan listrik untuk mesin cuci, TV, Radio, AC, lemari es dan kegiatan lain.

Energi listrik yang digunakan oleh masyarakat berasal dari pusat listrik (*power plant*) yang juga menggunakan bahan bakar sebagai sumber energinya seperti, batu bara, air, uap, diesel dll. Semua energi tersebut memberikan

sumbangan emisi CO₂ ke planet yang kita tempati ini.

Permasalahannya adalah; Energi yang digunakan untuk keperluan manusia sehari-hari dan kalangan industri menggunakan bahan bakar fosil (minyak bumi, gas dan batubara) sedangkan energi lain yang ramah lingkungan belum dimanfaatkan.

Pertanyaannya adalah, bagaimana masyarakat dapat berpartisipasi dalam mengurangi emisi CO₂ secara serius dengan berlaku bijak, supaya dampaknya terhadap manusia tidak berimbas ke sisi-sisi lain seperti ekonomi dan politik sebagai *global citizen*.

Dengan dimulai dari lingkungan sendiri atau secara nasional dampak yang lebih besar dapat dicegah minimal dikurangi.

TERJADINYA PEMANASAN BUMI

Pemanasan bumi disebut juga pemanasan global, yang diakibatkan oleh kerusakan ozon (O₃) yang terus meningkat. Kerusakan ozon yang dipicu oleh kian tingginya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer, mengontrol temperatur bumi yang diprediksi mencapai 1^o - 3^o Celsius. Kerusakan ozon yang tinggi di atmosfer (stratosfer) berpotensi mengubah pola cuaca secara ekstrim dan perubahan iklim.

Peningkatan gas rumah kaca (GRK) seperti CO₂, metana, dinitro oksida dan CFC (*Chlorofluorocarbons*) dihasilkan dari penggunaan bahan bakar minyak seperti, alat untuk transportasi, pembangkit listrik, styrofoam, perlengkapan kosmetika dan perusakan hutan. Disamping itu juga penggunaan AC yang mengandung klorin (CFC) dimana sudah menjadi kebutuhan pada mobil, ruangan dalam rumah, hotel, kantor,

bioskop, rumah sakit dll, kian memperburuk efek rumah kaca dan mencederai lapisan ozon.

Abad industrialisasi ikut merusak keseimbangan atmosfer, karena mengeluarkan milyaran ton gas karbon ke udara yang dilakukan oleh negara-negara industri dan berjuta-juta ton gas metana disemburkan dari eksplorasi gas bumi. Akhirnya udara atmosfer menjadi perangkap panas yang bermetamorfosa menjadi selimut rumah kaca yang menyekap panas sinar matahari dan mendorong naiknya panas bumi.

EFEK GAS RUMAH KACA

Gas rumah kaca dianggap sebagai penyebab utama perubahan iklim atau pemanasan global.

Menurut para ahli, ini disebabkan meningkatnya gas karbon dioksida dan partikel polutan lainnya di atmosfer bumi, yang diibaratkan selimut-selimut gas tersebut menghalangi energi panas yang dipantulkan kembali oleh bumi ke ruang angkasa.

Beberapa efek dari gas rumah kaca adalah sebagai berikut;

- ***Radiasi matahari***

Sinar matahari merambat menembus atmosfer. Sebagian diserap permukaan bumi dan sebagian lagi dipantulkan ke angkasa. Panas sinar matahari yang merambat sebesar 343 watt per m² setara dengan 403 trilyun bola lampu 60 watt. Jumlah panas yang diserap sebesar 168 watt per m² atau setara dengan 197 trilyun bola lampu 60 watt. Sedangkan yang dipantulkan sebesar 103 watt per m² setara dengan 121 trilyun bola lampu 60 watt.

- ***Radiasi infra merah***

Panas matahari yang dipantulkan terperangkap di dalam atmosfer, yang mengakibatkan permukaan bumi mengalami perubahan suhu dan semakin panas karena radiasi infra merah. Pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam yang melepas karbon dioksida (CO₂) dan gas-gas lainnya mengakibatkan emisi gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer yang semakin kaya dengan gas-gas rumah kaca akan menjadi insulator yang menahan lebih banyak panas matahari yang dipancarkan ke bumi.

- ***Efek umpan balik***

Efek-efek dari agen penyebab pemanasan global juga dipengaruhi oleh berbagai proses umpan balik yang dihasilkannya. Apakah ini akan mengurangi atau meningkatkan gas rumah kaca. Umpan balik hanya dapat dibalikkan secara perlahan-lahan, karena CO₂ memiliki usia yang panjang di atmosfer. Tanpa umpan balik, manusia akan merasakan jumlah CO₂ yang lebih besar di atmosfer akibatnya, terjadi peningkatan temperatur bumi rata-rata naik 1.2^o Celsius.

- ***Uap air***

Pada kasus pemanasan akibat bertambahnya gas-gas rumah kaca seperti CO₂, pemanasan pada awalnya akan menyebabkan lebih banyaknya air yang menyerap ke atmosfer. Karena uap air sendiri merupakan gas rumah kaca, pemanasan akan terus berlanjut dan menambah jumlah uap air di udara hingga tercapainya suatu keseimbangan konsentrasi uap air. Efek gas rumah kaca yang dihasilkannya lebih besar dibandingkan oleh akibat gas CO₂ sendiri. Umpan balik ini

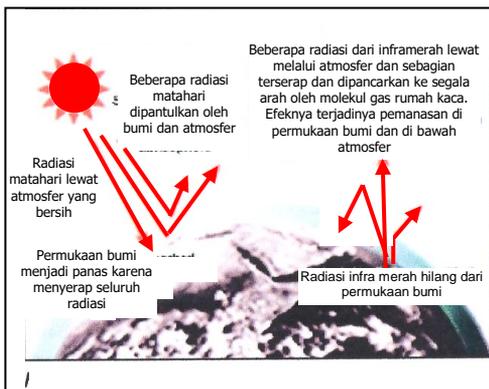
meningkatkan kandungan air absolut di udara sehingga kelembaban relatif udara hampir konstant atau bahkan lebih menurun karena udara menjadi penghangat.

- **Laut es**

Umpan balik penting lainnya adalah hilangnya kemampuan memantulkan cahaya (albedo) oleh es. Ketika temperatur global meningkat, es yang berada di dekat kutub mencair dengan kecepatan yang terus meningkat. Bersamaan dengan melelehnya es tersebut, daratan atau air di bawahnya akan terbuka. Baik daratan maupun air memiliki kemampuan memantulkan cahaya lebih sedikit dibandingkan dengan es dan akibatnya akan menyerap lebih banyak radiasi matahari. Hal ini akan menambah pemanasan dan menimbulkan lebih banyak lagi es yang mencair yang akan menjadi suatu siklus yang berkelanjutan.

- **Awan**

Efek-efek umpan balik karena pengaruh awan sedang menjadi objek penelitian saat ini. Bila dilihat dari bawah, awan akan memantulkan radiasi infra merah balik ke permukaan sehingga akan menaikkan efek pemanasan.



Gambar1. Efek rumah kaca

Sebaliknya bila dilihat dari atas, awan tersebut akan memantulkan sinar matahari dan radiasi infra merah ke angkasa, sehingga meningkatkan efek pendinginan. Efek nettonya pemanasan atau pendinginan tergantung pada beberapa detail-detail tertentu seperti tipe dan ketinggian awan tersebut

KEUNTUNGAN DAN KERUGIAN DARI GAS RUMAH KACA

- **Keuntungannya:**

Pada kondisi normal, efek rumah kaca adalah "baik" karena memberikan kehangatan kepada bumi. Manusia dan makhluk lainnya dapat hidup di muka bumi sebetulnya atas jasa dari efek rumah kaca. Bisa dibayangkan jika tidak ada rumah kaca, bagian bumi yang tidak terkena sinar matahari akan menjadi sangat dingin dengan temperatur seperti di dalam lemari es (-18°C).

Rumah kaca sudah ada sejak jaman dahulu, seiring dengan proses terbentuknya bumi sehingga manusia bisa hidup di dalamnya.

- **Kerugiannya:**

Jika kandungan gas-gas di atmosfer bumi semakin meningkat, akan mengakibatkan bumi semakin panas. Akibatnya akan terjadi pencairan es di daerah kutub yang akan menyebabkan naiknya permukaan air laut, yang akan menenggelamkan sebagian daratan tempat manusia dan makhluk darat lainnya hidup. Ini akan sangat berdampak bagi Indonesia yang merupakan negara kepulauan dimana kota-kota tepi pantainya (*coastal cities*), banyak yang tingginya kurang dari 1 meter. Akibat naiknya permukaan air laut maka air sungai tidak dapat

mengalir ke laut dan akan menyebabkan banjir di daratan. Hal yang sangat merugikan adalah, Indonesia merupakan negara agraris yang dengan adanya perubahan iklim, akan mengganggu pola tanam pada produksi pertanian disamping juga timbulnya penyakit tropis yang semakin bertahan di daerah endemik atau ada kemungkinan daerah endemik baru akan muncul.

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

Bagi Indonesia dampak perubahan iklim bukan lagi sebatas wacana tetapi sudah menjadi kenyataan dengan sering terjadinya bencana banjir, kekeringan, curah hujan yang tinggi, pasang air laut dll. Beberapa dampak lain adalah;

- **Temperatur**

Temperatur akibat dari gas rumah kaca yang semakin panas akan berdampak pada perubahan iklim yang akan mengganggu pola tanam pada produksi pertanian. Selain itu juga timbulnya penyakit tropis yang

semakin bertahan di daerah endemik bahkan daerah endemik baru akan muncul.

- **Pertanian**

Terjadinya pergeseran musim dan perubahan pola hujan yang menyebabkan terlambatnya panen.

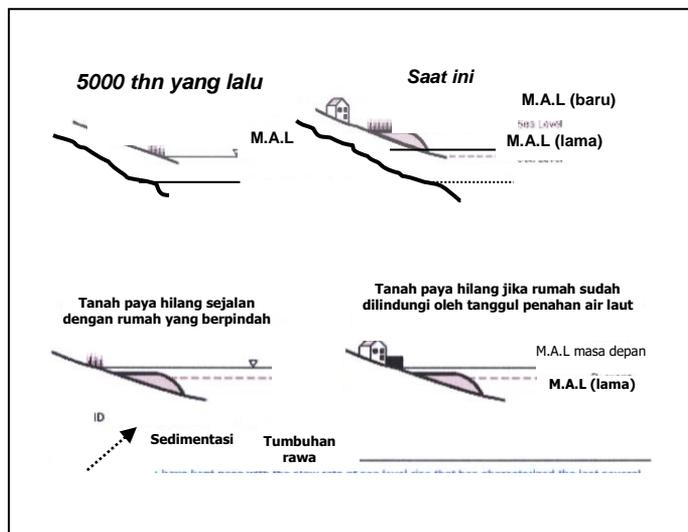
- **Kehutanan**

Peningkatan suhu yang cukup lama menyebabkan panjangnya musim kemarau di sekitar lingkungan hutan dan mengakibatkan kebakaran hutan (daerah gambut) yang cukup luas.

- **Wilayah pantai**

Merusak ekosistem laut, menurunkan produksi ikan dan udang serta mengancam kehidupan masyarakat pesisir pantai dimana akibat dari abrasi, garis pantai akan lebih menjorok ke darat.

Perkembangan tanah berpaya (tepi laut) terhadap naiknya muka air laut dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Hilangnya daerah pesisir akibat naiknya muka air laut

- **Permukaan air laut**

Air laut naik setinggi 1.8 mm per-tahun pada tahun 1960-2003 dan meningkat menjadi 3.1 mm per-tahun pada tahun 1993-2003 karena pencairan salju, es di Arktik dan pegunungan gletser. Diperkirakan peningkatan suhu yang merata antara 0,15° - 0,30° C di seluruh bagian bumi selama tahun 1990 – 2005 yang kemungkinan berlanjut, pada tahun 2040 Indonesia akan kehilangan 2000 pulau.

- **Kesehatan**

Peningkatan frekuensi penyakit tropis (demam berdarah, malaria) karena naiknya suhu udara yang menyebabkan masa inkubasinya pendek dan mengakibatkan berkembang biaknya nyamuk. Berkembangnya penyakit pernapasan akibat polusi udara dari bahan bakar kendaraan yang beroperasi.



Gambar 3. Pengukuran gas karbon monoksida dari knalpot kendaraan

- **Sumber air**

Akibat kenaikan air laut akan memperburuk kualitas air tanah karena terjadi intrusi atau perembesan air laut yang semakin luas. Diprediksi pada tahun 2070, 50% dari masyarakat dunia tidak lagi memiliki sumber air minum.

- **Habitat**

Akan terjadi pergantian beberapa spesies flora dan fauna bahkan sebagian akan terancam punah dan keaneragaman hayati akan hilang.

POSISI INDONESIA DI DALAM KONTRIBUSI EMISI CO2

Berdasarkan data dari World Resources Institute 2003, Indonesia masuk pada deretan ke 18 penghasil emisi CO2 di dunia.

Di bawah ini disebutkan emisi CO2 yang dihasilkan oleh negara-negara di dunia:

Tabel 1. Emisi Karbon Dioksida Per-Kapita Per Negara

Rank	Countries	Amount
1	United states	5,762,050
2	China	3,473,600
3	Russia	1,540,360
4	Japan	1,224,740
5	India	1,007,980
6	Germany	837,425
7	United Kingdom	558,225
8	Canada	521,404
9	Italy	446,596
10	Mexico	385,075
11	France	363,484
12	Ukraine	348,357
13	South Africa	344,590
14	Australia	332,377
15	Brazili	327,858
16	Spain	304,882
17	Poland	303,778
18	Indonesia	286,027

Sumber: World Resources Institute 2003.

Dari tabel diatas terlihat bahwa, penyumbang emisi CO2 terbesar adalah negara-negara industri.

Pada KTT iklim di Nairobi 2006, Indonesia termasuk negara no 3 penyumbang emiter CO2 di dunia, yang turut memberikan kontribusi ke pemanasan global. Kedudukan Indonesia naik dari peringkat 21 ke peringkat 3 di bawah USA (no-1) dan China (no-2) dan ini terjadi ketika emisi CO2 dari

kebakaran lahan gambut di perhitungkan. Perhitungan Delft Hydraulics Belanda dan Wetlands International memperkirakan sekitar 2000 juta ton CO₂ diemisikan ke udara per tahun akibat dari kebakaran dan konversi lahan gambut. Padahal berdasarkan konvensi perubahan iklim, Indonesia termasuk ke dalam negara non-Annex I yang artinya, *tidak terlalu bertanggung jawab dalam mengurangi emisi CO₂* karena, jumlah emisinya kecil yaitu 0,4%.

Namun demikian Indonesia perlu lebih memperhatikan kebakaran gambut yang selalu terjadi setiap tahun yang umumnya mengganggu daerah sekitar bahkan sampai ke negara tetangga.

USAHA - USAHA MENGURANGI EMISI CO₂ OLEH PRODUSEN DI NEGARA MAJU

Beberapa produsen besar di dunia bekerjasama dengan World Wild Fund (WWF), sudah mulai melakukan usaha dengan memobilisasi perusahaannya dalam rangka mengurangi emisi CO₂ (*carbon dioxide*) dari produk yang dihasilkan. Targetnya adalah, pada tahun 2010 emisi CO₂ dapat dikurangi sebesar lebih dari 10 ton per-tahun atau setara dengan 2 juta mobil yang sedang beroperasi di jalan.

Dengan peng-efisienan itu perusahaan dapat menghemat \$ 100 juta sehingga selain ikut mencegah kerusakan lingkungan, diharapkan menimbulkan iklim yang sehat dalam berusaha.

Beberapa produsen (pabrik) di negara-negara maju tersebut adalah,

- **Johnson-Johnson**
Perusahaan ini merupakan ke dua terbesar di Amerika. Bekerjasama dengan WWF membuat kesepakatan

untuk mengurangi gas rumah kaca, menjadi kurang dari 7% pada tahun 2010 berarti di bawah level tahun 1990 (7%).

Perusahaan ini menggunakan tenaga matahari (*solar photovoltaic energy*) serta tenaga angin pada tahun 2005. Energi ramah lingkungan seperti tenaga surya, angin, low impact hydro dan energy yang dapat diperbaharukan (*renewable*) hampir 30% digunakan. oleh perusahaan-perusahaan di Amerika (berbeda dengan di Eropa yang hanya setengahnya menggunakan tenaga ini).

Banyak inovatif teknologi dihasilkan dalam pengembangan energi untuk fasilitas cabang perusahaannya di seluruh dunia. Di perusahaan farmasi Alza (Mountain View, California) gas methane dikumpulkan dari tanah urugan lokal dan digunakan untuk pembakaran yang menghasilkan 3 megawatt power sehingga mengurangi 7000 ton metrik carbon dioxide per tahunnya. Dalam masa 10 tahun perusahaan dapat menghemat \$30 juta.

- **IBM**

Dari tahun 1990 sampai 1997 perusahaan ini sudah dapat mengurangi emisi CO₂ sebesar 20% atau menghemat \$115 juta. Tahun 1998 mengurangi emisi CO₂ sebesar 1.28 juta ton atau setara dengan 51.600 mobil yang beroperasi di jalan.

Penghematan diperoleh dari berbagai proyek termasuk pemasangan mesin otomatis detektor untuk penerangan kamar mandi (*bath room*), ruang copi (*copier room*), sistem pendingin, (*cooling system*), penjernihan air sistem pompa di dalam produksinya.

Perusahaan ini mengeluarkan biaya sebesar 132.000 megawatt hour untuk energi ramah lingkungan dan akan meningkat 200.000 megawatt per hour pada tahun 2006. Pengurangan emisi CO2 mencapai 103.000 ton metrik.

- **Xanterra**

Pengurangan emisi CO2 dari perusahaan ini turun sebesar 50% dari tahun 1994 sampai 2004.

Perusahaan ini bergerak di bidang perhotelan, perumahan, penyewaan rumah, restoran dan beroperasi di 18 negara bagian di Amerika. Perusahaan ini menggunakan energi rendah emisi sebesar 6.011.723 kilowatt hour dengan menggunakan energi angin, matahari dan geothermal.

Yang telah dilakukan adalah, dengan mengadakan perubahan-perubahan darimulai jenis bahan bakar yang digunakan (bahan bakar minyak ke propane sejenis metane), program strategi konservasi, sistem pengontrolan, energi dalam ruangan hotel dan fasilitasnya termasuk penggantian 27.000 sistem penerangan.

- **Polaroid**

Dari tahun 1994 sampai 2004 perusahaan ini telah mengurangi emisi CO2 sebesar 50%.

Ketika Polaroid kerjasama dalam program pengurangan emisi CO2, mereka menargetkan dapat mengurangi emisi CO2 sebesar 25% dibawah level 1994 pada tahun 2010. Pada tahun 2004 telah dikurangi sebesar 14% kurang lebih hampir 50% di bawah garis ambang 1994.

Cara yang ditempuh adalah dengan memperbaharui atau mengganti kompresor (*compressors*), sistem penyejuk (*Chillers*), sistem

penguapan (*boilers*), sistem pemanas air (*hot water system*), sistem penerangan dan penggeraknya (*lighting*), membeli energi rendah emisi dan mengganti bahan bakar minyak serta membersihkan semua peralatan produksi.

- **Nike**

Perusahaan ini bergabung dalam program pengurangan emisi CO2 tahun 2001. Target yang dicapai adalah 13% dari produksi dan bisnis travelnya pada tahun 2005.

Nike menggunakan energi rendah emisi kurang lebih 20% dari semua energi yang digunakan dalam pengoperasian perusahaannya. Di Eropa Nike mengoperasikan 6 turbin yang digerakan angin, dengan kapasitas sebesar 2 juta feet metrik bekerjasama dengan perusahaan listrik lokal (*local power supplier*). Untuk mengganti biaya tadi, Nike mengambil dari business lain yaitu kerjasama dengan perusahaan-penerbangan pengangkut produk (*air carriers*), perusahaan rental mobil (*rental car companies*), departemen energi dan pasar eceran karbon dioksida.

- **Catalyst**

Produsen kertas ini merupakan perusahaan terkemuka dalam kertas printing mekanik yang dipakai untuk direktori, majalah, katalog dan kertas koran di Amerika dan di seluruh dunia dan sampai saat ini telah mengurangi emisi CO2 sebesar 71% di bawah level 1994.

Yang dilakukan adalah, merubah energi yang digunakan dari bahan bakar minyak ke bahan biomass. Sejak tahun 2002 telah dilakukan pengurangan emisi CO2 sebesar 46% yang sebanding dengan

690.000 barel minyak. Ini berarti penghematan sebesar \$13 juta.

Catalyst berharap dapat menghemat lagi \$4 juta dengan mengurangi penggunaan listrik sebesar 2% di tahun 2006.

- **Lafarge**

Perusahaan ini merupakan penghasil bata semen. Dengan 75.000 karyawan di 75 negara termasuk 16.500 karyawan yang ada di Amerika Lafarge merupakan perusahaan bata semen terbesar di dunia. Sejak tahun 1990 pengurangan emisi sudah mencapai 12.7% dan diharapkan mencapai 20% pada 2010.

Perusahaan ini juga telah melakukan pengurangan absoluts gross emissions di beberapa anak-anak perusahaan sebesar 8.3%.

Yang dilakukan adalah, memperbaiki alat untuk lebih mengefisienkan energi yang dipakai pada pabrik semen, dengan melakukan substitusi abu terbang (fly-ash) dan slag.

Yang dilakukan adalah merubah penggunaan bahan bakar minyak ke bahan limbah (limbah industri, ban, minyak, plastik dan bahan pelarut) serta biomass (sekam padi, kulit kopi dan makanan ternak).

Selain itu juga mendanai penggunaan tenaga angin di Maroko, limbah dari kelapa sawit di Malaysia, Kenia, Uganda, Brazil, dan Philipina.

- **The Collins Companies**

Perusahaan ini bergerak di bidang perkayuan dan berusaha untuk mengurangi emisi CO2 sebesar 15% dibawah level 1990 pada tahun 2009 dimana sekarang ini telah mencapai 11.7% (sesuai dengan rencana).

Sesuai dengan kesepakatan dalam program pengurangan emisi CO2, perusahaan baru maupun maupun yang sudah ada telah digunakan energi yang ramah lingkungan (environmentally friendly) dan energi yang efisien sehingga dapat menghemat \$5 juta.

Sejumlah proyek baru juga telah menggunakan energi dan bahan yang ramah lingkungan termasuk dalam penggunaan produk jadi, dengan merubah formula resin yang digunakan dalam produknya serta mengurangi jumlah angkutan truknya dengan sistem transportasi yang lebih baik. Perubahan dilakukan pula pada penggunaan lampu penerangan di banyak lokasi, mengganti motor-motor listrik dengan motor yang lebih efisien dan mengurangi penggunaan listrik. Penggunaan biomass secara komputerisasi ikut mengurangi emisi CO2 secara signifikan.

- **Transport Communication Sagawa**

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pengiriman barang (*delivery company*) mereka telah menghemat dan mengurangi emisi CO2 dengan mengurangi/membuang jumlah kendaraan yang tidak terpakai. Perusahaan ekspedisi Sagawa Ekspres adalah perusahaan terbesar di Asia dan sudah sepakat mengurangi emisi CO2 sebesar 6% dibawah level 2002 pada tahun 2012, dengan memperkenalkan 7.000 kendaraan transport baru yang menggunakan gas alam yang dikempa (*Compressed Natural Gas* atau CNG). Perusahaan Ini merupakan perusahaan transportasi yang pertama kali kerjasama dalam program pengurangan emisi CO2.

Tahun 2005 perusahaan ini memperkenalkan 2.600 kendaraan dengan bahan bakar CNG. Untuk mendukung programnya perusahaan ini membangun 6 stasiun gas alam untuk kendaraan yang menggunakan bahan bakar CNG dan memperkenalkan pembakaran generasi sistem pembakaran tenaga matahari.

Sagawa telah mengurangi sebanyak 2.49% emisi CO₂ pada tahun 2004 atau menghemat 10.000 liter bahan bakar setiap tahun yang setara dengan bahan bakar yang digunakan untuk 560 truk tangki. Jika dihitung dengan uang sekitar dapat menghemat \$5.413.066 (700 juta yen) setiap tahun.

- **Novo Nordisk**

Sebagai perusahaan farmasi mereka sepakat untuk mengurangi emisi CO₂ sebesar 10%. Perusahaan ini banyak bergerak dibidang penanggulangan penyakit diabetes dan telah sepakat untuk mengurangi emisi CO₂ dari pengolahan produknya sebanyak 10% dibawah level 2004 pada tahun 2014. Dalam program pengurangan emisi CO₂ Novo Nordisk berusaha untuk mencapai 67% selama beberapa periode.

Pengurangan dilakukan dengan mencampur energi efisien dengan hasil proyek energi yang dapat diperbaharukan yang dilaksanakan oleh Novo Nordisk.

- **Tetra Pack**

Tetra Pack merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perbelanjaan (supermarket) dengan karyawan sebanyak 20.000 orang. Sebagai perusahaan terkemuka dalam pengolahan makanan, pengepakan dan sistem distribusi, perusahaan ini

sepakat mengurangi emisi CO₂ yang sejak tahun 2002 sudah mengurangi penggunaan energi yang dibutuhkan sebanyak 15% dari kebutuhan untuk setiap paket, di 53 perkebunan seluruh dunia. Selama 5 tahun mendatang berusaha untuk mencapai 10% dengan memperbaiki dan mengganti energi yang sudah dipakai dan menambah penggunaan energi yang dapat diperbaharukan (*renewable energy*).

Hasilnya Tetra Pack dapat mengurangi dampak dari perubahan iklim (*climate change*) sebesar 10% dari tanaman yang tumbuh. Pengiriman makanan dilakukan dalam keadaan bersih dan sehat, efisien serta aman sehingga banyak di konsumsi oleh pembeli di seluruh dunia karena bebas hama penyakit.

- **Sony**

Sony merupakan perusahaan elektronik terkemuka akan berusaha mengurangi emisi CO₂ sebesar 7% pada 2010 lebih dari yang sudah dilakukan sebesar 2.183.765 tons metrik pada tahun 2000. Sony bermaksud menggunakan energi yang efisien pada semua fasilitas peralatan produknya dan mengganti dari bahan bakar minyak ke bahan bakar yang dapat diperbaharukan atau gas alam. Dilakukan juga penggantian beberapa produk yang banyak menimbulkan emisi CO₂ dengan menggunakan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan di cabang-cabang perusahaan yang ada di Japan, China, Eropa dan Amerika.

Karyawan-karyawan Sony mendukung program ini dan diharapkan dapat menjaga kondisi temperatur bumi dibawah ambang batas 2°C.

BEBERAPA TEMUAN YANG DAPAT DIMANFAATKAN

Problematika pemanasan global telah menjadi agenda masyarakat dunia tak terkecuali Indonesia. Sejauh ini, pola pembangunan yang menjadi acuan pelbagai negara khususnya negara-negara utara adalah, peningkatan kapasitas produksi dan perluasan pasar ekonomi, dengan menihilkan efek destruktif yang ditanggalkan atas lingkungan hidup. Walaupun demikian sebagian besar negara industri sebagai penyumbang terbesar dalam emisi CO₂ telah mulai merubah sistem atau teknologi dengan memanfaatkan bahan alternatif yang ramah lingkungan. Sementara masyarakat Indonesia sampai saat ini masih beraktifitas dengan menggunakan bahan bakar energi fosil, belum lagi penebangan dan kebakaran kayu baik yang dilakukan dengan sengaja maupun tidak sengaja dimana Indonesia memainkan peranan penting, dengan hutan tropisnya yang merupakan salah satu paru-paru dunia terbesar.

Mengapa ini Tejadi?

Lebih dari separuh penduduk Indonesia ternyata tidak menyadari masalah ancaman pemanasan global (*global warming*), padahal tanpa disadari bencana yang akhir-akhir ini banyak terjadi banyak diakibatkan oleh pemanasan global.

Hasil polling yang dilakukan oleh Roy Morgan Research, survei sindikasi terbesar di Indonesia dengan lebih dari 27,000 responden per tahun, mewakili 90% dari populasi Indonesia mengungkapkan hasil sebagai berikut; Dari sejumlah responden umur 14 tahun ke atas di 16 provinsi terbesar Indonesia, ketika ditanya apakah

pemanasan global merupakan ancaman bagi lingkungan, sebanyak 68 juta orang menjawab "Ya" dan hanya 8 juta orang yang menjawab "Tidak". Namun di luar angka ini ada sebanyak 64 juta orang yang menjawab "Tidak tahu" dan berdomisili di pulau Jawa, yang memang merupakan pulau terpadat.

Bahan Bakar Penyebab Utama

Kontribusi terbesar dari gas rumah kaca yang komposisi terbesarnya terdiri dari Nitrogen (78%), Oksigen (21%) dan Uap air (3%), diakibatkan oleh pemakaian bahan bakar fosil seperti batu bara, gas dan minyak bumi.

Ketiga jenis bahan bakar tersebut sekarang ini merupakan bahan bakar yang paling murah dibandingkan dengan energi lain sehingga pemakaiannya setiap tahun meningkat apalagi setelah terjadinya revolusi industri. Konsekwensinya jika kadar gas polutan (CO₂, CH₄, O₃, NO_x, dan CFC) di udara melebihi ambang batasnya, Iklim global akan berubah.

Penggunaan batubara pada pembangkit listrik akan menghasilkan emisi yang cukup besar, disamping juga kerusakan lingkungan yang ditimbulkan.

Oleh karena itu mengganti penggunaan batubara atau diesel menjadi gas, bisa menghasilkan penurunan emisi GRK yang signifikan.

Bahan Bakar Alternatif

Beralih menggunakan sumber energi terbarukan bisa mengurangi emisi GRK dalam jumlah yang lebih besar. Dengan semakin tingginya harga minyak bumi, sumber energi terbarukan menjadi pilihan yang semakin menarik. Beberapa bahan alternatif yang sudah dan banyak digunakan adalah; tenaga matahari (*solar photovoltaic energy*),

tenaga angin, propane sejenis metane, geothermal, gas alam yang dikempa (Compressed Natural Gas atau CNG), bahan limbah (limbah industri, ban, minyak, plastik dan bahan pelarut) serta biomass (sekam padi, kulit kopi dan makanan ternak).

Penggunaan bahan alternatif ini masih tergolong mahal karena perlu modifikasi peralatan.

Sejauh ini, kesukaran mereduksi emisi berlebih disebabkan oleh keengganan negara-negara industri besar dalam mengurangi pembakaran minyak bumi bagi keberlangsungan perekonomian mereka. Hal ini tak sebanding dengan pola pembangunan di negara-negara berkembang padahal, berkurangnya perubahan iklim hanya dapat teratasi melalui usaha global.

Oleh karena itu, dekarbonisasi menjadi hal yang mungkin untuk diterapkan di negara-negara industri maju sambil mendorong negara-negara berkembang meningkatkan kapasitas pembangunan yang ramah lingkungan. Hal ini harus dilakukan tanpa mengesampingkan kesejahteraan dan keberlanjutan hidup warganya.

Dekarbonisasi sangat potensial bagi negara - negara berkembang, terutama daerah yang memiliki nilai efisiensi tinggi dan produktif, baik dari segi ekonomis maupun ekologis. Penghematan biaya dari efisiensi energi dapat digunakan untuk mendorong pengembangan teknologi terpadu energi terbarukan.

BEBERAPA USAHA YANG DAPAT DILAKUKAN DALAM RANGKA IKUT MENGURANGI EMISI CO₂

Merubah Penggunaan Bahan Bakar Pembangkit Tenaga Listrik

- Listrik sebagai energi utama dalam kehidupan masyarakat harus dapat diproduksi dengan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, sehingga penggunaan batubara perlu pertimbangan lingkungan dan mendapat porsi yang seimbang dengan ekonomi dalam rencana pembangunan (*Nasrullah Salim, peneliti energi Yayasan Pelangi Indonesia*).

Sebagai contoh, untuk tiap MWh listrik yang dihasilkan, oleh pembangkit batubara menghasilkan 934 kg CO₂, maka total emisi CO₂ yang dihasilkan tidak kurang dari 21 juta ton setiap tahunnya.

- Penggunaan geothermal untuk pembangkit tenaga listrik akan lebih menguntungkan karena Indonesia memiliki 40% dari total potensi geotermal dunia, yaitu 27 MW yang tersebar di 151 lokasi, yang saat ini baru 270 ribu Watt yang dimanfaatkan.

Penelitian pada satu industri manufaktur di Cilegon menunjukkan, mengubah penggunaan bahan bakar diesel ke gas alam dapat menurunkan emisi GRK pabrik tersebut sebanyak 31%.

- Biodiesel menjadi alternatif yang perlu dipertimbangkan. Penggunaan biodiesel yang sekarang mulai berkembang untuk bahan bakar transportasi, tipe B10 (10% biodiesel, 90% diesel) juga bisa digunakan sebagai bahan bakar industri dan bisa mengurangi emisi GRK tanpa perlu modifikasi peralatan.

- Cara lain mengurangi emisi GRK adalah partisipasi sektor industri untuk mengoptimalkan penggunaan listrik sebanyak 11% dengan mengurangi listrik pada motor dengan menggunakan teknologi yang lebih efisien.

Mengurangi Emisi dari Berbagai Aktivitas Kita

- *Melakukan sedikit perubahan* pada pola hidup di rumah dan di sekitar lingkungan sendiri, kita dapat membantu mengurangi gas rumah kaca serta menghemat pengeluaran uang belanja harian.
- *Menggunakan produk dengan teknologi hemat energi.*
Membeli barang atau peralatan rumah tangga selain bentuk yang menarik juga harus dilihat spesifikasinya, terutama yang dapat mengurangi emisi CO₂ serta polusi udara. Produk dari plastik bentuk kemasan, kantong-kantong atau peralatan alat rumah tangga lainnya merupakan bahan yang sulit membusuk selain proses produksinya memerlukan energi yang tinggi.
- *Memelihara peralatan yang menggunakan energi listrik*
Pemeliharaan peralatan secara rutin seperti AC, pemanas air atau peralatan lain yang menggunakan peralatan tambahan seperti filter dll, perlu dirawat dan dibersihkan sehingga selalu berfungsi dengan baik dan tidak menambah beban pada waktu digunakan.
- *Desain rumah hemat energi*
Rumah sebaiknya direncanakan selain kuat, indah, sehat tetapi hemat energi (*green house*) dengan bukaan untuk penerangan dan sirkulasi udara (*cross ventilation*) yang cukup. Maksudnya adalah,

untuk mengoptimalkan masuknya cahaya matahari yang masuk (untuk penerangan) ke dalam ruangan serta memudahkan pergantian udara sehingga temperatur ruangan sejuk. Selain juga menghemat penghematan penggunaan lampu dan alat penyejuk (AC) dll untuk daerah panas. Desain ruangan sesuai dengan fungsinya sehingga, memudahkan mobilitas penghuni. Kemiringan atap yang cukup, dengan sudut lebih dari 30°, akan memberikan kondisi ruangan nyaman.

Jika rumah menggunakan penyejuk atau pendingin (AC), periksa semua bagian dinding bangunan terhadap kebocoran yang mengakibatkan udara luar masuk. Kebocoran akan mengakibatkan penambahan tenaga (*power*) dan energi yang dipakai.

- *Penggunaan bahan bangunan rendah emisi*

Gunakan bahan bangunan yang tidak menyerap panas pada komponen atap atau dinding karena penggunaan bahan bangunan seperti, seng, aluminium, asbes plat, akan mengakibatkan panas di dalam ruangan selain kandungan emisi CO₂ nya cukup besar.

Hasil penelitian di Korea menyatakan, bahwa jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari beberapa bahan bangunan yang umum dipakai adalah sbb:

Tabel 2. Jumlah Emisi CO₂ dari Bahan Bangunan yang Umum Dipakai

No	Nama bahan	Jumlah emisi CO ₂ yang dihasilkan Kg – C/kg
1	Pasir	0.00049
2	Kerikil atau batu pecah utk beton	0.00173
3	Batu pondasi	0.00095
4	Bata blok dari semen	0.01140

No	Nama bahan	Jumlah emisi CO2 yang dihasilkan Kg – C/kg
5	Beton siap pakai	0.01245
6	Semen	0.22040
7	Conblok	0.01900
8	Asbestos semen	0.01085
9	Kayu	0.02624
10	Plywood	0.19957
11	Genteng keramik (berglasir)	0.13111
12	Kaca	0.22685
13	Besi	0.42559
14	Ubin keramik	0.20610

Sumber : Seo dan Hwang(2001)

Dari tabel tersebut di atas terlihat bahwa, besi, kaca, semen, plywood, ubin keramik, genteng keramik (berglasir), menempati urutan tertinggi dalam menyumbang emisi CO2.

Pilihan sedapat mungkin di arahkan pada bahan bangunan yang kecil kandungan emisi CO2 nya, kecuali jika belum ada bahan bangunan lain yang dapat menggantikannya.

Sebagai contoh untuk;

- Dinding menggunakan bata atau conblock,
- Lantai menggunakan beton tumbuk,
- Penutup atap menggunakan genteng keramik tidak berglasir,
- Pondasi menggunakan batu kali,
- Dinding pagar menggunakan bata atau batako.

Bahan-bahan tersebut pada proses pengolahannya di pabrik tidak menggunakan energi yang tinggi.

- *Memanfaatkan tenaga alam*
Sumber tenaga dari alam seperti angin dan matahari, sangat ramah lingkungan sehingga pemanfaatannya harus dilakukan secara maksimal.
- *Menhijaukan halaman rumah*
Tanami halaman dengan tumbuhan-tumbuhan seperti rumput, bunga atau pohon perdu sehingga dapat

menyerap panas dan air hujan. Penataan halaman yang baik akan menghemat energi, uang dan menyempatkan emisi CO2 di lingkungan sekitar.

- *Menggunakan air secara efisien*
Penghematan air terutama air dari PDAM sangat membantu dalam penghematan energi yang dipakai dalam pengolahan serta distribusinya. Bersihkan saluran air serta kloset yang digunakan sehingga berfungsi dengan baik. Saluran yang tersumbat akan memerlukan banyak air dalam operasinya.
- *Transportasi*
Mengurangi penggunaan bahan bakar untuk bepergian dengan kendaraan pribadi jika tersedia alat transportasi lain seperti sepeda.

Adaptasi terhadap Perubahan yang Terjadi

Perubahan iklim sudah mulai terjadi dengan berbagai dampaknya dan kita harus bisa menyesuaikan diri dengan perubahan – perubahan yang terjadi sesegera mungkin. Perubahan pola musim hujan dan kering dalam 10 tahun terakhir yang semakin singkat dengan intensitas lebih tinggi serta musim kemarau yang semakin panjang, ikut berperan meningkatnya insiden banjir dan kekeringan di Indonesia. Untuk beradaptasi, perlu dibuat pengelolaan resapan air dengan bendungan-bendungan kecil di daerah hulu, untuk menyimpan air sehingga mengurangi risiko banjir di daerah hilir sekaligus meningkatkan persediaan air di musim kemarau.

Naiknya permukaan air laut berpotensi menenggelamkan 50 meter daratan dari garis pantai kepulauan Indonesia, yang panjangnya 81.000 km. Diperkirakan lebih dari 405.000 hektar daratan

Indonesia akan tenggelam, ribuan pulau kecil akan hilang dari peta Indonesia, ratusan ribu hektar tambak atau sawah di daerah pasang surut akan hilang, abrasi pantai dan intrusi air laut akan mengancam penduduk. Untuk itu diperlukan kajian untuk mengidentifikasi daerah pantai yang rentan terhadap perubahan iklim kemudian menentukan strategi adaptasi yang paling sesuai.

KESIMPULAN

1. Beberapa usaha yang telah dilakukan oleh para produsen di negara maju perlu ditiru oleh pengusaha Indonesia karena cukup menguntungkan dari segi komersial produk serta penurunan gas rumah kaca (GRK).
2. Dengan menggunakan energi alternatif yang sangat berlimpah (matahari, angin, air dll) serta kemajuan teknologi yang ada dapat membantu pemerintah dalam penyediaan bahan baku minyak yang dirasakan semakin mahal disamping ikut melestarikan potensi energi dan lingkungan.
3. Semua pihak baik masyarakat maupun pemerintah, harus sadar dan jangan mengabaikan kenaikan suhu bumi yang terjadi karena, masyarakat miskin di negara berkembang yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim. Ini dikarenakan kemampuan beradaptasi masyarakat yang rendah serta minimnya sumber daya yang mereka miliki disamping kehidupan mereka yang cenderung bergantung pada sumber daya yang rentan terhadap kondisi iklim.
4. Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa kasus pembalakan hutan secara ilegal merupakan salah satu penyumbang efek rumah kaca sehingga pengawasannya harus dilakukan secara terpadu yang melibatkan pemerintah (instansi terkait) dan masyarakat.
5. Perlu kegiatan-kegiatan rehabilitasi lahan kritis dengan cara reforestasi, melarang illegal logging, penangkapan ikan dengan racun, serta hemat air,
6. Sebelum berkontribusi lebih lanjut untuk mengatasi bersama masalah global, langkah konkrit yang harus dilakukan adalah, memberikan sosialisasi mengenai permasalahan yang berkaitan dengan pemanasan bumi (*global warming*). Hal ini diperlukan mengingat lebih dari separuh masyarakat Indonesia hidup dalam ketidaktahuan akan bahaya pemanasan global karena Issue pemanasan bumi (*global warming*) sudah bukan merupakan wacana lagi tetapi sudah menjadi kenyataan sehingga, diperlukan partisipasi masyarakat untuk ikut menanggulangi sesuai dengan sumber daya dan alam yang dipunyai.
7. Penanganan masalah *global warming* perlu dimasukkan ke dalam rencana pembangunan, terutama di bidang yang rentan dampak perubahan iklim seperti pertanian, perikanan, kesehatan, kehutanan dan sumber-daya air.
8. Keserakahan manusia terutama atas peng-eksplotasian sumber daya alam secara sistematis akan menetas-kan sejumlah masalah global yang tidak bisa diatasi dalam waktu singkat serta akan menghancurkan kehidupan, sehingga tanah, air, udara dan laut telah beralih fungsi dari sistem-sistem yang mendukung kehidupan, menjadi gudang limbah di tengah pasar global.

DAFTAR PUSTAKA

- IPCC, 2001 IPCC, 2001; Climate Change 2001; Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Mc Carthy,J,J., O.F. Canziani.,N.A Learly, D.J.Dokken, and K.S.White (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY,USA,1032 pp. Coastal Zone and Sea Level Rise Information in chapter 4 and chapter 6.
- FEMA, 1991: Projected Impact of Relative Sea Level Rise on the National Flood Insurance Program (PDF, 70 pp.,690 KB, about PDF) October 1991.
- EPA, 1989: The Potential Effects of Global Climate Change on the United State. Report to Congress.
- Washington D.C: U.S.Environmental Protection Agency. EPA 230-05-89-052.
- Tahun 2040 = 2.000 Pulau Tenggelam [http://www.walhi.or.id/-kampanye/energi/iklim/070724-rbhn - iklim_cu](http://www.walhi.or.id/-kampanye/energi/iklim/070724-rbhn-iklim_cu)
- Hari Bumi 2006: Solusi Bagi Perubahan Iklim. Yayasan Pelangi Indonesia, 21 April, 2006.
- Seo, S., Hwang, " Estimation of CO2 Emission in life cycle of Residential Buildings", Jurnal of Construction Engineering and Management. Vol.127,No.5. September-Oktober, 2001.
- Seo.S., and Hwang, M (1996). " Global Warming and Global Dioxide Emission: An empirical study." Jurnal Environmental and Management., London, 46, 327-343.