

Upaya Penurunan Efek Rumah Kaca Melalui Bangunan Hijau

Studi Kasus: Gedung Teknologi Gas sebagai Bangunan Hijau

Djoko Sunarjanto

Peneliti Muda pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230, Indonesia

Tromol Pos : 6022/KBYB-Jakarta 12120, Telepon : 62-21-7394422, Faksimile : 62-21-7246150

Teregistrasi 1 Tanggal 20 Januari 2011; Diterima setelah perbaikan tanggal 17 Februari 2011

Disetujui terbit tanggal: 30 Desember 2011

SARI

Pemanfaatan bahan bakar minyak, tenaga listrik dan airtanah secara bijaksana bertujuan untuk melakukan efisiensi dan konservasi lingkungan. Termasuk upaya penggunaan bahan bangunan dari mineral industri untuk menggantikan material kayu produk hutan. Melalui aplikasi geologi lingkungan, hemat energi, dan hemat bahan bakar minyak dapat mulai dilakukan dalam kehidupan sehari-hari termasuk pengelolaan bangunan perkantoran. Penerapan kriteria utama guna memenuhi kategori bangunan hijau (*green building*) sudah dilakukan dalam Revitalisasi Gedung Teknologi Gas LEMIGAS. Sehingga Gedung Teknologi Gas berhasil masuk dalam *pilot project* bangunan hijau Indonesia. Sebagai bangunan hijau diharapkan ikut berperan menciptakan penurunan efek rumah kaca yang muaranya menjaga keselamatan lingkungan bagi kehidupan.

Kata Kunci : Penurunan Efek Rumah Kaca, Gedung Teknologi Gas

ABSTRACT

The utilization of fuel, electricity and groundwater is wisely aimed to carry out efficiency and environment conservation. Including an effort to use building materials from industrial minerals replacing the forestry product. By applying environmental geology application, fuel and energy saving can be implemented in everyday life including the management of office building. The application of the main criteria fulfill green building categories has already been conducted in the revitalization of LEMIGAS, Gas Technology Building. So Gas Technology Building has been successfull in the pilot project of Indonesia green building. As a green building, it is expected to participate in reducing of green house effect and maintaining safe environment for our life.

Keywords: Reducing of Green House Effect, Gas Technology Building

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada waktu pemerintah dan masyarakat berbagai negara merencanakan acara dan liburan akhir tahun menyambut Tahun Baru 2011, tiba-tiba bencana alam datang secara berurutan di berbagai wilayah. Sebagian wilayah Eropa tertutup salju sehingga memaksa lalu lintas dan penerbangan berhenti, sampai ada himbauan agar warga tidak pergi ke luar rumah. Di Australia banjir melanda wilayah tersebut meskipun hanya turun hujan sebentar.

Pada awal Januari 2011 di Indonesia, Cina dan Filipina bencana banjir, angin kencang, dan gelombang laut tinggi menyapu beberapa lokasi. Menimbulkan kerusakan sarana-prasarana, kapal penyeberangan antar pulau terganggu akibat tinggi dan besarnya gelombang air laut. Berikutnya di Mozambiq dan Brasil timbul korban karena bencana banjir dan longsor besar. Banjir dan longsor di Brasil tersebut sedikitnya menewaskan lebih dari 600 jiwa penduduk. Anomali iklim dan cuaca ekstrim secara bergantian dirasakan di berbagai tempat. Penyebabnya antara lain adanya peningkatan panas sebagai efek rumah kaca.

Pengurangan emisi dari sektor energi dapat diprioritaskan dengan cara peningkatan pemakaian sumber energi terbarukan, melanjutkan penelitian dan pengembangan teknologi efisiensi energi (Mills, *et al.*, 2010). Para ahli, peneliti dan organisasi dunia mulai aktif meneliti bahwa efek rumah kaca sudah menjadi kenyataan. Sebagian pihak mulai mengupayakan berbagai cara perhitungan atau akuntansi pengurangan efek rumah kaca dan penyelamatan lingkungan.

Langkah menjaga keseimbangan lingkungan dengan cara mengoptimalkan daya dukung dan daya tampung lingkungan. Untuk mencapai keseimbangan lingkungan, dimulai dari unit terkecil lingkungan yaitu bangunan. Khusus pada bangunan/gedung Teknologi Gas LEMIGAS beserta aktivitas penghuni dan pengelola gedungnya sebagai insan peneliti tentang energi sekaligus pengguna energi, selayaknya ikut melakukan upaya penurunan efek rumah kaca.

B. Maksud dan Tujuan

Penulisan ini dimaksudkan melakukan analisis komparatif antara Gedung Teknologi Gas PPPTMGB LEMIGAS yang direvitalisasi pada tahun 2010 dan Penilaian Bangunan Hijau (*Green Building*) yang disusun oleh Konsil Bangunan Hijau Indonesia (*Green Building Council Indonesia*). Beberapa pelestarian lingkungan perkantoran, langkah pelestarian dan penyelamatan lingkungan yang dilakukan perusahaan migas di Indonesia menjadi bahan pembahasan dalam makalah ini.

Banyak tujuan yang diinginkan, tetapi tujuan yang utama adalah aplikasi geologi lingkungan dalam bangunan hijau, sosialisasi hasil revitalisasi Gedung Teknologi Gas sebagai bangunan hijau Indonesia, sampai upaya penurunan efek rumah kaca untuk menjaga keselamatan lingkungan bagi kehidupan.

II. LANDASAN TEORI

A. Efek Rumah Kaca

Proses terjadinya efek rumah kaca berkaitan dengan daur aliran panas matahari. Kurang lebih 30% radiasi matahari yang mencapai tanah dipantulkan kembali ke angkasa dan diserap oleh uap, gas karbon dioksida (CO₂), dan gas-gas lain di atmosfer. Sisanya 70% diserap oleh tanah, laut, dan awan. Energi yang terserap diradiasikan kembali ke atmosfer sebagai radiasi inframerah, gelombang panjang atau radiasi energi panas. Sebagian besar radiasi inframerah ini

akan tertahan oleh karbon dioksida dan uap air di atmosfer. Hanya sebagian kecil akan lepas ke angkasa luar. Akibatnya permukaan bumi dihangatkan oleh adanya molekul uap air, karbon dioksida, dan semacamnya, efek penghangatan ini dikenal sebagai efek rumah kaca (<http://leason.earth.word.press.com>).

B. Geologi Lingkungan

Pengertian Geologi Lingkungan menurut Brahmantyo (2009): adalah interaksi antara alam dengan manusia. Bagaimana proses-proses geologis mempengaruhi manusia, baik sebagai suatu potensi sumber daya yang dimanfaatkan, maupun menjadi kendala dan limitasi seperti dalam bentuk bencana alam, bahaya-bahaya geologis (*geological hazard*), atau fenomena-fenomena alam lain yang dianggap mengganggu manusia.

C. Teori Airtanah

Interaksi antara urbanisasi dan airtanah secara umum, selain pemompaan airtanah yang berlebihan, efek area urban terhadap sistem airtanah dapat dibagi menjadi dua hal. Pertama adalah area urban merubah sistem imbuhan airtanah bahkan siklus imbuhan airtanah (*urban recharge sources*). Sedangkan yang kedua keberadaan sumber-sumber imbuhan urban menyebabkan pencemaran airtanah.

Dalam siklus hidrologi secara alamiah proses imbuhan airtanah yang utama hanya berupa infiltrasi, sedangkan proses keluarnya airtanah secara langsung dan tidak langsung melalui proses evaporasi, transpirasi dan melalui mataair ataupun artesis (Driscoll, 1987 dalam Prakasa, 2008).

Data geologi bawah permukaan juga bermanfaat untuk pemantauan dan konservasi airtanah. Hal ini mengingat keberadaan akifer airtanah tergantung kondisi geologis tertentu serta sifat airtanah yang mudah tercemar dan terkontaminasi (Blatt, 1997). Pemompaan airtanah untuk kebutuhan manusia cenderung mengganggu keseimbangan pasokan dan pengambilan airtanah.

D. Konservasi Energi

Konservasi energi adalah kegiatan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan (Mulyono, 2004). Definisi lain konservasi atau penghematan energi adalah penggunaan energi yang optimal sesuai dengan kebutuhan sehingga akan menurunkan biaya energi yang dikeluarkan.

Guna efisiensi energi terdapat teknologi energi surya yang sudah diterapkan di masyarakat. Dibedakan menjadi 2, yaitu teknologi energi surya termal dan energi surya fotovoltaik. Energi surya fotovoltaik dimanfaatkan khususnya dalam bentuk SHS (*Solar Home Systems*), sudah mencapai tahap komersial. Pemanfaatan energi surya termal di Indonesia masih dilakukan secara tradisional, untuk mengeringkan hasil pertanian dan perikanan secara langsung.

III. ANALISIS KOMPARATIF

Kegiatan Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) berpotensi dikembangkan sebagai pusat pertumbuhan ekonomi berwawasan lingkungan. Permasalahan lingkungan juga menjadi bagian penting dalam perekonomian. Pengelolaan ESDM dan lingkungan tergantung pada modal besar dan beresiko tinggi. Memerlukan waktu investasi yang lama mengakibatkan ketergantungan pada perekonomian global termasuk di dalamnya investasi asing.

Saatnya mulai lebih ditingkatkan perhatian pada masalah lingkungan. Diawali dari unit kegiatan seperti kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi. Penerapan kriteria utama guna memenuhi kategori bangunan hijau (*green building*) sudah dilakukan dalam Revitalisasi Gedung Teknologi Gas LEMIGAS pada Tahun 2010.

Analisis komparatif antara Gedung Teknologi Gas LEMIGAS dan Panduan Penerapan Perangkat Penilaian Bangunan Hijau, sebagai bahan pembahasan dalam uraian selanjutnya. Termasuk dalam kriteria utama adalah aplikasi geologi lingkungan, energi, dan sumberdaya mineral dalam pengembangan bangunan hijau. Hingga Gedung Teknologi Gas termasuk dalam 11 bangunan *pilot project* bangunan hijau di Indonesia.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gedung Teknologi Gas LEMIGAS sesudah revitalisasi dengan konsep *Green Building* seperti pada Gambar 1. Pemanfaatan atap untuk meletakkan panel tenaga surya dan beberapa tanaman. Ruang kerja atau ruang kantor menempati bagian gedung yang berjendela kaca. Bagian yang tertutup (tanpa jendela kaca) sebagai ruang laboratorium dan ruang pertemuan yang memerlukan cahaya sinar matahari terbatas. Penutup dinding tetap memakai warna putih atau warna cerah.

Melalui konsultasi dan proses penilaian Gedung Teknologi Gas ditetapkan sebagai bangunan hijau.

Efisiensi dan konservasi energi (optimasi tenaga surya, listrik, bahan bakar), dan penggunaan bahan bangunan dari mineral yang dapat didaur ulang menjadi diterapkan dalam revitalisasi.

Proses pengolahan air limbah untuk dimanfaatkan lagi sebagai penyiram tanaman dan pembilas (*flush*) sehingga terjadi siklus airtanah di Gedung Teknologi Gas. Sebagai perbandingan, sejak tahun 1980an beberapa perusahaan minyak di Sumatera dan Kalimantan sudah melakukan pelestarian dan penyelamatan lingkungan. Jauh hari ketika emisi belum menjadi isu lingkungan, air kegiatan produksi migas diinjeksikan kembali ke dalam bumi. Dikembalikan pada formasi semula guna mendorong produksi minyak. Pada sisi lain gas hasil produksi yang selama ini dibakar atau dibuang dengan asap yang mengganggu kualitas udara. Saat ini sudah mulai dimanfaatkan untuk rumah tangga. Atau diupayakan dengan daur ulang sebagai energi dan bahan bakar yang bernilai jual.

Banyak negara sudah menerapkan bangunan hijau termasuk Malaysia dan Singapura. Selama ini kriteria utama penilaian bangunan hijau di manca negara berkisar dari 5 sampai 7 kategori utama (berbeda prioritas urutan). Di Indonesia disusun 6 kriteria utama, dapat dipisahkan 4 kriteria terkait geologi lingkungan, kriteria lainnya terkait kesehatan dan kenyamanan dalam gedung, serta manajemen lingkungan gedung. *Green Building Council Indonesia* (GBCI) menyusun kriteria utama yang digunakan untuk penilaian Gedung Terbangun, sebagai berikut;



Gambar 1
Gedung Teknologi Gas LEMIGAS
(Desember, 2010)

1. Tepat guna lahan (*Appropriate Site Development*).
2. Efisiensi dan konservasi energi (*Energy Efficiency and Conservation*).
3. Konservasi air (*Water Conservation*).
4. Sumberdaya dan siklus material (*Material Resources and Cycle*).
5. Kualitas kesehatan dan kenyamanan udara (*Indoor Health and Cort*).
6. Manajemen lingkungan gedung (*Building Environmental Management*).

Hasil yang sudah dilakukan pada bangunan dan lingkungan Gedung Teknologi Gas berdasarkan penilaian Gedung Terbangun, sebagai berikut;

1. Tepat Guna Lahan

Keterbatasan lahan untuk pengembangan bangunan menjadi permasalahan utama lingkungan. Berbagai upaya termasuk merencanakan pembangunan dengan pola *compact cities* hemat ruang dikembangkan dalam Pola Tata Ruang Pulau Jawa 2010-2020 (Emil Salim, 2009 dalam Sunarjanto, dkk., 2010).

Paradigma baru pembangunan gedung tidak dikembangkan secara horizontal tetapi secara vertikal. Gedung dibangun bertingkat ke atas, juga memanfaatkan ruang bangunan ke bawah tanah. Mempertahankan gedung utama Teknologi Gas berlantai 3, ditambah beberapa ruangan seperti ruang generator memanfaatkan ruangan bawah permukaan tanah merupakan suatu solusi mendukung program *compact cities*. Masih tersedia ruang pada bagian di atas atap gedung untuk dimanfaatkan sebagai ruang terbuka dan taman dengan jenis tumbuhan terpilih.



Gambar 2
Lubang biopori di halaman parkir
Gedung Teknologi Gas

2. Efisiensi dan Konservasi Energi

Energi sudah menjadi kebutuhan primer dalam kehidupan dan aktifitas manusia sehari-hari. Diperlukan langkah hemat energi dengan beberapa cara. Teknologi pemanfaatan energi terbarukan termasuk teknologi untuk efisiensi dan konservasi energi yang diterapkan setelah revitalisasi Gedung Teknologi Gas, antara lain;

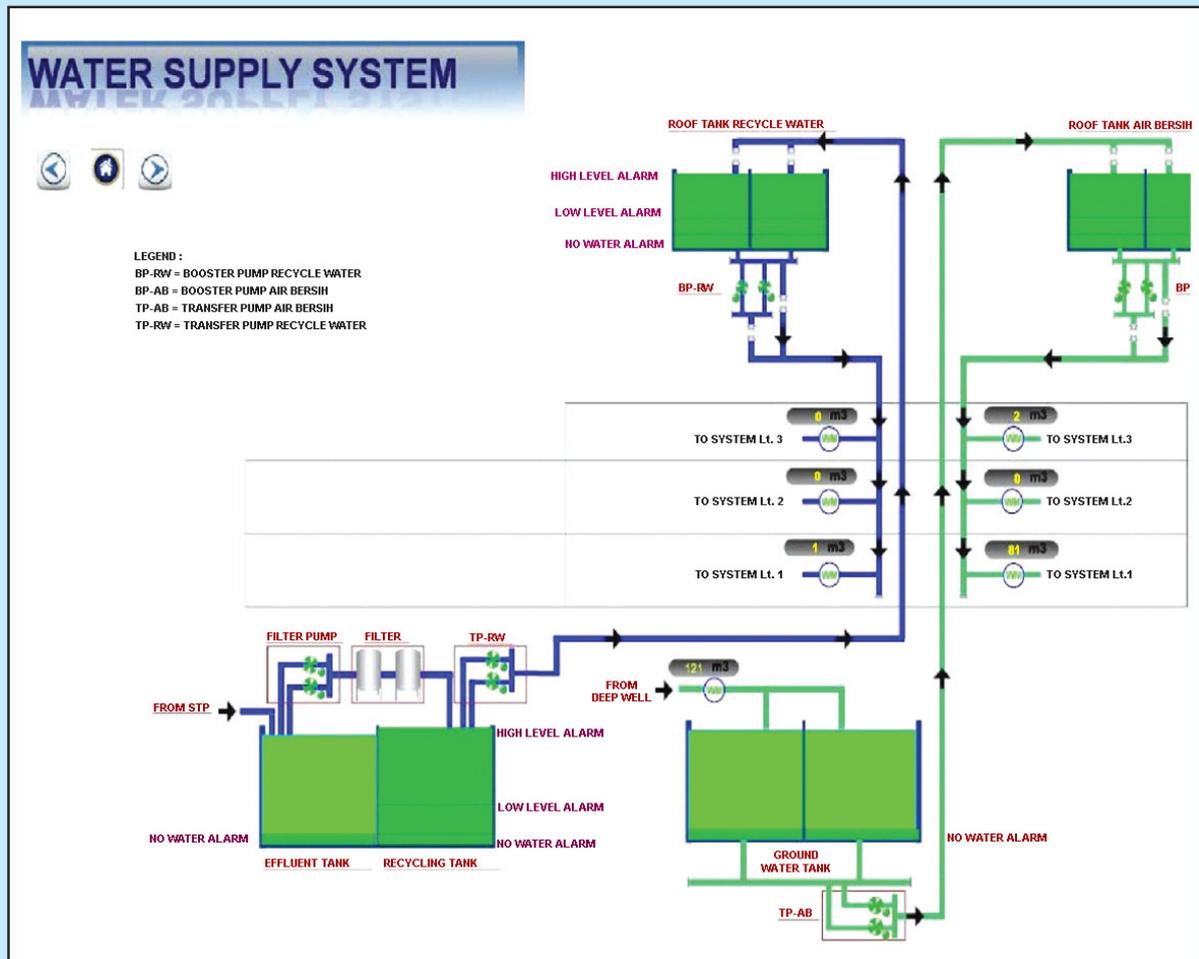
- Memanfaatkan cahaya dari sinar matahari.
- Memilih warna gedung dan perabot mebel berwarna cerah.
- Mengurangi pemakaian pendingin ruang (AC).
- Optimasi sirkulasi udara melalui jendela dan ventilasi.
- Memakai sistem pendingin bekerja secara otomatis sesuai kebutuhan.
- Memakai dinding penyekat dan jendela bermaterial kaca transparan.
- Memanfaatkan teknologi energi surya termal dan energi surya fotovoltaik. Energi surya fotovoltaik digunakan baik sebagai penerang ruangan maupun penambah pasokan sumber listrik selain dari PLN.

3. Konservasi Air

Manajemen air yang baik dengan mengatur pasokan dan penggunaan air. Atau selama ini pola penerapan pengelolaan air dengan prinsip 4R (*Reduce, Reuse, Recycle* dan *Recharge*). Dari penghematan pemakaian air (*reduce*), didaur ulang (*recycle*), mengisi/mengusahakan peresapan atau menahan air lebih banyak di bawah permukaan tanah. Penghijauan



Gambar 3
Lubang biopori di taman Gedung
Teknologi Gas



Gambar 4
Diagram sistem pasokan air Gedung Teknologi Gas

dan pembuatan biopori di sekitar kawasan bangunan sebagai upaya mempertinggi peresapan air. Penghijauan juga untuk mempertahankan fungsi paru-paru lingkungan perkantoran. Bermanfaat langsung dan tidak langsung menyegarkan dan mereduksi CO₂.

Dalam kompleks Perkantoran LEMIGAS telah dilakukan penghijauan (Gambar 2), dan dibuat 1 (satu) sumur peresapan serta 500 (lima ratus) lubang biopori. Biopori disamping sebagai lubang peresapan juga sebagai penyimpan sampah daun atau pupuk hijau yang bermanfaat bagi tanaman, berfungsi mengurangi genangan air dan banjir.

Sedangkan penggunaan atau pemanfaatan air dimulai dari pemenuhan air sehari-hari. Dengan cara menggunakan pancuran air (tanpa bak air) sebagai upaya menghemat air. Disediakan sumber air bersih

dari pemboran airtanah dalam. Sistem produksi dan sirkulasi terpisah air yang berasal dari hasil proses daur ulang. Proses daur ulang air kotor dan air limbah menjadi air yang digunakan untuk menyiram tanaman dan sebagai air pembilas (*reuse*). Manajemen dan sirkulasi air dilakukan monitoring pasokan airtanah (*groundwater*) dan air hasil daur ulang (*recycle water*) di Gedung Teknologi Gas (Gambar 4). Memanfaatkan seminimal mungkin air dengan tetap mengembalikan air atau meresapkan kembali ke dalam tanah (*recharge*).

4. Sumberdaya dan Siklus Material.

Penggunaan material bangunan menerapkan konsep kembali ke alam dan dapat didaur ulang. Menjadi peluang dan tantangan pengembangan mineral logam, mineral industri dan bahan bangunan yang

tersebar di Indonesia. Contoh produk hilir mineral untuk bahan bangunan antara lain berbagai type besi dan baja, variasi semen, keramik dan material bangunan lainnya.

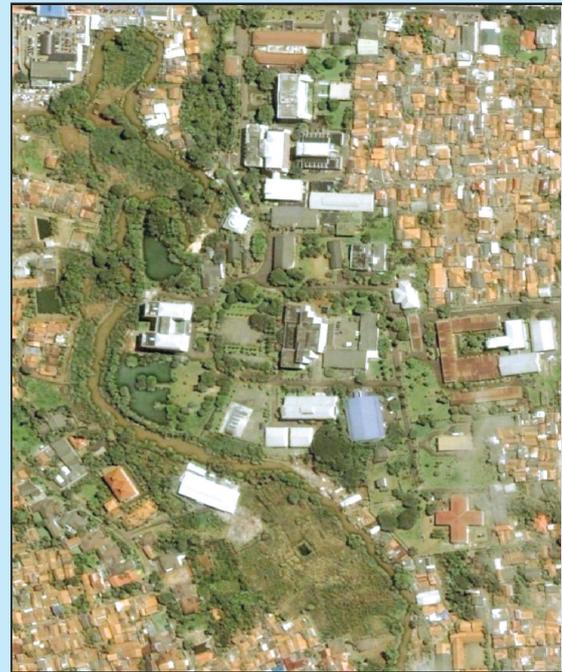
Kriteria bahan bangunan tersebut diterapkan dalam revitalisasi Gedung Teknologi Gas. Juga dilakukan penggantian material kayu yang cenderung merusak hutan dengan cor beton terdiri campuran besi-pasir-batu-semen. Rangka atap selama ini menggunakan kayu beralih ke aluminium atau baja ringan. Penggantian kayu dengan material selain dari produk hutan berkaitan ikut menjaga kelestarian lingkungan. Bahan penyekat dan plafon berupa kaca, gypsum ataupun magnesium board berbahan baku mineral, dapat didaur ulang dan lebih ramah lingkungan.

5. Kualitas Kesehatan dan Kenyamanan Udara

Dalam takaran sedang, paparan sinar matahari penting untuk kesehatan fisik dan psikologi. Terapi dengan sinar matahari disebut helioterapi (*heliotherapy*). *New England Medical Journal* dalam situs www.endlessun.com menyebutkan paparan sinar matahari menambah kemampuan tubuh untuk memetabolisasi kolesterol dan mengurangi kadar kolesterol darah hingga mencapai 13%.

Sinar ultra violet dari matahari memiliki efek sama dengan olahraga, seperti menurunkan tekanan darah, jumlah denyut jantung dalam keadaan normal (*resting heart rate*), dan menambah volume darah yang dipompa jantung sekitar 39%. Helioterapi menambah energi dan ketahanan atau kekebalan tubuh, efektif untuk menyembuhkan stroke dan stres. Di Cancer Research Institutes digunakan untuk memperbaiki DNA. Dalam beberapa jam pemberian sinar, sel kanker mulai mati, mampu dijinakkan setelah penyinaran dan jaringan normal tidak terganggu.

Salah satu upaya menciptakan kesehatan dan kenyamanan yang berkualitas di Gedung Teknologi Gas dengan mengoptimalkan penggunaan tangga dan koridor tanpa pendingin ruang (*Air Conditioner*). Aktifitas tetap dilakukan memungkinkan penghuninya mengurangi penggunaan *lift*, tetapi memanfaatkan tangga yang dimodifikasi pada ruang bersirkulasi udara terbuka dengan cahaya dari sinar matahari. Sinar matahari dapat mengenai bagian dalam gedung baik secara langsung dan tidak langsung menggunakan reflektor dilengkapi dengan penangkal sinar matahari dengan *louvre*.



Gambar 5
Data satelit Kompleks Perkantoran LEMIGAS
(Sumber: Google Earth)

Sebagai tempat bekerja diperlukan kenyamanan, utamanya tetap tercipta ruangan yang sehat dan sirkulasi udara segar. Tanpa mesin pendingin ruangan namun tetap nyaman sebagai langkah hemat energi sekaligus upaya menjaga kenyamanan dan kesehatan dalam gedung. Guna mengurangi penyerapan panas, pada lantai atap dibuat taman (*roof garden*).

6. Manajemen Lingkungan Gedung

Kebijakan peninjauan kembali Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang partisipatif menjadi konsensus bersama semua *stakeholder*. Manajemen lingkungan gedung termasuk dalam kriteria penilaian bangunan hijau, mempertimbangkan beberapa hal;

- Pembangunan gedung/bangunan ke bawah permukaan tanah, contoh pembangunan *basement* bangunan semakin dalam dan terowongan-terowongan untuk sarana transportasi.
- Kelas zat pencemar di perkotaan bersumber dari sampah rumah tangga dan tempat pembuangan sampah, air mengandung limbah (*grey water*), air mengandung bakteri E Coli di atas ambang batas (*black water*).

- Intensitas zat pencemar, menjadi hal yang menerus dan intensitas tinggi apabila mengacu dari sumber pencemaran yang statis.

Sistem Manajemen Mutu (SMM) dan Sistem Manajemen Lingkungan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMLK3) sebagai langkah implementasi Manajemen Lingkungan, sudah lama diterapkan di LEMIGAS. Penanganan permasalahan LK3 termasuk pemisahan sampah organik dan anorganik sudah dilakukan. Melalui proses dan waktu yang panjang, sudah diupayakan menjaga kompleks perkantoran tetap hijau, dilakukan peremajaan tanaman dan menjaga keseimbangan antara jumlah pohon yang ditanam dan yang dipotong (Gambar 5). Sebagai tantangan baru manajemen lingkungan antara lain melakukan monitoring terintegrasi semua sistem yang terdapat dalam Gedung Teknologi Gas.

Tenaga surya dikonversi menjadi energi listrik sebagai penambah pasokan listrik. Pemanfaatan listrik, suhu ruangan, sirkulasi air yang terintegrasi dalam sistem. Menggunakan teknologi informasi diintegrasikan sistem yang ada, dapat dikontrol dan dimonitor dari satu ruangan khusus. Mengendalikan stabilitas siklus yang ada terus dimonitor dan direkam, sehingga dapat sebagai data evaluasi pemakaian listrik harian, mingguan atau bulanan. Evaluasi yang dilakukan dapat untuk memonitor penurunan listrik yang dipakai, muaranya memonitor penurunan bahan bakar minyak sebagai sumber tenaga.

7. Hasil

Hasil analisis komparatif terkait upaya penurunan efek rumah kaca, dibedakan menjadi 2. Pertama hasil langsung seperti ruangan menggunakan cahaya matahari dan koridor tanpa mesin pendingin. Kedua berupa hasil tidak langsung antara lain; menerapkan budaya hemat energi, hemat listrik dan hemat air atau memanfaatkan sumberdaya energi berwawasan lingkungan. Gedung Teknologi Gas akan menghemat energi sampai 30 persen, menghemat air sampai 30 – 50 persen, serta menghemat biaya operasional 50 – 90 persen (*www.kompas.com*).

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis komparatif antara Panduan Penerapan Perangkat Penilaian Bangunan Hijau dan revitalisasi Gedung Teknologi Gas, maka diperoleh beberapa manfaat dan disimpulkan sebagai berikut;

1. Sebagai Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, LEMIGAS memiliki bangunan hijau yang dapat dioptimalkan manfaatnya. Antara lain sebagai bahan penyiapan kebijakan pengembangan sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomer 18 Tahun 2010, khususnya kebijakan pengembangan teknologi hemat Bahan Bakar Minyak (BBM), hemat energi, hemat airtanah, dan pemanfaatan mineral industri untuk industri migas, bangunan dan gedung.
2. Hasil strategis Gedung Teknologi Gas sebagai pionir di lingkungan ESDM bahkan di lingkungan gedung perkantoran pemerintah, ataupun sebagai model percontohan memberi inspirasi pengembangan bangunan hijau/ perkantoran Migas di Indonesia. Manfaat lain sebagai momentum untuk lebih meningkatkan peranannya sebagai kantor dan laboratorium, guna menyiapkan kebijakan dan pengembangan teknologi gas nasional, regional maupun internasional. Momentum pengembangan teknologi gas bumi yang dikenal energi bersih, ramah lingkungan, menjadi peluang dan tantangan untuk aman dipakai masyarakat.
3. Penyempurnaan dan perawatan gedung berteknologi melalui manajemen lingkungan bangunan hijau perlu terus dikembangkan. Selanjutnya dapat ditargetkan menjadi Kompleks Perkantoran LEMIGAS hijau (*green office*). Langkah tersebut bermanfaat membantu penurunan penggunaan bahan bakar yang berasal dari energi fosil (*non renewable energy*).
4. Menjaga kuantitas dan kualitas airtanah yang bermanfaat dan berdampak luas pada kesehatan. Adaptasi menghadapi kondisi cuaca ekstrim melalui pengelolaan lingkungan hijau bermanfaat menjadikan lingkungan yang berkualitas, nyaman, dan aman dari bencana alam.
5. Gedung Teknologi Gas diharapkan berperan menciptakan penurunan efek rumah kaca yang bermuara ikut menjaga keselamatan lingkungan bagi kehidupan.

KEPUSTAKAAN

1. **Blatt, Harvey**, 1997, *Our Geologic Environment*, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, ISBN 0-13-371022-X.

2. **Brahmantyo, Budi.**, 2007, Geologi Lingkungan dan Pengembangan Wilayah, Kelompok Keilmuan Geologi Terapan, Institut Teknologi Bandung.
3. **Green Building Council Indonesia**, 2010, Greenship Rating Tools untuk Gedung Terbangun, First Draft, Divisi Rating dan Teknologi, Mei 2010.
4. <http://leason.earth.wordpress.com>: Green House Effect.
5. **Mills, Evan., Deborah Wilson and Thomas Johansson** (Sweden), 2010, Beginning to Reduce Greenhouse Gas Emissions Need Not be Expensive: Examples from the Energy Sector, Proceedings of the Second World Climate Conference.
6. **Prakasa, E. P., Doni dan Heru Hendrayana**, 2008, Urbanisasi dan Sumberdaya Airtanah: Interaksi dan pengelolaannya, Prosiding Seminar Nasional Ilmu Kebumihan 2008, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 15 Pebruari 2008.
7. **Sunarjanto, D., Suprajitno Munadi, Isnawati dan Heru Riyanto**, 2009, "Alternatif Penyusunan Kembali Kebijakan Pengelolaan Energi Ramah Lingkungan", Proceeding Seminar Nasional Dies Emas ITB, 4-5 Maret 2009.
8. **Sunarjanto, D., Bambang Wicaksono dan Heru. Riyanto**, 2010, Teknologi 4 Dimensi (4D) untuk Optimalisasi Penataan Ruang Kegiatan Energi Sumber Daya Mineral, Lembaran Publikasi LEMIGAS Vol 44, Nomor 1, April 2010, ISSN: 0125-9644.
9. **Mulyono**, 2004, Konservasi Energi, <http://id.wikimedia.org/wiki/berkas> : Konservasi.
10. www.endless.sun.com (Diakses 23 Januari 2011, pukul 08.30).
11. www.googleearth.com (Diakses 5 Desember 2010, pukul 17.05).
12. www.kompas.com (Diakses 19 Oktober 2011 pukul 00.39).