



CONFERENCE PROCEEDING

ICITSBE 2012

**1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATION
AND TECHNOLOGY FOR
SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT**

16 -17 April 2012



Organized by:
Office of Research and Industrial
Community And Alumni Networking
Universiti Teknologi MARA (Perak) Malaysia
www.perak.uitm.edu.my

PAPER CODE: GT 44

KONSEP BANGUNAN LESTARI

Mohd Nazaruddin Yusoff¹, Kamarudin Mohd Nor² dan Siti Akhtar Mahayuddin³

¹Kolej Undang-undang, Kerajaan dan Pengajian Antarabangsa, Universiti Utara Malaysia

²Business School, Universiti Kuala Lumpur

³Faculty of Architecture, Planning and Surveying, Universiti Teknologi MARA (Perak), Malaysia

Abstrak

Bangunan telah dikenalpasti sebagai penyumbang kesan gas rumah hijau dunia seterusnya meningkatkan pemanasan global. Impak negatif ini mula berlaku di peringkat pembinaan sehingga peringkat penghunian bangunan. Oleh itu, pihak industri binaan perlu memahami inisiatif yang telah dijalankan dan berpotensi untuk dilaksanakan untuk mengurangkan impak pemanasan global. Maka sorotan literatur terhadap mitigasi dan adaptasi gas rumah hijau di peringkat antarabangsa dan kebangsaan telah dilakukan. Mitigasi dan adaptasi gas rumah hijau ini boleh dikategorikan kepada pendekatan luaran dan pendekatan dalaman. Pendekatan luaran menekankan teknologi hijau untuk menjanakan kuasa dan melaksanakan perampasan karbon (carbon sequestration) secara kaedahimbangan karbon (carbon offset) melalui mekanisme pembangunan bersih (CDM) seperti yang dibenarkan oleh Protokol Kyoto. Manakala pendekatan dalaman mitigasi dan adaptasi mengurangkan gas rumah hijau di Malaysia telah mula diteroka melalui pembinaan Bangunan Pejabat Tenaga Rendah, Bangunan Pejabat Tenaga Hijau dan Bangunan Berlian). Kesimpulannya, inisiatif pembinaan bangunan hijau bebas karbon yang berpotensi mengurangkan penghasilan gas rumah hijau hendaklah terus diusahakan dan diamalkan ke arah pembangunan lestari. Seterusnya ia menjadi asas dalam konsep Bangunan Lestari.

Kata Kunci: Pemanasan Global, Pengurangan Tenaga, Gas Rumah Hijau, Bangunan Hijau

Abstract

Buildings have been identified as contributors of worldwide greenhouse effects which lead to global warming. The negative impacts begin as early as the construction level and continue until the building is occupied. Thus, individuals who are involved in the construction industry have to be able to understand the initiative done and their potential to reduce the effects of global warming. Literature reviews on the mitigation and adaptation of greenhouse effects at both international and local level have been carried out. Results show that mitigation and adaptation of greenhouse gas can be divided into internal and external approaches. External approach emphasizes on green technology in order to generate power and the application of carbon sequestration as a method of carbon offset through the mechanism of clean development (CDM) as approved by the Kyoto Protocol. In addition, the internal approach of mitigation and adaptation in reducing green house has in Malaysia has been explored in the development of Bangunan Pejabat Tenaga Rendah, Bangunan Pejabat Tenaga Hijau dan Bangunan Berlian. In conclusion, initiatives in developing green buildings which are free from carbon and able to reduce the emission of green house gas must be supported and implemented in order to achieve sustainability

Keywords : Global Warming, Power reduction, Greenhouse gas, Green Building

1. Pengenalan

Bangunan telah dikenalpasti sebagai antara punca impak kepada pemanasan global. Ia merupakan salah satu penyumbang kepada kesan rumah hijau dunia. Dianggarkan di antara 35% gas karbon dioksida (CO₂) yang dibebaskan adalah daripada bangunan (USGBC, 1996). Ini diperkuatkan lagi oleh Riley (2006, hlm.143) yang menyatakan, 54% penggunaan tenaga di Amerika Syarikat adalah daripada bangunan dan proses pembinaannya. Malahan menurut Roaf et al. (2004) sektor pembinaan penyumbang utama pengeluaran CO₂ dalam masyarakat moden. Anggaran oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* pada tahun 2001 dalam laporan

tahunan mengenai peratusan bangunan-bangunan yang membebaskan CO₂ adalah lebih dipercayai. IPCC telah menasaskan pengeluaran CO₂ oleh empat sektor utama seperti berikut (Henson, 2008, hlm.36):

- Industri ; melebihi 40%
- Bangunan(rumah, pejabat dan sebagainya); sekitar 31%
- Pengangkutan; sekitar 22%
- Pertanian; 4%

Bagaimanapun, semenjak laporan tersebut dikeluarkan, pembebasan CO₂ oleh bangunan-bangunan telah mengalami peningkatan. Kewujudan bangunan-bangunan dipersalahkan kerana menggunakan jumlah tenaga yang banyak serta menghasilkan CO₂ dengan jumlah yang hampir sama banyaknya. Menurut *European Commission Directorate-General for Energy and Transport* pada tahun 2006, dianggarkan sebanyak 40% tenaga telah digunakan di bangunan sekitar Kesatuan Eropah (EU) terutamanya untuk bekalan elektrik dan gas (Kenna 2008, hlm.78). Anggaran yang sama dikeluarkan oleh *The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, menyatakan bangunan-bangunan di dunia akan menghasilkan GHG dan menggunakan tenaga sebanyak 40% (Fortson, 2009, hlm.11).

2. Bukti Saintifik Pemanasan Global

Adalah sukar untuk mempercayai walaupun dengan bukti saintifik bahawa tahap pembebasan CO₂ mempunyai kaitan yang kukuh dengan pemanasan global yang seterusnya menjadi perubahan iklim. Bukti-bukti ini telah didokumentasikan oleh Allarby (1995), Brown (1996), Carley dan Spapens (1998), Flannery (2007), Wilson dan Law (2007), Goodwin (2008), Friedman (2008), The Carbon Neutral Company (*op. cit.* 2008), The Britannica Guide (2008) Burley dan Haslam (2008), Henson (2008) dan ramai lagi.

Gray (2008) telah memaparkan laman-laman web yang berguna (dengan huraian ringkas) mengenai perubahan iklim dan penyelesaian-penylesaiannya. Manakala Lynas (2007) membentangkan pelbagai senario yang boleh berlaku akibat pembebasan CO₂ serta peningkatan suhu secara perbandingan relatif. Clawthorne (2004, hlm.182-188) membincangkan tahap pemanasan global seolah-olah akan berlakunya kiamat manakala, Collins (2006, hlm.166-181), membuat perbincangan diiringi dengan gambar-gambar yang menjelaskan akibat daripada perubahan iklim.

Antara kesan-kesan yang diutarakan oleh Collins adalah kecutan glasier (contohnya, Gunung Kilimanjaro Mount yang telah kehilangan 80% penutup aisnya dalam abad lepas) dan peningkatan dalam paras laut kerana pengembangan haba air laut, juga runtuhnya lembaran ais di Antartik yang akan menambahkan kuantiti air secara besar-besaran kepada lautan itu (lihat juga, The Star 2008:W39 bertajuk "*The Rise Of The Oceans That Can Be Linked To Glacier Flow*").

Peningkatan suhu mungkin boleh membebaskan metana terhidrat yang berada di bawah lautan (Lynas, 2008, hlm.26). Metana adalah gas rumah hijau yang boleh menyumbang 23 kali ganda cepat kepada pemanasan global berbanding CO₂. Telah dilaporkan, nitrus oksida (N₂O) telah menjadi bahan buatan manusia utama yang merosakkan lapisan ozon menurut satu kajian oleh *AS National Ocean and Atmospheric Administration* baru-baru ini. N₂O, telah dibebaskan sekitar 10 meter padu tan setahun. 30 peratus daripadanya kerana aktiviti-aktiviti manusia. Pembebasannya telah mendahului CFCs dan dijangka akan berada di atmosfera sehingga akhir abad ini (Doyle, 2009).

Tahap pembebasan gas rumah hijau dalam lingkungan dua dekad lepas adalah lebih cepat daripada biasa, dan ini telah mengakibatkan kenaikan purata suhu-suhu permukaan global. Kebenaran pemanasan global adalah tidak dapat dipertikaikan. Hanya satu persoalan yang timbul sama ada kita akan berusaha untuk mengadaptasi atau mitigasinya.

Jadual 1: Ramalan pembebasan CO₂ akibat perubahan suhu dunia

Paras CO ₂	Perubahan suhu	Tindakan
380 ppm	1°	Tidak dapat dikurangkan
400 ppm	2°	Menyekat pembebasan gas global menjelang 2015 di bawah 2° C
450 ppm	3°	Mengurangkan pembebasan gas secara serius
550 ppm	4°	Gas metana terbebas. Tiada

		tindakan dapat dilakukan.
650 ppm	5°	Tiada tindakan. Kebanyakan kawasan di dunia tidak dapat didiami
800 ppm	6°	Kehidupan manusia di persoalkan

Nota: ppm adalah "parts per million".

(Adaptasi dari Lynas, *op. cit.*, hlm.29)

3. Mitigasi Dan Adaptasi Gas Rumah Hijau (GRH) - Pendekatan Luaran

Pendekatan luaran adalah secara mengadakan teknologi renewable hijau untuk menjanakan kuasa, melaksanakan perampasan karbon (*carbon sequestration*) secara kaedah imbangan karbon (*carbon offset*) melalui mekanisme pembangunan bersih (CDM) seperti yang dibenarkan oleh Protokol Kyoto. Bagaimanapun, imbangan karbon tidak benar-benar menurunkan pengeluaran GRH tetapi hanya memindahkan masalah untuk orang lain yang menjual kredit karbon itu, satu mekanisme CDM (Tan, 2009).

Perampasan karbon boleh dijalankan menerusi penangkapan karbon dan storan (*carbon capture and storage/CCS*). Bagaimanapun, teknik masih di peringkat permulaan dan kesan-kesan kehilangan CO₂ daripada kawasan-kawasan penyimpanan itu kurang diketahui. Bagaimanapun, teknik masih di peringkat permulaannya dan kesan-kesan pelarian CO₂ munasabah daripada kawasan-kawasan penyimpanan itu kurang diketahui. Bagaimanapun, Kerajaan United Kingdom itu adalah optimistik terhadap teknologi tersebut dan telah menyuruh semua kawasan perlombongan arang batu seharusnya dilengkapi dengan CCS sepenuhnya seawal 2020 (Webb dan Macalister, 2009, hlm.28). Bagaimanapun, perkara ini agak meragukan dan tidak boleh dicapai tanpa bantuan kewangan kerajaan (Arnott, 2009, hlm.42). Pada hakikatnya mereka (pengusaha lombong) masih belum bersedia. Walaupun begitu, beberapa buah syarikat di UK telahpun dengan seriusnya mengeksport teknologi CCS ke pasaran global pada 2008 dan dianggarkan lebih kurang £13.28 bilion (RM 77.03 bilion) (Jha, 2009, hlm.26&27).

3.1 Teknologi Hijau Tenaga Diperbaharui

Kini, banyak negara-negara cuba untuk merendahkan pembebasan karbon dengan menghadkan kebergantungan pada bahan api seperti arang batu, gas dan minyak untuk penjanaan tenaga elektrik. Kerajaan UK telah menentukan untuk meningkatkan penjanaan tenaga daripada sumber yang boleh diperbaharui (yang rendah karbon) daripada 6 peratus kepada sekurang-kurangnya 31 peratus menjelang 2020 (Webster dan Pagnamenta, 2009). Antara sumber tenaga diperbaharui adalah daripada suria, angin, hidroelektrik, geoterma dan bahan api bio (*biofuel*).

Nuklear akan dikurangkan daripada 13 peratus kepada hanya 8 peratus dan ini cukup mengejutkan nuklear kerana sumber ini juga adalah rendah pembebasan karbonnya. Mengejutkan juga sumber arang batu dan gas masih tetap sebagai sumber utama bahan penjanaan (Fortson, 2009 8). Teknologi penangkapan Karbon dan Storan (CCS) untuk mengurangkan pengeluaran CO₂ akan menjadi satu syarat tambahan wajib untuk stesen-stesen tenaga arang batu yang wujud (Webb dan Macalister, 2009).

Taburan sasaran penggunaan bahan api fosil dan tenaga diperbaharui untuk penjanaan tenaga pada masa kini dan 2020 di UK ditunjukkan di Jadual 2 (Macalister 2009a).

Jadual 2 : sasaran penggunaan bahan api fosil dan tenaga diperbaharui

Sumber Bahan	2009	2020
Tenaga diperbaharui	6 %	31 %
Arang batu	32 %	22 %
Nuklear	13 %	8 %

Gas	45 %	29 %
-----	------	------

Manakala perbandingan antara nuklear dan sumber tenaga diperbaharui oleh angin ditunjukkan di Jadual 3 (Macalister 2009b). Didapati stesen kuasa nuklear lebih efisien daripada turbin angin untuk menjana setiap kWh bekalan elektrik. Tambahan pula sebuah stesen nuklear akan dapat bertahan lebih lama. Terdapat perbezaan kecil antara kedua-dua janakuasa-janakuasa tenaga dari sudut jangkahayat tapak karbonnya iaitu purata sekitar 5 gram CO₂ untuk setiap kWh bekalan elektrik dihasilkan. Oleh itu kedua-dua sumber ini boleh dikategorikan sebagai sumber tenaga rendah karbon. Satu-satunya halangan bahan nuklear adalah penghasilan bahan sisa yang berbahaya dan tidak ada cara yang betul-betul selamat dan cekap menyimpannya. Pengurangan menggunakan bahan nuklear bermakna lebih banyak ladang-ladang angin perlu diusahakan. Walaupun begitu telah ada protes daripada aktivis tentang ladang-ladang angin dimana kewujudan turbin yang besar itu telah mencacatkan lanskap, mencemarkan bunyi, mengganggu isyarat radio dan telekomunikasi (Slavin dan Jha, 2009).

Jadual 3 : Perbandingan antara Ladang Angin dan Stesen Kuasa Nuklear

	Angin	Nuklear
Kos keseluruhan penjanaan elektrik /KWh	5.42p [31.44 sen]	2.8p [16.24 sen]
Kos bahan api MWh	Tiada	£4 [RM23.20]
Kecepatan membina	5 tahun	8+ tahun
Jangka hayat	15 tahun	50 tahun
Penghasilan sisa	Tiada	Beberapa gred bahan-bahan radioaktif, akan kekal berbahaya untuk beribu tahun
Jangka hayat tapak karbon/setara[g CO ₂ /KWh]	4.64g [daratan] 5.25g[pesisir luar/lautan]	5g

Sumber: Macalister, T (2009, hlm.15)

3.2 Panduan untuk Teknologi Hijau

Adalah perlu untuk memahami pada ketika ini terdapatnya beberapa teknologi-teknologi hijau yang boleh merendahkan karbon dengan tenaga diperbaharui untuk menjana tenaga dan mengurangkan pengeluaran CO₂. Goodall (2008) telah menyatakan teknologi-teknologi ini dalam bukunya "*Ten Technologies to Save the Planet*" adalah seperti berikut; :

- Menangkap angin - turbin besar-besaran dibina secara kolektif dibina di ladang-ladang angin (yang giat diusahakan di kebanyakan negara maju)
- Mangambil tenaga suria - pemasangan besar-besaran panel-panel suria fotovoltaik [PV] dan menumpukan kepada loji tenaga suria. Jansen (2009:11) telah melaporkan sekumpulan pelabur di Eropah merancang melabur AS 560 bilion [RM 1.9 trilion] bagi melaksanakan loji tenaga suria di gurun Sahara untuk menyediakan 15 peratus tenaga kuasa ke EU. Bagaimanapun, pelaksanaannya diragui kerana kos menghasilkan elektrik melalui loji suria

adalah sekitar 0.15 Euro setiap kW manakala hanya 0.06 Euro sahaja untuk menghasilkan tenaga oleh arang batu atau stesen-stesen nuklear.

- Bekalan elektrik daripada lautan – tenaga dihasilkan daripada pasang surut dan ombak.
- Gabungan haba dan kuasa (*Combined heat and power*)
- Sistem rumah efisien/cekap tenaga – seperti bangunan cekap tenaga (*zero carbon buildings*) dan eko pengubahsuaian;
- Cellulose-ethanol – merupakan generasi penggunaan biofuels untuk digunakan kenderaan bermotor. Keadaan ini berlaku kerana aktiviti pembasmian hutan berskala besar di negara membangun seperti Brazil, Malaysia dengan Indonesia dilaksanakan dan digantikan oleh tanaman-tanaman seperti sawit kerana harga bahan api hijau ini telah meningkat sebanyak 45 peratus tahun ini (2009). Pembasmian hutan secara besar-besaran ini telah mengakibatkan pencemaran sumber air, pembebasan metana daripada tanah dan pengurangan karbon mendap (*carbon sink*) (Sheridan 2009, hlm.28)
- Perampasan karbon (*Carbon sequestration*) - penangkapan karbon dan storan [CCS], secara berskala besar dengan pengikatan bio (menanam tumbuhan) dan menggunakan mesin untuk menawan CO₂.
- Bio arang (*Biochar*) - ditambahkan untuk tanah untuk meningkatkan kesuburan untuk menyaerakan pertumbuhan tumbuh-tumbuhan.

Disamping teknologi-teknologi tersebut, Morris (2009, hlm.9) melaporkan tentang geo kejuruteraan telah dicadangkan sebagai tenaga bersih akan dibangunkan untuk Projek Eden di Cornwall, England. Loji geoterma dirancang akan mengepam air kepada batang 4 shaf sepanjang 1 kilometer dalam kepada batu-batuan panas. Air panas yang mencapai suhu sekitar 150°C akan menjadi dipamkan untuk menghasilkan tenaga. Loji geoterma yang menggunakan mata air panas, bagaimanapun, sudah aplikasikan di negara sejuk seperti Iceland.

Gary Spirnak, pengasas Solaren Corp di Amerika Syarikat, mengembangkan ladang-ladang suria yang mengandungi satelit-satelit dan panel-panel suria dengan menukarkan kuasa tenaga kepada frekuensi penyiaran radio. Gelombang radio ini, tidak terjejas pada waktu siang, malam ataupun musim (Goldenberg, 2009b, hlm.3). Satu lagi cadangan teknologi bersih menggunakan semula bekalan elektrik lebihan yang dihasilkan oleh turbin-turbin angin waktu malam dengan memampatkan udara kepada satu bentuk yang bersesuaian. Udara mampat akan dikeluarkan semula pada hari siang hari [apabila halaju angin menjadi rendah] dan disalurkan ke turbin itu membantu pusingan turbin menjadi konsisten. Ianya mungkin agak pelik bunyinya, tetapi prinsip teknologi ini telahpun digunakan 25 tahun yang lalu di Huntorf, Jerman (O'Connell, 2009a, hlm.10).

Leake (2009, hlm.11) telah melaporkan yang Pertubuhan Diraja (*Royal Society*) sedang menjalankan kajian geo kejuruteraan penyelidikan untuk meransang letupan gunung berapi. Akibatnya, penyemburan partikel sulfat ke stratosfera boleh membalikkan semula cahaya matahari ke angkasa. Jika ini boleh laksana, teknik ini dijangka dapat menurunkan suhu permukaan bumi kepada 2°C. Idea-idea lain adalah “pokok-pokok sintetik” untuk menangkap CO₂ daripada persekitaran, “bidai ruang” bagi menghalang cahaya matahari dan “kapal-kapal awan” untuk menjana awan-awan yang boleh membalikkan cahaya matahari kembali ke angkasa.

Dalam industri pembinaan, Novacem telah menyelidik di makmalnya di Imperial College, London, satu bentuk eco konkrit yang dapat memerangkap CO₂ (Stone, 2009, hlm.10). Novacem menggunakan magnesium oksida dan bahan-bahan tambahan galian lain dalam inovatif simennya yang dengan kaedah menyerap CO₂ daripada persekitaran. Ia mendakwa yang tapak karbon (*carbon footprint*) simen untuk kaedah ini hanya diantara 200kg dan 400kg berbanding dengan 700kg untuk simen Portman konvensional. Perkara ini baik untuk bahan-bahan lestari hijau dalam membangunkan bangunan hijau.

Teknologi-teknologi hijau ini nampak seperti ada harapan. Jika kaedah ini dapat dilaksanakan pada masa akan datang, akan terdapat satu kemungkinan bahawa sebahagian besar pembebasan CO₂ dapat dikurangkan drastik tanpa menjejaskan permintaan permintaan tenaga dan seterusnya mengekalkan kemajuan gaya hidup manusia.

Ketidakupayaan kita mengubah gaya hidup dan keperluan untuk negara-negara sedang membangun seperti China bagi mengukuhkan eksportnya merupakan halangan untuk melaksanakan polisi dan teknologi-teknologi hijau baru (Jun, 2009, hlm.28).

Disini bermulanya kesukaran untuk mengadaptasikan teknologi-teknologi baru yang lebih hijau. Ianya merupakan masalah individu dan sikap beberapa kerajaan yang mewujudkan halangan untuk menerima teknologi-teknologi sedemikian (Tahir, T, 2009, hlm.1)

3.3 Implikasi Kewangan

Jepun telah mengumumkan sebanyak 15 trilion Yen [RM612 bilion] pakej untuk meransang meningkatkan ekonomi hijau pada 2009. penjanaan tenaga dengan kaedah tenaga diperbaharui melalui teknologi-teknologi hijau adalah keutamaan (McCurry dan Kollwe, 2009, hlm.28). Korea Selatan pula

telah mengasingkan satu bahagian yang agak besar dari bajetnya pada 2009 iaitu £23bn [RM138 bilion] [bersamaan 2.6 peratus KDNKnya] bagi meningkatkan langkah-langkah hijau (Watts, 2009, hlm.20).

Vinod Khosla, satu daripada pelabur terbesar dalam teknologi hijau atau gelaran “eko bangsawan” telah menegur dengan meletakkan jumlah wang yang besar dalam mencari penyelesaian seperti tenaga suria dan kereta elektrik tidak akan berhasil jika empat utama iaitu minyak, arang batu, simen dan keluli yang menyumbang 75 peratus bagi pembebasan GRH tidak dilaksanakan dengan betul. “...the environmentalists are wrong (pencinta alam sekitar salah). “Kita tidak mahu kurang menggunakan tenaga. Kita perlu mencari penyelesaian baru” kata Vinod (Rushe, 2009, hlm.10).

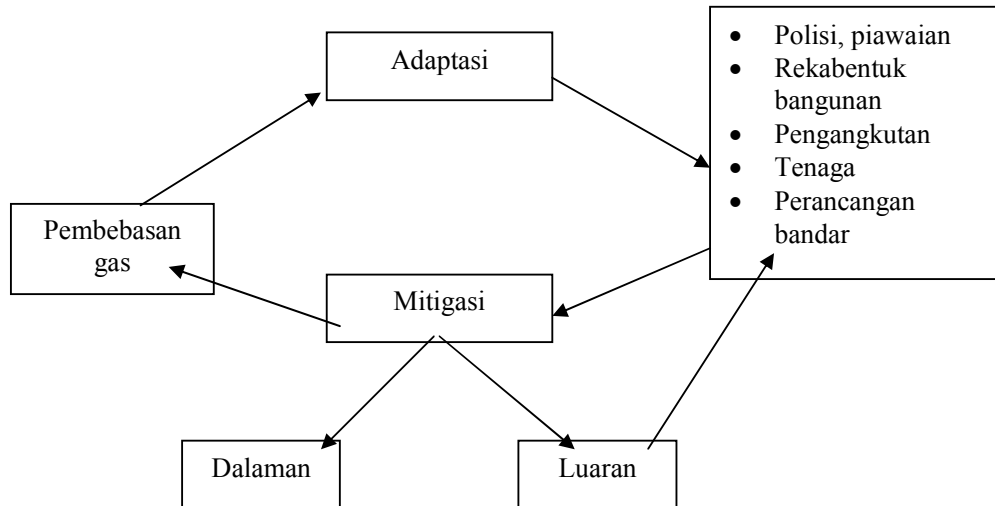
4. Mitigasi Dan Adaptasi Gas Rumah Hijau (GRH) - Pendekatan Dalaman

Pendekatan untuk mengurangkan gas rumah hijau dilakukan dengan pelbagai kaedah dan sehingga kini penerokaan masih dijalankan. Antaranya adalah dengan pendekatan rekaan dan teknik binaan yang bersesuaian, mencari tahap keselesaan ruang dalaman dengan mengurangkan kebergantungan pada tenaga elektrik, memilih bahan-bahan lestari yang kurang tenaga ketika penghasilan, pengangkutan dan pemasangan (rantai keseluruhan bekalan). Pengurangan penghasilan ini seterusnya menurunkan pengeluaran GRH untuk operasi dan penyenggaraan bangunan. Pengurangan langkah-langkah secara dalaman ini dapat disepadankan dengan pelbagai kaedah pembinaan hijau, piawaian, kod-kod dan sistem penilaian.

Di UK, ciri-ciri untuk merendahkan adalah diwajibkan di dalam akta *UK Sustainable and Secure Buildings 2004* dan *Energy Performance of Building Directive - Directive 2002/91/EC of the European Parliament and Council 2003*. Arahan ini mesti dilaksanakan oleh negara-negara anggota menjelang 4 Januari 2006 (Gibson, 2006). Tujuan utamanya adalah untuk mengurangkan penggunaan tenaga dalam bangunan dari 40% kepada 22% menjelang tahun.

Penilaian sistem Indeks Karbon [CI] adalah satu kaedah baru yang mesti dipatuhi. Kaedah CI ini berasaskan kepada pengeluaran CO₂ berbanding luas lantai. Pemilihan bahan-bahan binaan lestari amatlah dititikberatkan. Ianya mestilah dari sumber yang lestari, kebolehan kitar semula, kurang impak pelupusan, kurang simpanan tenaga, potensi kakisan ozon sifar dan potensi pemanasan ozon sifar. Untuk tujuan penilaian, elemen yang dinilai adalah seperti dinding luar, dinding dalam, sekatan dan bumbung.

Bagaimanapun, semasa tempoh kemelesetan ekonomi, adalah sukar kepada pemaju untuk mematuhi peraturan-peraturan itu. Mereka mungkin sanggup membayar denda demi mengelak mematuhi permintaan (bangunan-bangunan di UK mesti karbon neutral menjelang 2016) (Stone, 2009a, hlm.9).



Rajah 3.2 : Hubungan Adaptasi dan Mitigasi
Sumber: Ubahsuai dari Kamarudin(2009, hlm.36)

4.1 Mitigasi Dan Adaptasi Kerajaan Malaysia

Penggunaan tenaga yang berlaku di dalam sesebuah bangunan untuk operasi, seperti pemanasan, pendinginan dan pencahayaan. Keadaan ini telah menyebabkan pakar-pakar bangunan menghasilkan rekabentuk bangunan yang lebih cekap tenaga mengikut kehendak moden. Maksud penjimatan kos adalah kurang menggunakan tenaga elektrik yang berasal daripada pembakaran bahan api fosil(sumber yang tidak boleh diperbaharui).

Merendahkan penggunaan tenaga akan mengurangkan pembebasan CO₂ seterusnya kesan haba secara keseluruhan (UNEP, SBCI, 2007).

Pada masa kini sehingga 2030, penggunaan tenaga global dijangka akan naik sebanyak 1.6% setiap tahun atau sejumlah 45% dalam masa 21 tahun akan datang. Di Malaysia, permintaan tenaga elektrik adalah meramalkan akan mencecah 18,947 megawatt (MW) pada 2020 dan 23,092 megawatt (MW) pada 2030. Ini merupakan satu peningkatan hampir 35% daripada 14,007 megawatt (MW) berbanding pada 2008. (Petikan ucapan Dato' Sri Mohd Najib Bin Tun Haji Abdul Razak, Perdana Menteri Malaysia di Pelancaran Dasar Teknologi Hijau Negara Dan Perasmian Bangunan Baru Pusat Tenaga Manusia pada 24 Julai 2009)

Perkara ini membuktikan, kecekapan tenaga semakin diiktiraf oleh sektor awam dan swasta kerana didorong oleh kos tenaga yang semakin meningkat dan pemanasan global (Faridah (Faridah Shafii, 2006). Kerajaan Malaysia, terutamanya Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air sedang giat mempromosikan konsep-konsep kecekapan tenaga serta melaksanakan berapa buah bangunan milik kerajaan antaranya bangunan Pejabat Tenaga Rendah (*Low Energy Office/ LEO Building*), Bangunan Pejabat Tenaga Hijau (*Green Energy Office/ GEO Building*) dan Bangunan Berlian Suruhanjaya Tenaga Putrajaya.

Oleh yang demikian, penubuhan, Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB), bertujuan untuk membangunkan, meningkatkan dan memperluaskan Industri pembinaan di Malaysia serta telahpun mengenalpasti pembangunan mapan dan persekitaran merupakan antara faktor terpenting dalam isu industri pembinaan (CIDB, 2000). CIDB seterusnya menyarankan para penyelidik dan pengamal-pengamal pembinaan untuk menilai semula proses pembinaan bertujuan merancang pembinaan yang baik untuk melindungi persekitaran. Beberapa kumpulan yang telah diberikan tanggungjawab menjalankan penyelidikan dalam aspek kelestarian alam, pelan pengurusan alam sekitar, pengurusan air dan pengenalpastian bahaya pembinaan (CIDB, 2007).

Bangunan Pejabat Tenaga Rendah (*Low Energy Office Building/LEO*)

Bangunan pejabat tenaga rendah (LEO) yang menempatkan Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air di Putrajaya, merupakan bangunan cekap tenaga yang pertama direkabentuk sejak tahun 2001 dengan menerapkan ciri-ciri kecekapan tenaga bersepadu. Projek ini bertujuan untuk mendemotrasikan bangunan cekap tenaga tanpa mengabaikan keselesaan pengguna. Bangunan tersebut dilengkapi dengan pelbagai teknologi cekap tenaga yang telah terbukti keberkesanannya telah diterapkan pada bangunan berkenaan. Sasaran bangunan untuk mencapai Indeks Tenaga Bangunan (BEI) sebanyak 100 kWj/m³/setahun berbanding dengan penggunaan tenaga sebanyak 275 kWj/m³/setahun sebelum ini telahpun direalisasikan.

Bangunan Pejabat Tenaga Hijau (*Green Energy Office Building/GEO*)

Bangunan Pejabat Tenaga Hijau (GEO) di lokasinya Bandar Baru Bangi adalah bangunan kerajaan yang pertama direkabentuk untuk menjana tenaga dari sumber yang bersih ataupun tenaga hijau. Rekabentuknya untuk mencapai Indeks Tenaga Bangunan (BEI) yang lebih rendah dengan gabungan tenaga diperbaharui (*renewable energy*) dengan menggunakan tenaga solar fotovoltaik. Ciri-ciri penjimatan tenaga pada bangunan ini akan lebih kos efektif pada masa kini. Bangunan ini adalah bangunan pertama yang diiktiraf sebagai Bangunan Hijau Malaysia. Ianya telahpun mencapai Indeks Tenaga Bangunan sekitar 65 kWj/m²/setahun dan denagan penjanaan tenaga solarnya adalah 35 kWj/m²/setahun. Bangunan ini telah menarik perhatian ramai pelawat dari dalam dan luar negara serta kagum dengan pencapaiannya.

Bangunan Berlian (*Diamond Building*)

Bangunan Berlian ini berlokasi di Putrajaya adalah bangunan kerajaan yang pertama direka menggunakan ciri-ciri bangunan hijau sepenuhnya. Bangunan ini dijangka siap pada 2010 dihasilkan dengan Indeks Tenaga Bangunan sebanyak 85 kWj/m²/setahun. Ianya dilengkapi dengan sistem solar fotovoltaik untuk menjana tenaga elektrik. Bangunan ini direkabentuk berkonsepkan piramid terbalik (*inverted pyramid*) yang dapat menghasilkan bayang-bayang bangunan dengan lebih luas supaya kawasan bangunan disisi dapat dikurangkan kepanasan. Ia juga diterapkan dengan pencahayaan siang semulajadi untuk kurangkan penggunaan elektrik. Bangunan ini dijangka dapat dianugerahkan dengan rating Indeks Bangunan Hijau (GBI) platinum berdasarkan rekabentuknya yang unik.

5. Kesimpulan

Kertas kerja ini telah membincangkan bangunan hijau bebas karbon sebagai satu inisiatif mengurangkan pembebasan gas rumah hijau (GRH) seterusnya akan menyumbang kepada pengurangan pemanasan global. Bangunan bebas karbon berpotensi mengurangkan pembebasan GRH, di mana karbon dioksida (CO₂) merupakan gas utama. Pertambahan dalam GRH hasil daripada aktiviti manusia semenjak revolusi perindustrian ditambah pula dengan kenaikan suhu permukaan bumi secara semula jadi telah mengakibatkan perubahan iklim global.

Langkah-langkah pengurangan GRH telah diambil oleh masyarakat dunia dan disesuaikan kepada impak pemanasan global. Antaranya ialah pembangunan teknologi-teknologi hijau untuk penjana tenaga diperbaharui dan mengurangkan pengeluaran GRH dan penguatkuasaan perjanjian-perjanjian antarabangsa seperti mekanisme pembangunan bersih (CDM) untuk mengimbangi karbon sebagaimana dibenarkan oleh Protokol Kyoto.

Langkah-langkah pengurangan dalaman ialah mengurangkan penggunaan tenaga dalam bangunan-bangunan. Ini boleh dicapai dengan menggalakkan pemilik-pemilik bangunan mengurangkan penggunaan tenaga, membantu menghasilkan tenaga diperbaharui pada satu skala lebih kecil dan mengamalkan bangunan hijau untuk pembangunan baru dan pengubahsuaian bangunan sedia ada. Amalan-amalan bangunan hijau seperti *Passivhaus*, *Potton Lighthouse* dan *Eco Renovations* telah boleh dipelajari tahap keberkesanannya. Seterusnya amalan bangunan hijau seperti amalan pensijilan oleh LEED, BREEAM, CRISP, GREEN STAR, HK-BEAM, CASBEE, NABERS, ABGR, *EcoProfile*, *EcoEffect*, *Green Mark System* dan *Green Building Index* boleh terus diusahakan, diamalkan dan dibentangkan untuk perbincangan ke arah pembangunan lestari.

Rujukan

- Adam, D. (2008) Explainer: global carbon reduction targets. <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/jun/10/carbonemissions.7> *October 2008 10.11* BST.
- Aitkenhead, D. (2009) The G2 interview with Nicholas Stern. *The Guardian*, pp. 8&9.
- Allarby, M. (1995) *Facing the Future: The Case for Science*. Bloomsbury: London.
- Ali Hussain (2009) Save the planet-and save money. *The Sunday Times [UK]*, 19.04.09, pp.4&5.
- Anik, D. et. al. (1998) *Handbook of Sustainable Building*. James & James [Science Pub]: London.
- Anis, M.N. (2009) Policy being drafted on alternative energy. *The Star Online*. 06.04.09
- Arnott, S. (2009) Green energy targets will not be met without government aid. *The Independent*. 09.04.09, p.41.
- Bajrektarevic, A (2008) State of the planet. *Presentation of Proceedings of the EXP 2006 & 2007 SD Colloquium for the IDFR and UniMAP on 24.11.08*. An unpublished paper.
- Bell, S. and McGillivray (2008) *Environmental Law*. 7th Edition. Oxford Univ. Press Inc: New York.
- Berge, B. (2000) *Ecology of Building Materials*. Architectural Press: Oxford.
- Berman, A. (2008) *Green Design: A Healthy Home Handbook*. Frances Lincoln: London.
- Brabeck-Letmathe, P. (2009) A watering warning. *The Economist: The World in 2009*. p.112. ISBN 978-0-86218-210-6
- Britannica Guide, the (2008) *Climate Change: An Unbiased Guide to the Key Issue of Our Age*. Robinson: London.
- Brown, P. (1996) *Global Warming: Can Civilization Survive?* Branford: London
- Burley, H. and Haslam, C. (2008) *How Can I Stop Climate Change?* HarperCollins: London.
- CarbonNeutral Company, the (2008) *Carbon Jargon: Making Sense of the Science of Climate Change*. Think Books: London.
- Carley, M. and Spapens, P. (1998) *Sharing the World*. Earthscan: London.
- Carr, G. (2009) Shocking science. *The Economist: The World in 2009*. p.26. ISBN 978-0-86218-210-6.
- Carrell, S. (2009) Twisting in the wind protests batter climate change strategy. *The Guardian*. 29.07.09, p.8&9.
- Carson, R. (1962) *Silent Spring*. Houghton Mifflin: New York. Reprinted by Penguin Classics: London in 2000.
- CIDB Malaysia (2007) *Strategic Recommendations For Improving Environmental Practices in Construction Industry*. CIDB Malaysia: Kuala Lumpur
- Clark, S. (2009) Solar storm –global warming: the sun’s fault? *BBC Focus*. Issue 206. August 2009, p.23.
- Clawthorne, N. (2004) *Doomsday*. Arcturus: Leicester, pp 173-183 on climate change.
- Collins (2006) *Fragile Earth: Views of a Changing World*. Collins: London.
- DCLG (2006) *Code for Sustainable Homes: A step-change in sustainable home building practice*. Department for Communities and Local Government: London

- Davis, T.H. (2009a) Britain's low-carbon bonanza will go to foreign firms. *The Sunday Times [UK]* 02.08.09, p.9.
- Davis, T.H. (2009b) Anger grows over carbon league table. *The Sunday Times [UK] – Section 3 [Energy and Environment]* 16.08.09, p.9.
- Doyle, A. (2009) Nitrous oxide becomes main ozone damaging gas. *The Star Online*. 28.08.09
thestar.com.my/news/story.asp?file=/2009/8/28/worldupdates/2009-08-28T000613Z_01_NOOTR-RTRM
- Duncan, E. (2009) The environment: wonderful, wonderful Copenhagen? *The Economist: The World in 2009*. p.105. ISBN 978-0-86218-210-6
- Duncan, G. (2009) Bold targets pose threat to global action on climate change. *The Times [UK]*, 30.05.09, p.55.
- Edge, A. (2009) Q&A climate change summit 2009. <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/may/01/q-and-a-copenhagen-summit.1.May.2009.15.47> BST.
- Erwin, M. (2009) 1 bn at risk in megadisasters. *Metro [UK]* 18.05.09, p.22.
- Flannery, T. (2007) *The Weather Makers*. Penguin Books: London.
- Forrester, J. (1972) *Limits to Growth*. MIT: Cambridge, USA
- Fortson, D. (2009a) Darling powers up clean energy. *The Sunday Times [UK]*. 26.04.09, p.8.
- Fortson, D. (2009b) Buildings face carbon clean-up. *The Sunday Times [UK]*. 03.05.09, p.11.
- Fox-Davies, F. and Davies, K. (2009) *Go Green: Save Money*. AA Pub: Hampshire.
- Friedman, T.L. (2008) *Hot, Flat and Crowded*. Penguin Books: London.
- Gibson, D. (2006). Building regulations and associated legislation – UK perspective. *Proceeding at the 3rd National Building Control Conference*. 26 & 27 April 2006, Kuala Lumpur.
- Goldenberg, S. (2009a) Revealed: US and China's secret climate change talks. *The Guardian*. 19.05.09 pp.1&2.
- Goldenberg, S. (2009b) Space, the final frontier... and California's latest source of low-carbon electricity. *The Guardian*. 17.04.09, p.3.
- Goodall, C. (2008) *Ten Technologies to Save the Planet*. Green Profile: London.
- Goodwin, D. (2008) *Global Warming: For Beginners*. Steerforth Press: Hannover.
- Gray, D. (2008) *The Green Website Guide for Better Living*. Southbank Pub.: London.
- Griffiths, N. (2007) *Eco-House Manual*. Hynes Pub: Somerset.
- Hall, K. (2006) *Green Building Bible Volumes 1 & 2*. Green Building Press: Chelsea.
- Hargrave, S. (2009) Training the next generation of builders. *Business First: Issue 4* ISSN 1757-1332, p.50.
- Harlow, J. (2009) Beware surfers: cyberspace is filling up. *The Sunday Times [UK]* 26.04.09, p.11
- Heap, T. (2009) Computers will be the next suspect to be found guilty of environmental sins. *BBC Focus. Issue 206*. August 2009, p.23.
- Henson, R. (2008) *The Rough Guide to Climate Change*. Rough Guides: London.
- Holly-Davis, T. (2009a) Environment pays the price for boom in laptops and mobiles. *The Sunday Times [UK]*. 19.04.09, p.10.
- Holly-Davis, T. (2009b) You just can't clean coal, warn activists. *The Sunday Times [UK]*. 10.05.09, p.11.
- Holmes, J (2009) More help now, please: how to tackle tomorrow's disasters. *The Economist: The World in 2009*. p.110. ISBN 978-0-86218-210-6.
- Horner, C. (2007) *The Politically Incorrect Guide to Global Warming and Environmentalism*. Regney Publishing.
- Idris, J. (2009) Teknologi nuklear bantu Malaysia capai status Negara maju. *Berita Harian Online*. [www.bharian.com.my/current_news/BH/Saturday/Rencana/] 29.08.09
- Jansen, M. (2009) Desert sun power pulls in the big guns. *The Sunday Times [UK]*. 26.07.09, p.11.
- Jha, A. (2009) The technology: UK fired up to take the lead in global marketplace. *The Guardian*. 12.05.09, p.26&27.
- Johnson, B. (2009) How much energy does the internet really use? *The Guardian*, 14.05.09, p.2
- Jun, M. (2009) Admissions on emissions. *The Guardian*. 19.05.09 p.28

- Juniper, T. (2009) It's easy being green. *The Sunday Times [UK]*. 26.07.09, p.9.
- Kenna, S. (2008) Do social housing providers... repairing their housing stock? *Journal of Building Appraisal*. Vol.4 No.2, pp.71-85
- Khor, M. (2009a) Climate talks facing crisis. *The Star Online*. [www.thestar.com.my/columnists/] 15.06.09
- Khor, M. (2009b) Towards a global climate deal. *The Star Online*. [www.thestar.com.my/columnists/] 03.08.09.
- Khor, M. (2009c) The passing of an environment giant. *The Star Online* [http://thestar.com.my/columnists/31.08.09
- Kilbert, C.J. (2005) *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. Wiley: New Jersey.
- Lawson, N. (2009) *An Appeal to Reason: A Cool Look at Global Warming*. Duckworth Overlook: London.
- Leake, J. (2009a) Ship's fumes kill thousands every year. *The Sunday Times [UK]* 12.04.09, p.4.
- Leake, J. (2009b) Man-made volcanoes may cool Earth. *The Sunday Times [UK]*. 30.08.09 p.11
- Loder, N. (2009) Building ecotopia – the world's first carbon neutral city. *The Economist: The World in 2009*. p.107. ISBN 978-0-86218-210-6
- Low, N., et. al. (2007) *The Greencity: Sustainable Houses and Sustainable Suburbs*. Routledge: Sydney.
- Lovelock, J.E. (1987) *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford University Press: Oxford.
- Lynas, M. (2007) *Carbon Counter*. Collin Gem: London.
- Macalister, T. (2009a) Miliband still committed to wind energy – but pressure from nuclear sector will not go away. *The Guardian*. 16.07.09, p.6.
- Macalister, T. (2009b) Anger at plans for nuclear power station to replace wind farm. *The Guardian*. 28.04.09, p.15.
- MacKay, D. (2009) Yes, we can solve the energy crisis. *The Sunday Times [UK]*. 10.05.09, p.10.
- Mann, M. (2007) *It's Easy Being Green*. Summersdale Pub. : Chichester.
- McBride, E. (2009) Fighting for the planet. *The Economist: The World in 2009*. p.108. ISBN 978-0-86218-210-6
- McCurry, J. and Kollewe, J. (2009) Japan goes for £100bn green recovery. *The Guardian*. 10.04.09, p.28.
- McGourty, C. (2009) "Anaconda" harnesses wave power. *BBC News Channel*, 5.05.09
- Metro [UK] (2009) 7 are held in £38 million carbon credit fraud. *Metro [UK]*. 20.08.09, p.7.
- Morris, S. (2009) Geothermal plant to generate power from Cornish rocks. *The Guardian*. 02.06.09, p.9.
- Murray, K. (2009) Build a better future: green housing. *Societyguardian*. 25.03.09, p.1.
- Nicholas, L. et. al. (2007) *The Greencity: Sustainable houses, sustainable suburbs*. Routledge: Sydney.
- O'Connell, D. (2009a) Energy and environment: special caverns will be used to store energy for when it is needed most. *The Sunday Times [UK]* 29.03.09, p.10)
- O'Connell, D. (2009b) Bestselling guru to lead climate fight. *The Sunday Times [UK]*. 30.08.09, p.11
- Oyekanmi, O. (2009) £2.9m for homes. *HackneyToday*. Issue 214. 24.08.2009, p.1.
- Pagnamenta, R. (2009) Europe-wide vision for renewables puts UK firmly in the dark ages. *The Times [UK]*. 30.04.09, pp.54&55.
- Radojevic, M. (2005) *Sustainability and the Construction Industry*, University Brunei Darussalam (www.mod.com.bn/editor413.htm) as initially quoted by Torrance and Hussin (2005)
- Roaf, S. et. al. (2001) *Ecohouse Design Guide*. Architectural Press: London.
- Roaf S. and Hancock, M. (1992) *Energy Efficient Building: A Design Guide*. Blackwell: London.
- Rushe, D. (2009) World must put its faith in technology – green investor Vinod Khosla believes that merely cutting energy use will achieve little. *The Sunday Times [UK]* 29.03.09, p.10. Compliance for better building performance
- Sheridan, M. (2009) Blowpipes thwart Borneo's biofuel kings. *The Sunday Times [UK]*. 30.08.09, p.28.
- Slavid, R. (2009) The wood revolution. *Lyonsdown Media Group-The Guardian*, p.4.
- Slavin, T. And Jha, A. (2009) Not under our backyard, say Germans in blow to CO2 plans. *The Guardian*. 29.07.09, p.9.

- Standage, T. (2009) More silicon, less carbon. *The Economist: The World in 2009*. p.109. ISBN 978-0-86218-210-6.
- Star, The (2009) Flood link to glacier flow. *The Star*. 18.11.2008, p.W39.
- Stern, N. (2009a) The point of no return. *The Guardian*. 30.03.09, pp.10&11.
- Stern, N. (2009b) *A Blueprint For a Safer Planet: How to Manage Climate Change and Create a New Era of Progress and Prosperity*. The Bodley Head: London.
- Stone, A. (2009a) Green homes pledge in peril. *The Sunday Times [UK]*. 02.08.09, p.9.
- Stone, A. (2009b) Eco-friendly concrete eats CO₂. *The Sunday Times [UK]*. 10.05.09. p.10.
- Stone, A. (2009c) Buildings mimic nature to cut running costs: green pioneers: Ken Yeang: architect's designs reduce power consumption sharply. *The Sunday Times [UK]*. 29.03.09, p.10.
- Sunday Times [UK], The (2009a) Climate firebrand turns up the heat. *The Sunday Times [UK]*, 09.08.09, p.19.
- Tahir, A.C. (2009a) Go green, live green: changing climate. *Starspecial, the Star [Malaysia]* 03.03.09 p.SS11-SS12.
- Tahir, A.C (2009b) Water footprints. *The Sunday Times [UK]*. 19.04.09, Energy and Environment, p. 10
- Tan, C. L. (2009a) No quick fix: the role of carbon offsetting in fixing global warming may have been overstated. *The Star [Malaysia]*. 03.03.09, p.T2.
- Tan, C. L. (2009b) Cleaner flights. *Startwo, The Star [Malaysia]*. 03.03.09, p.T4.
- Tan, D. (2009) Bayan Baru to go "eco". This article is from *The Star Online* (<http://thestar.com.my>) URL: <http://thestar.com.my/news/story.asp?file=/2009/8/25/north/4580434&sec=north>
- Tahir, T. (2009) Science alone will not save us. *The Guardian-Education Section*, 19.05.09, p.1
- Torrance, J.V. and Hussin, M. (2005) *The Impact of the Built Environment upon Sustainability*. Proceeding at the First International Building Control Conference, ISM, Kuala Lumpur, 26&27 April 2005.
- Vale, B. and Vale, R. (1991) *Green Architecture*. Thames and Hudson: London.
- Vaughan, A. (2009) Boxing clever: every UK household may get smart meter for gas and electricity. *The Guardian*. 12.05.09, p.11.
- Vidal, J. (2009) Arctic CO₂ has peaked at highest level in 50 million years, say climate experts. *The Guardian*. 28.04.09, p.19.
- Vidal, J. et.al. (2009) A green new deal of sorts, but it could have been worse. *The Guardian*. 23.04.09, p.12
- Waterfield, P. (2000) *The Energy Efficient Home*. Green Building Press: Chelsea.
- Watts, J. (2009) South Korea lights the way with its £23bn green deal. *The Guardian*. 21.04.09,p.20.
- Webb, T. (2009) Energy firms call for opt-outs over carbon capture deadline: plea not to close coal plants if CCS isn't ready. *The Guardian*. 12.05.09. pp.26&27.
- Webb, T. and Macalister, T. (2009) Carbon plan could shut UK's coal-fired stations. *The Guardian*. 18.06.09, p.28
- Webster, B. and Pagnamenta, R. (2009) Saving the planet to cost every household £200 on energy bill next year. *The Times [UK]*. 11.07.09, p.3.
- Wilson, J. and Law, S. (2007) *A Brief Guide to Global Warming*. Steerforth Press; Hannover