

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

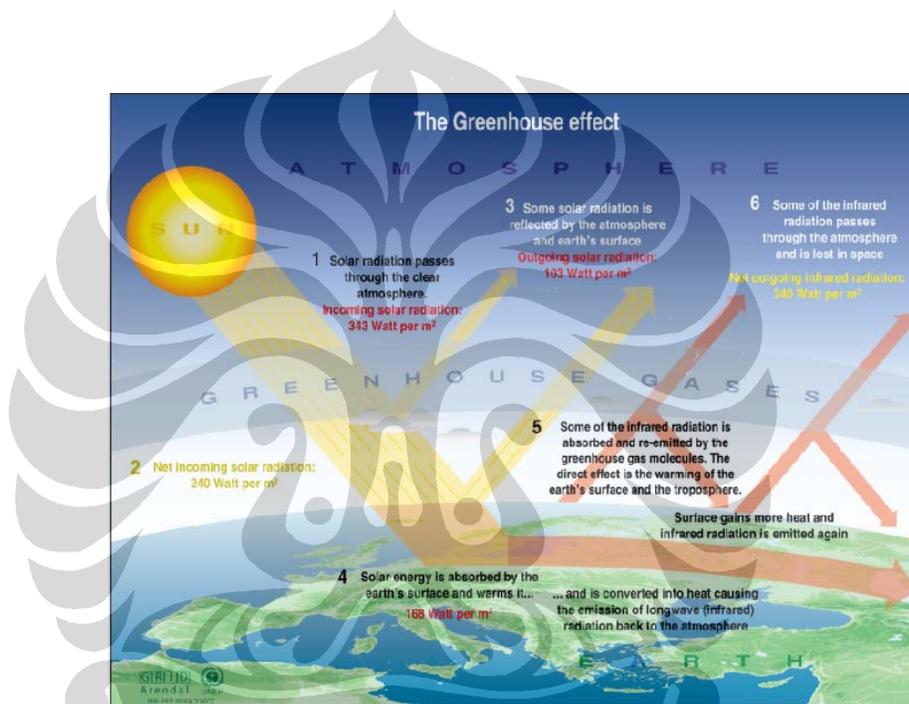
#### 2.1 Pendahuluan

Perubahan iklim atau yang lebih dikenal sebagai pemanasan global (*Global Warming*) disebabkan oleh karena peningkatan konsentrasi gas rumah kaca atau greenhouse gases (GHGs) pada lapisan atmosfer. Efek rumah kaca pada dasarnya adalah suatu fenomena alam yang penting, tanpa adanya efek rumah kaca maka bumi akan memiliki temperatur permukaan sedingin bulan dan tidak dapat ditumbuhi apapun terlebih lagi untuk ditinggali. Efek rumah kaca terjadi oleh karena adanya akumulasi dari apa yang kita sebut sebagai gas rumah kaca, yaitu uap air, karbon dioksida, metana, nitrous oksida dan ozon pada lapisan atmosfer. Gas-gas rumah kaca ini memungkinkan lewatnya gelombang pendek radiasi dari matahari tetapi menjebak gelombang panjang inframerah yang dipantulkan dari bumi. Gelombang inframerah yang terperangkap inilah yang berguna untuk menghangatkan permukaan bumi (Gambar 1.1). Oleh karena itu dengan adanya peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di lapisan atmosfer maka akan meningkatkan juga efek rumah kaca yang pada akhirnya berakibat pada perubahan iklim.

Seperti yang telah disebutkan di atas yang termasuk di dalam komponen gas rumah kaca adalah (1) uap air, (2) karbon dioksida, (3) metan, (4) nitrogen oksida, (5) ozon dan (6) CFC. Jika gas-gas ini disusun berdasarkan kontribusinya terhadap efek rumah kaca, maka yang susunannya adalah sebagai berikut :

- Uap air yang memberikan kontribusi 36-72%
- Karbon dioksida yang memberikan kontribusi 9-26%
- Metan yang memberikan kontribusi 4-9%
- Ozon yang memberikan kontribusi 3-7%

Karbon dioksida adalah salah satu gas rumah kaca yang paling berperan sebagai penangkap panas, sebagian besar dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batubara, minyak bumi dan gas alam. Gas ini juga dihasilkan dari perubahan fungsi lahan seperti mengkonversi hutan menjadi fungsi lainnya. Sebesar 3/4 dari emisi CO<sub>2</sub> yang ada di dunia dihasilkan dari sektor energi dan sektor industri, sedangkan sisanya dihasilkan dari perubahan fungsi lahan.



Sumber : Okinagan University-Canada, Departemen Geografi. Ilmu Pengetahuan mengenai perubahan iklim, 1996

Gambar 2.1

### Efek Rumah Kaca

Penghasil karbon dioksida selain daripada ekosistem itu sendiri adalah kegiatan yang dilakukan oleh manusia itu sendiri atau anthropogenic. Sejak tahun 1750 konsentrasi karbon dioksida di dunia telah meningkat seiring dengan semakin bertambahnya aktivitas manusia. Agensi Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (U.S. EPA) telah melakukan peringkat terhadap setiap sektor

kegiatan yang merupakan penyumbang terbesar gas rumah kaca adalah sektor industri, transportasi, perumahan, komersil dan pertanian.

## 2.2 Perubahan Iklim Pada Tingkat Internasional

Pada pertengahan dekade 80-an, perubahan iklim telah menjadi isu yang mendunia. Berbagai penelitian dan data yang ada menggambarkan keterkaitan yang erat antara peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan peningkatan temperatur rata-rata permukaan bumi. Perkembangan inilah yang akhirnya mendorong WMO (*World Meteorological Organization*) dengan UNEP (*United Nations Environment Programme*) untuk membentuk IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

IPCC memiliki peranan untuk menyediakan data ilmiah terkini yang menyeluruh, tidak berpihak dan transparan mengenai informasi teknis, sosial dan ekonomi yang berkaitan dengan perubahan iklim. Laporan pertama IPCC diterbitkan pada tahun 1990 dan dikenal sebagai *First Assessment Report* dimana dalam laporan ini IPCC memastikan bahwa perubahan iklim merupakan ancaman bagi seluruh kehidupan umat manusia. Karenanya, IPCC menyerukan untuk adanya kesepakatan global untuk menanggulangnya.

Konvensi perubahan iklim mulai ditanda tangani pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi di Rio de Janeiro, Brazil, pada bulan Juni 1992. Pada tanggal 21 Maret 1994, Konvensi Perubahan Iklim akhirnya dinyatakan berkekuatan hukum dan bersifat mengikat para pihak yang telah meratifikasi. Indonesia meratifikasi Konvensi tersebut dengan Undang-Undang No.6 Tahun 1994.

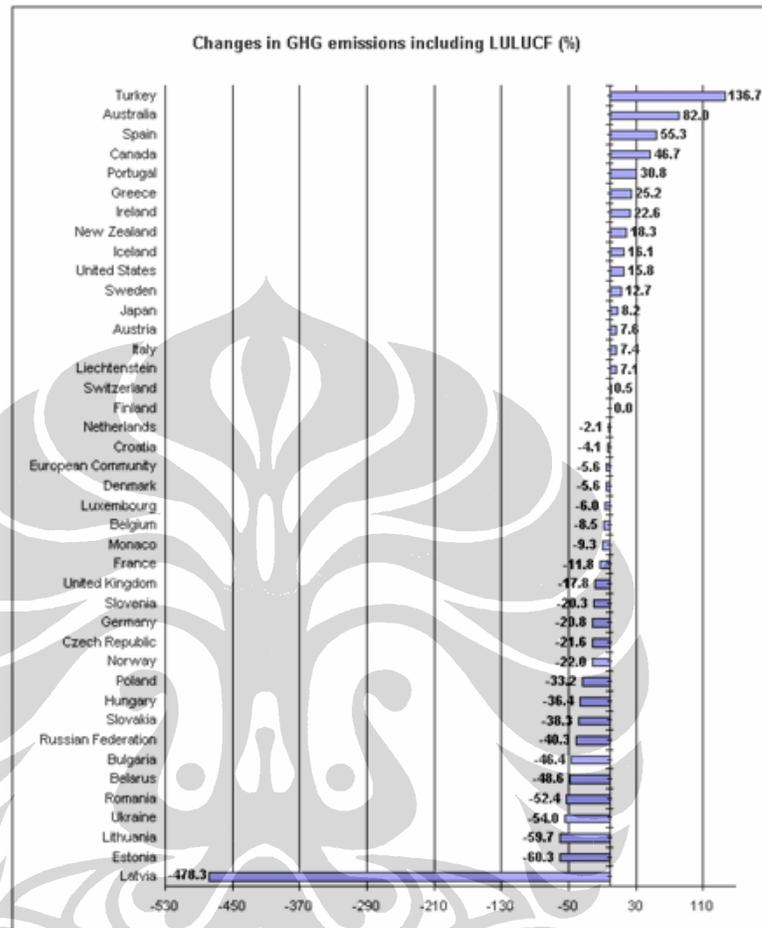
Konvensi ini bertujuan untuk menstabilkan konsentrasi gas rumah kaca pada tingkat aman yang tidak membahayakan sistem iklim global. Konvensi ini membagi para pihak ke dalam 2 kelompok, yaitu Negara industri dan ekonomi dalam transisi yang terdaftar dalam Annex I serta negara berkembang yang dikenal dengan negara non-Annex I atau Annex II.

Pada tahun 1997, disepakati sebuah protokol yang bersifat lebih mengikat secara hukum dengan komitmen yang lebih tegas dan lebih rinci. Protokol Kyoto ini diadopsi pada COP (*Conference of Parties*) III di Kyoto, Jepang. Secara hukum Protokol Kyoto mewajibkan seluruh negara Annex I untuk secara bersama-sama menurunkan emisi gas rumah kaca rata-rata sebesar 5,2% dari tingkat emisi tahun 1990 pada periode tahun 2008-2012. Protokol Kyoto memungkinkan diterapkannya tiga mekanisme fleksibilitas (*flexibility mechanisms*) agar negara Annex I dapat tetap memenuhi komitmennya dengan biaya yang tidak terlalu tinggi. Ketiga mekanisme tersebut adalah :

1. Joint Implementation (JI), kerjasama antara sesama negara Annex I (negara maju) dalam upaya menurunkan emisi gas rumah kaca. Biasanya ini dilakukan dengan investasi asing antar negara Annex I dan diimbali dengan unit penurunan emisi (*Emission Reduction Unit*).
2. International Emission Trading (IET), perdagangan ERU antar negara Annex I.
3. Clean Development Mechanism (CDM), merupakan gabungan antara JI dan IET yang berlangsung antara negara Annex I dengan negara non-Annex I. Komoditas yang digunakan bukanlah ERU melainkan CER (*Certified Emission Reduction*) yaitu jumlah penurunan emisi yang telah disertifikasi.

Mekanisme CDM memungkinkan negara Annex I untuk menurunkan emisi gas rumah kaca secara lebih murah dibandingkan dengan mitigasi di dalam negerinya sendiri (*domestic action*). Dalam pelaksanaan CDM, komoditi yang diperjualbelikan adalah reduksi emisi gas rumah kaca yang biasa dikenal sebagai CER (*Certified Emission Reduction*). CER ini diperhitungkan sebagai salah satu upaya negara Annex I dalam memitigasi emisi gas rumah kaca dan nilai CER ini setara dengan nilai penurunan emisi yang dilakukan secara domestik dan karenanya dapat diperhitungkan dalam pemenuhan target penurunan emisi gas rumah kaca negara Annex I.

Berdasarkan publikasi terakhir UNFCCC untuk data emisi GRK dari negara – negara Annex I periode 1990 – 2007 adalah sebagai berikut :



Sumber : GHG DATA – UNFCCC Website

Gambar 2.2

### Perubahan Emisi GRK Negara Annex I

Sejak terbentuknya UNFCCC pada tanggal 12 Juni 1992 yang ditandai dengan ditandatanganinya pembentukan UNFCCC oleh 154 negara. Setiap tahunnya negara-negara yang tergabung di dalam UNFCCC akan bertemu untuk membicarakan perkembangan di dalam penanganan perubahan dan juga untuk menegosiasikan Protokol Kyoto untuk menjadi suatu kewajiban yang mengikat secara hukum bagi negara-negara maju untuk mengurangi emisi gas rumah kaca di negara mereka di dalam suatu pertemuan yang disebut Conference of Parties (COP).

COP telah diadakan sejak pertengahan tahun 1990-an hingga saat ini, dimana yang terakhir kalinya adalah COP 15 yang diadakan pada tanggal 7 – 18 Desember 2009 di Copenhagen, Denmark. Menurut UNFCCC, COP 15 adalah yang paling menentukan dengan alasan bahwa :

- Pertemuan ini harus menemukan kejelasan akan besar target reduksi emisi GRK dari negara-negara maju yang mereka ingin penuhi.
- Pertemuan ini harus mendapat kejelasan dari negara-negara berkembang atas aksi-aksi yang telah mereka lakukan untuk membatasi emisi GRK negara mereka.
- Pertemuan ini harus dapat menjelaskan dan menetapkan suatu bantuan finansial yang stabil dan dapat diperkirakan untuk membantu negara-negara berkembang mengurangi emisi GRK.
- Pertemuan ini harus bisa mengidentifikasi adanya suatu institusi untuk memberikan bantuan pada negara-negara berkembang baik dari sisi finansial ataupun teknologi sehingga tercapai suatu kesetaraan di dalam pengambilan keputusan.

Berdasarkan pemberitaan yang disadur dari Kompas.com per tanggal 19 Desember, perundingan yang terjadi pada COP 15 tidak dapat menemukan titik temu atas ke-4 poin di atas. Alasan yang mendasari tidak ditemukannya titik temu ini adalah mengenai kewajiban yang terikat secara hukum mengenai besarnya target penurunan emisi yang harus dipenuhi antara negara maju dan berkembang. Mengutip perkataan Kevin Rudd, Perdana Menteri Australia, “Ketentuan pengurangan emisi yang diharuskan untuk dipenuhi pada tahun 2020 memberatkan negaranya”.

### **2.2.1 Carbon Financing**

Suatu negara maju (industrialized country) yang ingin mendapatkan Carbon Credit harus mendapatkan kepastian dari negara penyelenggara proyek

CDM / negara berkembang bahwa proyek yang dikembangkan di negaranya akan mendukung terjadinya pengembangan yang berkelanjutan. Langkah yang harus dilakukan oleh negara maju tersebut adalah dengan menciptakan suatu kasus berdasarkan berapa besar emisi yang akan dihasilkan apabila proyek tersebut tidak dilaksanakan (kondisi *baseline*) ataupun factor-faktor apa yang akan diberikan untuk lingkungan sekitar apabila proyek tersebut dilaksanakan (kondisi *additionality*). Kasus tersebut kemudian akan divalidasi oleh pihak ketiga yang disebut Designated Operational Entity (DOE), yang bertugas untuk memastikan bahwa proyek tersebut bersifat jangka panjang dan dapat memberikan hasil yang signifikan atas pengurangan emisi gas rumah kaca.

CDM Executive Board (EB) adalah pihak yang berhak untuk menyetujui proyek tersebut. Apabila proyek yang telah disetujui tersebut dan diimplementasikan, maka EB akan mengeluarkan suatu kredit yang disebut sebagai CER. CER ini lebih dikenal sebagai Carbon Credit, dimana setiap unitnya setara dengan pengurangan emisi CO<sub>2</sub> sebesar satu metrik ton ataupun ekivalennya.

Untuk keperluan perdagangan, seperti yang telah disebutkan di atas, bahwa satu unit CER setara dengan satu metrik ton emisi CO<sub>2</sub>. Unit ini dapat diperjual belikan secara langsung ataupun di pasar internasional dengan harga pasar. Perdagangan unit ini telah mengakibatkan terjadinya transfer unit CER antara satu negara dengan negara lainnya. Setiap transfer unit secara internasional divalidasi oleh UNFCCC, sedangkan transfer unit yang terjadi antara negara Uni Eropa divalidasi oleh European Commission. Harga carbon yang diperjual belikan, biasanya dihargai sebesar Euro per ton CO<sub>2</sub> atau CO<sub>2</sub>ekivalen. Saat ini terdapat 5 pasar internasional untuk tempat perdagangan unit CER yaitu Chicago Climate Exchange, European Climate Exchange, NordPool, PowerNext dan European Energy Exchange.

### 2.2.2 Siklus CDM

Dalam melaksanakan proyek CDM terdapat beberapa tahapan yang harus ditempuh agar kegiatan yang bersangkutan dapat diterima sebagai proyek CDM. Tahapan-tahapan yang dikenal sebagai siklus proyek CDM ini adalah :

#### 1. Identifikasi Proyek

- a. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan identifikasi apakah rencana kegiatan tersebut memiliki portensi untuk menurunkan emisi gas rumah kaca atau menyerap emisi gas rumah kaca dari atmosfer. Dalam hal ini, pengusul proyek perlu melakukan penghitungah potensi penurunan ataupun penyerapan gas rumah kaca.

#### 2. Desain Proyek

- a. Langkah berikutnya adalah pengumpulan informasi yang diperlukan dalam menyiapkan dokumen rancangan proyek. Informasi yang diperlukan antara lain adalah mengenai deskripsi proyek, batasan proyek, penentuan baseline (keadaan tanpa adanya proyek tersebut) dan informasi mengenai sumber pendanaan.

#### 3. Dokumen Rancangan Proyek / Project Design Document

- a. Selanjutnya pemilik proyek menyiapkan dokumen proyek yang berisi informasi lengkap mengenai proyek serta sisi ke-CDM-annya. Beberapa hal yang harus tercantum dalam dokumen tersebut antara lain :
  - i. Deskripsi Umum Proyek, berisi tentang tujuan proyek, deskripsi teknis proyek serta gambaran batasan-batasan proyek.
  - ii. Perhitungan emisi baseline dan metodologi perhitungannya
  - iii. Perhitungan emisi proyek dan metodologi perhitungannya

- iv. Periode waktu aktivitas proyek
  - v. Metodologi dan rencana pengawasan proyek
  - vi. Analisis mengenai dampak lingkungan
  - vii. Komentar publik mengenai proyek tersebut
4. Persetujuan Oleh Otoritas CDM Nasional (*Designated National Authority-DNA*)
- a. Setelah PDD selesai dibuat dan dilampiri semua informasi yang dibutuhkan, kemudian PDD diserahkan ke otoritas CDM nasional untuk disetujui. Setelah dinilai dan dievaluasi berdasarkan semua informasi yang tertera di dalamnya, terutama sumbangannya untuk pembangunan berkelanjutan, transparansi, dan partisipasi masyarakat, DNA akan memberi persetujuannya.
  - b. Otoritas CDM Nasional atau DNA yang terdapat di Indonesia adalah National Commission on CDM (KOMNAS MPB), yang terletak di Jalan D.I. Panjaitan, Kav.24, Gedung A Lt.6, Kebon Nanas, Jakarta 13410, Indonesia. Dan diketuai oleh Ms.Masnellyarti Hilman (Chairperson of the National Committee on CDM of the Republic of Indonesia).
5. Validasi
- a. Pada tahap ini, seluruh informasi yang terdapat di dalam PDD, terutama perhitungan baseline divalidasi oleh validator independen (Operational Entity-OE) yang telah diakreditasi oleh badan CDM internasional (CDM-Executive Board). Badan independen ini akan mengevaluasi apakah proyek tersebut telah memenuhi persyaratan CDM dan apakah proyek perhitungan CER yang dilakukan dapat diterima.

## 6. Registrasi

- a. Proyek CDM harus didaftarkan ke CDM Executive Board (EB). Tahap ini dinamakan registrasi, dimana EB menerima secara formal pengajuan PDD dari kandidat proyek CDM. EB merupakan badan internasional di bawah COP/MOP, atau pertemuan tahunan para negara yang telah meratifikasi Protokol Kyoto, yang tugasnya adalah mengatur dan mengawasi pelaksanaan CDM di seluruh dunia. Sebuah proyek yang didaftarkan ke EB akan melalui proses komentar public selama 30 hari, dimana PDD akan ditaruh di website EB untuk mendapatkan komentar terbuka dari semua pihak. Jika ada keberatan dari EB atau dari pihak yang terlibat dalam kegiatan proyek mengenai dokumen yang diserahkan, maka EB akan melakukan kajian yang lebih mendalam mengenai proyek yang diajukan. Jika tidak ada keberatan dari EB, maka proses registrasi akan selesai dalam waktu 8 minggu.

## 7. Implementasi

- a. Tahapan dimana proyek CDM dijalankan biasanya dinamakan implementasi yang pada dasarnya dapat dilakukan sebelum registrasi maupun sesudahnya. Misalnya, jika dilakukan sebelum registrasi, batas waktu paling awal adalah tahun 2000. Artinya hanya proyek yang berjalan sejak tahun 2000 saja yang dapat diajukan sebagai proyek CDM.

## 8. Pengawasan/monitoring

- a. Setelah proyek ini didaftarkan dan diimplementasikan, maka pemilik proyek bertanggung jawab atas pengawasan atau monitoring atas penurunan emisi gas rumah kaca maupun penyerapan gas rumah kaca akibat adanya proyek yang bersangkutan. Pelaksananya sendiri harus sesuai dengan rencana pengawasan yang tertera pada PDD dan dilakukan oleh monitor independen. Kegiatan pengawasan meliputi kegiatan pengumpulan

dan penyimpanan data-data yang digunakan untuk menghitung emisi baseline dan emisi proyek.

#### 9. Verifikasi

- a. Pada tahap ini hasil pengawasan akan dikaji ulang, termasuk metodologi yang digunakan dalam melakukan pengawasan, dan kemudian dilaporkan secara tertulis. Jumlah emisi gas rumah kaca yang berhasil diturunkan harus tertera di dalamnya sehingga dapat dilihat apakah penurunan ataupun penyerapan gas rumah kaca yang diperkirakan telah terpenuhi. Laporan pengawasan yang dilakukan oleh badan independen ini harus dipublikasikan sebagai proses keterlibatan publik.

#### 10. Sertifikasi Penurunan Emisi

- a. Sertifikasi adalah jaminan tertulis oleh badan independen yang menyatakan bahwa proyek yang bersangkutan, dalam periode tertentu telah berhasil menurunkan emisi gas rumah kaca sebagaimana yang telah diverifikasi.

#### 11. Penerbitan Penurunan Emisi Tersertifikasi (CER)

- a. CDM Executive Board mempunyai waktu maksimal 15 hari setelah permohonan penerbitan CER diberikan untuk mengkaji ulang surat sertifikasi proyek yang bersangkutan. Setelah itu Executive Board harus segera mengumumkan hasilnya dan mempublikasikan keputusannya sehubungan dengan disetujui atau tidaknya CER yang diusulkan beserta alasannya.

### 2.2.3 Komisi Nasional Mekanisme Pembangunan Bersih (KNMPB)

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa tiap-tiap negara memiliki badan DNA sendiri yang memiliki otorisasi untuk suatu proyek layak atau tidak menjadi suatu proyek CDM. Begitu pula halnya dengan Indonesia yang memiliki

KMNPNB yang merupakan entitas DNA di Indonesia. Komnas MPB memiliki fungsi sebagai berikut :

- Memberikan persetujuan terhadap usulan proyek CDM yang masuk berdasarkan kriteria pembangunan berkelanjutan
- *Tracking* dan pelaporan tahunan ke Sekretariat UNFCCC (*United Nations Framework on Climate Change Convention*)

Keanggotaan KNMPB terdiri atas satu orang ketua dan sembilan orang anggota (Eselon I) yang terdiri dari :

- Kementerian Lingkungan Hidup
- Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral
- Departemen Kehutanan
- Departemen Perindustrian
- Departemen Luar Negeri
- Departemen Dalam Negeri
- Departemen Perhubungan
- Departemen Pertanian
- Bappenas

Ketua Komnas MPB dijabat oleh Deputy Bidang Konservasi Sumber Daya Alam dan Pengendalian Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup. Keanggotaan Komnas MPB akan ditunjuk berdasarkan usulan dari instansi bersangkutan dan untuk pertama kalinya ditetapkan dengan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup.

#### **2.2.4 Carbon Trading**

Carbon credits menciptakan adanya suatu pasar sebagai sarana untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yaitu dengan menghargai setiap pengeluaran yang digunakan untuk menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Untuk contohnya, bila kita ambil salah satu industri yang menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 100000 ton setiap tahunnya. Karena industri ini terdapat pada salah satu negara Annex 1, maka pemerintahnya menetapkan suatu quota berdasarkan peraturan yang berlaku di negara tersebut untuk membatasi besarnya emisi yang boleh dihasilkan oleh industri tersebut. Bila pemerintah menetapkan batasan emisi yang boleh dihasilkan oleh perusahaan tersebut adalah 80000 ton per tahunnya, maka langkah yang dapat diambil oleh perusahaan tersebut apakah dengan mengurangi emisi yang dihasilkan oleh perusahaannya ataupun dengan membeli carbon credit untuk menutupi kelebihan yang dihasilkan perusahaannya yaitu sebesar 20000 ton. Setelah melakukan perhitungan, maka ditemukan tidaklah ekonomis untuk membeli mesin baru. Oleh karena itu, perusahaan tersebut dapat memilih untuk membeli carbon credit di pasar terbuka (open market) dari suatu organisasi yang telah diketahui akreditasinya dalam menjual carbon credit yang sah.

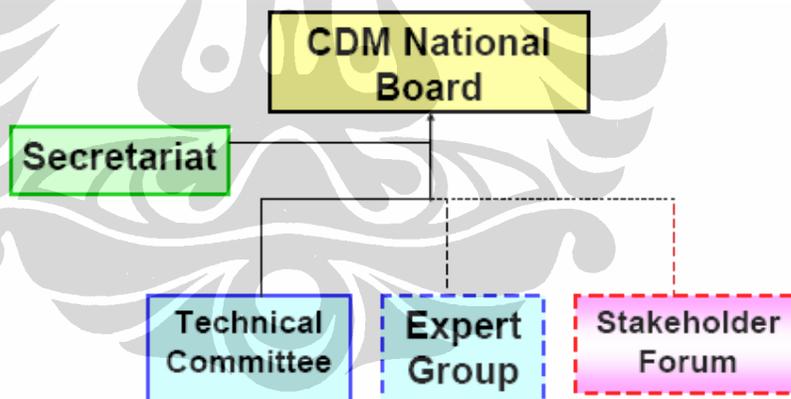
Beberapa pilihan yang mungkin menarik minat perusahaan tersebut di dalam memilih carbon credit yang lebih menguntungkan baginya adalah :

- Salah satu yang menjual carbon credit adalah sebuah perusahaan yang menawarkan untuk menukarkan emisinya melalui proyeknya di suatu negara berkembang yang berhasil menggantikan bahan bakar fosil untuk suatu pembangkit listrik dengan metana yang dihasilkan dari suatu pertanian. Dengan ini, walaupun industri tetap menghasilkan emisi gas rumah kaca di atas quota, tetapi dengan carbon credit industri ini telah membantu membiayai perusahaan lain yang berhasil mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 20000 ton.
- Salah satu penjual lainnya, mungkin adalah sebuah perusahaan yang telah menggantikan mesin-mesin di pabriknya dengan mesin-mesin baru yang lebih ramah lingkungan dan telah berhasil mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 20000 ton. Industri tersebut dapat membeli carbon credit dari perusahaan tersebut, dan dengan ini carbon credit tersebut telah mensubsidi mesin-mesin baru yang telah dibeli perusahaan tersebut.

### 2.2.5 Kelembagaan dan Siklus CDM

Pengembangan proyek CDM dapat dilakukan oleh berbagai pihak, misalnya lembaga pemerintah, lembaga non pemerintah atau sektor swasta. Pengembang proyek yang selanjutnya dikenal oleh lembaga-lembaga CDM sebagai peserta (participants) merupakan gabungan antara investor dari negara maju dan tuan rumah (host) dari negara berkembang. Kelembagaan CDM di dalam negeri dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Pengembang proyek CDM mengikuti suatu prosedur atau tahapan dalam suatu siklus yang melibatkan berbagai kelembagaan formal CDM, baik di tingkat global maupun nasional. Lembaga-lembaga ini bekerjasama dengan peserta sepanjang periode pelaksanaan proyek dengan tahapan yang jelas. Peranan masing-masing lembaga dalam tiap tahap serta perkiraan waktu yang jelas diperlukan dalam kerjasama tersebut. Siklus tersebut akan berlaku secara umum terlepas dari jenis proyek dan sektor emisinya diturunkan atau penyerapannya ditingkatkan.



Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2006

Gambar 2.3

Kelembagaan Nasional CDM

## Identifikasi Proyek

Mencakup uraian identifikasi proyek CDM yang potensial. Dokumen awal yang disiapkan berisi sangat singkat dinamakan ide proyek (Project Idea) atau catatan informasi proyek (Project Information Note, PIN). PIN disusun oleh pengembang untuk diajukan kepada otoritas yang ditunjuk pemerintah dimana proyek tersebut berada untuk dilakukan penilaian. Kegiatan ini meliputi penentuan :

### Batas Proyek

Memuat batas proyek untuk menentukan proses dan besaran penyerapan atau emisi yang mempengaruhi kegiatan proyek, serta kegiatan yang memungkinkan terjadinya proses tersebut.

### Baseline dan additionality

Pengaruh proyek diukur berdasarkan scenario baseline yang mewakili kondisi tanpa proyek (misalnya emisi dari industry dengan teknologi tertentu yang cukup tua). Additionality adalah pembatalan emisi atau penyerapan konsentrasi karbon atmosfer karena adanya proyek (misalnya efisiensi energy). Metodologi pengukuran

### Emisi Baseline dan Periode Kredit

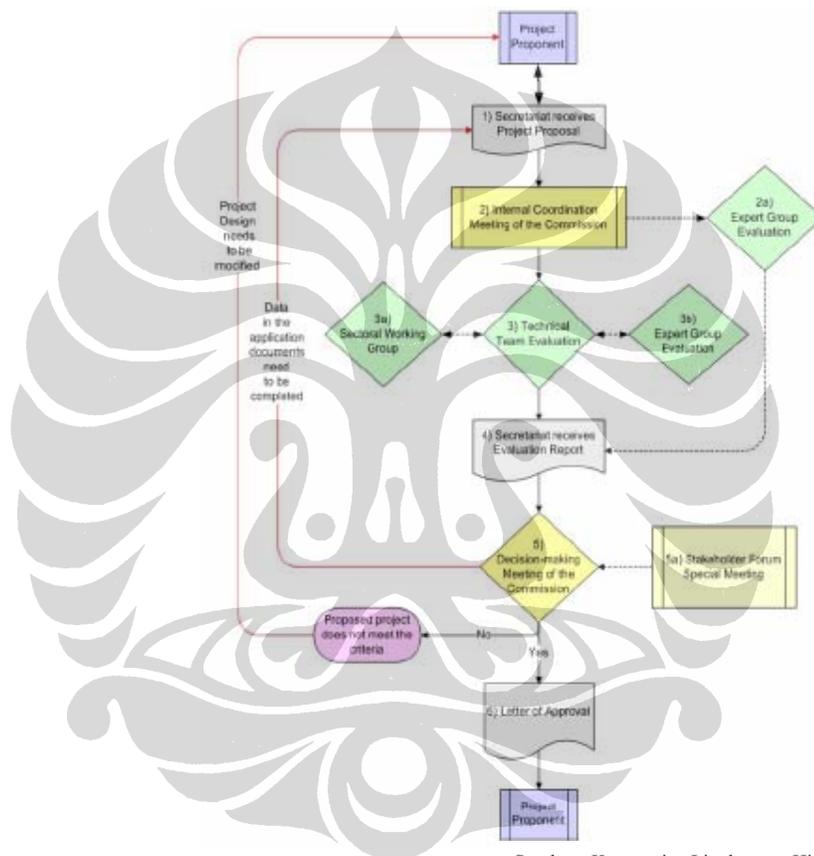
Kedua hal ini akan ditentukan oleh badan pelaksana CDM. Pengembang dapat menentukan pilihannya berdasarkan pertimbangan setempat.

### Metode Perhitungan Emisi

Metode perhitungan emisi dan peningkatan penyerapan karbon juga akan disahkan oleh Badan Pelaksana CDM. Pengembang perlu membuat pernyataan pilihannya. Perolehan karbon akan dihitung dari perbedaan antara emisi baseline (tanpa proyek) dengan reduksi emisi atau penyerapan (setelah adanya proyek).

## Kebocoran

Kebocoran adalah emisi yang terjadi di luar batas proyek, tetapi ditimbulkan langsung oleh proyek. Oleh karena itu, perolehan karbon yang dihitung harus disesuaikan (dikoreksi) dengan kebocoran yang terjadi, misalnya kegiatan transportasi selama masa konstruksi proyek.



Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2006

Gambar 2.4

Prosedur CDM untuk Persetujuan Proyek

### 2.2.6 Skematik Proyek CDM, Investasi dan Pembiayaan Proyek

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai skematik proyek CDM dimulai dari proses pengidentifikasian proyek hingga investasi dan pembiayaan proyek akan diperlihatkan melalui pembahasan proyek CDM pada TPA Sumur Batu Kota Bekasi. Hal ini sehubungan belum adanya proyek CDM di Indonesia pada sektor transportasi.

#### Tahap Persiapan

- Pemerintah Kota Bekasi menunjuk konsultan untuk menyusun Project Information Notification (PIN) dan menyampaikannya ke Bank Dunia untuk diverifikasi mengenai potensinya.
- Bank Dunia mengundang Pemkot Bekasi untuk klarifikasi dan mengadakan beberapa kali rapat dengan sektor-sektor terkait dan DPRD untuk kelanjutan program ini.
- Bank Dunia menawarkan untuk memberikan masukan-masukan dan pembiayaan awal agar program ini berjalan.

Pada tanggal 3 Mei 2006 Pemkot Bekasi dengan Bank Dunia menandatangani suatu Letter of Intent (LoI) yang berisikan :

- Bank Dunia menanggung biaya persiapan untuk penyusunan Feasibility Study, PDD, Validasi, Registrasi dan lainnya.
- Pemkot Bekasi akan menjual credit (CER) ke Bank Dunia dengan harga pasar (atau estimasi sekitar 4.5 – 5.5 USD/ton CO<sub>2</sub>eq) sebanyak 600000 ton.
- Biaya talangan akan dipotong dari penjualan karbon ke Bank Dunia.
- Bank Dunia akan menunjuk konsultan Environment Resources Management (ERM) untuk melaksanakan studi kelayakan (Feasibility study). ERM melakukan kajian terhadap :
  - Potensi sampah yang ada maupun yang akan datang

- Potensi gas metan yang dapat ditangkap dan dibakar
- Desain awal dari penataan TPA maupun system pembakaran (Land Fill Gas Flaring), system monitoring dan pelaporan dan system pengamanan dengan standart internasional.
- Analisa keuangan (biaya investasi, operasi dan pemeliharaan, pendapatan dari CER, serta biaya lainnya.
- Pendapat atau respon masyarakat terhadap rencana program tersebut (dalam beberapa kali rapat dan sosialisasi melalui radio)
- Menyiapkan dokumen pelelangan.

Mengingat keterbatasan pendanaan dan SDM yang ada, maka untuk implementasi proyek ini, maka diserahkan kepada investor yang mempunyai kompetensi dan kemampuan pembiayaannya. Dilakukan pelelangan melalui system prakualifikasi yang dilaksanakan pada bulan Juni 2007. Tahap prakualifikasi diikuti oleh 4 investor, pada saat pengumuman ulang hanya diikuti oleh satu investor yaitu PT. Gikoko Kogyo Indonesia. Perusahaan tersebut ditetapkan sebagai investor dalam proyek ini yang ditetapkan oleh Walikota Bekasi atas persetujuan DPRD. Isi kontrak kerjasama tersebut secara umum adalah sebagai berikut :

- Investor melaksanakan proyek ini dengan biaya sendiri
- Segala kewajiban Pemkot Bekasi terhadap Bank dunia yang timbul akibat pembiayaan pada saat persiapan pekerjaan dan yang lainnya dibebankan kepada investor.
- Kerjasama ini berlangsung selama 15 tahun
- Pemkot Bekasi wajib menyediakan lahan untuk LFG dan menambah pengumpulan sampah sebesar 5%/tahun dari saat ini.

- Dari hasil penjualan karbon kredit, Pemkot Bekasi mendapatkan 10% untuk peningkatan pengumpulan sampah kota dan masyarakat sekitar akan mendapat 7% untuk community development.

Maka, pada tanggal 1 Februari 2008 telah ditandatangani “Emission Reduction Purchase Agreement” (ERPA) antara PT. Gikoko Kogyo Indonesia selaku project proponent dengan Bank Dunia selaku “trustee” dari The Netherlands CDM Facility, yang disaksikan oleh Pemkot Bekasi dan Duta Besar Belanda.

### 2.3 Proyek Transportasi CDM

Di dalam penyelenggaraan proyek CDM sektor transportasi terdapat 3 cara untuk mereduksi emisi gas rumah kaca dalam sektor transportasi yaitu :

- Pengurangan emisi per kilometer-nya

Proyek-proyek transportasi yang dapat dilakukan dalam mengurangi emisi per jarak yang ditempuh adalah dengan meningkatkan efisiensi baik melalui penerapan teknologi baru ataupun peningkatan manajemen alat transportasi. Selain itu dapat dilakukan melalui peningkatan infrastruktur ataupun dengan mengganti alat transportasi yang telah ada dengan kendaraan berbahan bakar ramah lingkungan.

Penggantian dan penerapan teknologi haruslah melebihi dari kondisi normal atau yang lebih dikenal sebagai “business as usual” yaitu keadaan dimana tanpa adanya CDM suatu perusahaan angkutan umum tertentu memiliki ketentuan untuk mengganti kendaraannya setiap 10 tahun. Modal yang dikeluarkan untuk mengganti kendaraan-kendaraan besar menjadi kendaraan beremisi rendah adalah cukup besar dan tidak sebanding dengan CDM yang dihasilkan, yang menyebabkan proyek-proyek ini tidak begitu ekonomis tanpa adanya dukungan dana dari sumber-sumber lainnya. Penggantian teknologi dapat menjadi salah satu komponen dari proyek yang lebih besar, seperti misalnya proyek BRT yang meliputi penggunaan kendaraan-kendaraan baru, atau sebuah proyek yang

memperhitungkan berbagai macam parameter untuk mengurangi total emisi seperti pergantian sebagian menjadi kendaraan beremisi rendah.

Meningkatkan manajemen alat transportasi dapat dilakukan dengan meningkatkan perawatan pada penggunaan alat transportasi, penggunaan ban dan pelumas beremisi rendah atau meningkatkan kemampuan pengemudi untuk mengurangi emisi setiap jarak yang ditempuh.

Emisi gas rumah kaca yang dikeluarkan per jarak yang ditempuh dapat direduksi dengan melakukan penggantian bahan bakar menjadi yang bahan bakar dengan kandungan karbon rendah. Dimana pada saat ini pertukaran bahan bakar ini adalah pertukaran dari bahan bakar minyak menjadi bahan bakar gas (CNG atau LPG), penggunaan biofuels ataupun penggunaan energi listrik. Untuk proyek CNG/LPG ataupun biofuels tidak hanya konsumen yang dapat mengklaim CER tetapi juga produsen dan distributor bahan bakar berkarbon rendah, seperti misalnya di dalam hal penggunaan bahan bakar gas, konsumen dapat bergabung dengan perusahaan-perusahaan yang menawarkan konversi mesin.

- Pengurangan emisi per unit yang ditransportasikan

Pengurangan emisi gas rumah kaca dalam hal ini dapat direalisasikan melalui sarana transportasi pengangkut barang ataupun penumpang. Pada dasarnya pengurangan emisi per satu penumpang dapat dilakukan dengan penggantian model transportasi, penggunaan unit-unit yang lebih besar dan peningkatan rasio pekerja.

Modernisasi proyek-proyek transportasi umum banyak dilakukan di sejumlah ibukota-ibukota negara di dunia. Salah satu cara yang ditempuh adalah dengan pengadaan proyek BRT atau Bus Rapid Transit Systems seperti Light duty Rail atau metro lines. Pengurangan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari proyek-proyek seperti ini dapat diimplementasikan melalui proyek CDM sehingga membuat proyek seperti ini lebih ekonomis.

- Pengurangan jarak transportasi atau banyaknya jumlah trayek

Proyek-proyek pada area ini pada dasarnya dapat dicapai dengan perubahan sifat-sifat di dalam sektor transportasi, seperti contohnya seseorang dapat mengurangi penggunaan mobil atau dengan proyek perencanaan pengurangan jarak tempuh seperti misalnya dari rumah ke kantor.

### **2.3.1 Kontribusi CDM dalam Mendukung Pembangunan Sistem Transportasi Kota Berkelanjutan**

Untuk dapat memanfaatkan Clean Development Mechanism ini, setidaknya ada peran (Tabel 2.1) yang dapat dijalankan oleh Pemerintah Daerah yaitu pertama sebagai fasilitator dan regulator, serta kedua menjadi pengembang proyek (Boer, 2002).

Berperan sebagai regulator dan fasilitator, Pemerintah Daerah melakukan pengkajian atau penyusunan peraturan perundang-undangan di daerah yang dapat mendukung upaya pemanfaatan CDM. Kebijakan yang telah disusun sebelumnya, dioptimalkan implementasinya agar dapat berjalan efektif mendukung program atau kegiatan penurunan emisi gas rumah kaca agar dapat memanfaatkan skema CDM. Dalam peran sebagai fasilitator, Pemerintah Daerah bersama dengan Pemerintah Pusat dapat memfasilitasi para pengembang proyek Clean Development Mechanism-CDM (penjual CER) di tingkat local untuk dipertemukan dengan pihak pembeli CER (wakil negara Annex 1 yang berminat) atau para investor yang berminat untuk mengembangkan suatu proyek yang dapat diajukan melalui Clean Development Mechanism.

Dalam peran sebagai pengembang proyek, Pemerintah Daerah melalui program pembangunan yang ada saat ini, dapat mengarahkan pengembangan program tersebut dengan memanfaatkan CDM sebagai instrument pendukung pembiayaan proyek yang akan dilakukan. Selain sebagai instrument pendukung suatu proyek, melalui proses CDM secara tidak langsung akan memperoleh label atau penilaian dalam skala internasional yang dapat dimanfaatkan sebagai nilai

tambah bagi proyek tersebut untuk menarik minat investor atau pihak-pihak tertentu untuk bekerja sama mengembangkan proyek tersebut.

Tabel 2.1

## Peran Pemerintah Daerah Dalam Pelaksanaan Proyek CDM

No.	Peran Pemerintah Daerah	Deskripsi Peran
1.	Sebagai Fasilitator	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membantu pemerintah pusat dalam mempertemukan penjual CER (perusahaan-perusahaan yang berpotensi melakukan proyek CDM) dengan pihak pembeli CER (wakil negara Annex 1 yang berminat)</li> <li>• Mencari investor proyek yang potensial</li> <li>• Mengidentifikasi proyek-proyek di daerah yang berpotensi untuk dijadikan proyek CDM</li> <li>• Merencanakan dan melakukan program pembangunan kapasitas daerah</li> <li>• Memfasilitasi pertemuan-pertemuan yang memungkinkan terlaksananya pelaksanaan CDM.</li> </ul>
2.	Sebagai Regulator	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempersiapkan dan atau mengkaji ulang aturan-aturan daerah yang relevan dengan pelaksanaan CDM</li> <li>• Membuat aturan-aturan daerah baru, jika memang diperlukan</li> <li>• Memberi komentar/masukan kepada PDD yang berasal dari daerahnya yang</li> </ul>

		diajukan ke DNA (KN-MPV) dalam rangka mengamankan proyek agar tidak berdampak negative di lokasi proyek.
3.	Sebagai pengembang proyek	Dapat mendesain dan mengembangkan proyek-proyek MPB/CDM melalui BUMD atau perusahaan yang sahamnya dimiliki oleh Pemda

(Sumber : Boer, 2002)

### 2.3.2 Methodologi CDM

Setiap entitas, baik itu negara, organisasi ataupun suatu badan usaha swasta, yang ingin mendaftarkan suatu proyek yang dimilikinya menjadi proyek CDM haruslah :

- Menggunakan metodologi-metodologi yang sebelumnya telah disetujui oleh EB, atau
- Mengajukan metodologi baru kepada EB untuk dipertimbangkan dan mendapat persetujuan

Pada dasarnya metodologi-metodologi untuk proyek CDM terbagi atas :

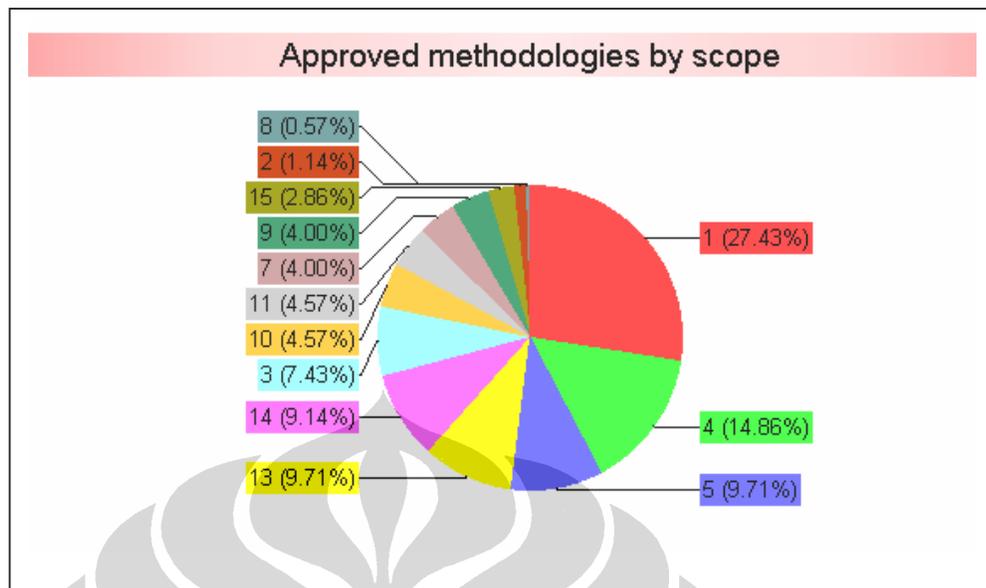
- Approved Methodologies
- Afforestation/reforestation methodologies
- Small scale methodologies
- Small scale afforestation/reforestation methodologies

Di tingkat global saat ini, terdapat 1940 proyek yang telah teregistrasi pada badan eksekutif CDM (CDM Executive Board). CDM berada di bawah payung besar UNFCCC (United Nations Framework Conventions on Climate Change. Dari 1940 proyek yang teregistrasi, 1030 proyek termasuk di dalam proyek skala

besar dan 910 proyek termasuk di dalam skala kecil. Semua proyek-proyek yang diajukan kepada badan eksekutif CDM, dibagi kedalam 15 sektor yang terdiri atas:

1. Industri energi (terbarukan dan tidak terbarukan)
2. Distribusi energi
3. Kebutuhan Energi
4. Industri manufaktur
5. Industri kimia
6. Konstruksi
7. Transportasi
8. Pertambangan / produksi mineral
9. Produksi metal
10. Emisi buang dari bahan bakar (padat, cair dan gas)
11. Emisi buang dari produksi dan penggunaan halocarbons dan sulphur hexafluoride
12. Penggunaan solvent
13. Sampah dan hasil buangan
14. Aforestasi dan reforestasi
15. Agrikultur

Bila dilihat kondisinya saat ini, dari 15 sektor di atas sebagian besar metodologi-metodologi yang telah disetujui (approved methodologies) tercakup dalam sektor 1 yaitu Industri energi baik terbarukan maupun tidak terbarukan. Hal ini dapat dilihat pada bagan di bawah :



Sumber : CDM Statistics – Website UNFCCC

Gambar 2.5

#### Persentase Metodologi CDM

Berdasarkan diagram di atas dapat dilihat untuk sektor transportasi, sangat sedikit metodologi-metodologi yang telah disetujui oleh badan eksekutif CDM. Bahkan dari 11 proyek yang diajukan dalam sektor transportasi hanya 2 yang telah disetujui oleh badan eksekutif CDM untuk diterbitkan CER. Kedua proyek ini adalah:

- BRT Bogota, Colombia : TransMillenio Phase II to IV
  - Metodologi yang menjadi referensi : AM0031 Ver.1
  - Reduksi CO<sub>2</sub>e (estimasi per tahun) : 246563 metrik ton
- Installation of Low Green House Gases (GHG) emitting rolling stock cars in metro system
  - Metodologi yang menjadi referensi : AMS-III.C Ver.10
  - Reduksi CO<sub>2</sub>e (estimasi per tahun) : 41160

Dari seluruh proyek CDM sektor transportasi beserta metodologi yang diajukan ke Badan Eksekutif CDM, secara umum dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu : (1) model penggantian bahan bakar, dari bahan bakar konvensional ke

bahan bakar rendah emisi, (2) penggantian moda transportasi dan (3) peningkatan efisiensi system transportasi dan penggantian moda.

Dalam moda penggantian bahan bakar, varian pengganti bahan bakar konvensional terdiri atas penggunaan gas alam (LPG dan CNG). Penulisan tesis ini memfokuskan pada moda penggantian bahan bakar dari diesel menjadi CNG. Dari 7 metodologi pada sektor transportasi, terdapat 2 metodologi untuk moda penggantian bahan bakar yaitu AMS-III.S dan AMS-III.C. Moda penggantian bahan bakar dari diesel menjadi CNG termasuk di dalam metodologi AMS-III.S yang merupakan metodologi untuk proyek CDM skala kecil. Yang dimaksud dengan proyek CDM skala kecil adalah :

- Proyek skala kecil dimana penurunan emisi yang dihasilkan adalah lebih kecil dari 15 kiloton CO<sub>2</sub>e per tahun.
- DOE untuk validasi dan verifikasi boleh berasal dari entity yang sama.
- Perhitungan CER boleh mengecualikan perhitungan leakage
- Penurunan biaya registrasi

Sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa penggantian bahan bakar telah dapat menurunkan emisi per kilometer. Menurut Indartono di dalam penelitian di Brazil "...diketahui bahwa penggunaan biofuel jenis bioetanol diketahui mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18%". Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Parakesit, "...diketahui bahwa penggantian bahan bakar pada 200 bus di Yogyakarta dengan menggunakan LPG dapat mengurangi emisi sekurangnya 8%. Sedang emisi CO<sub>2</sub> yang berhasil direduksi selama rentang waktu 7 tahun diketahui dapat mencapai 2967 ton".

Terdapat 3 (tiga) hal utama yang dapat menjadi perhatian dalam pengembangan proyek CDM sektor transportasi. Pertama adalah kompleksitas dalam menentukan baseline proyek. Pengembangan proyek CDM sektor transportasi, khususnya pada transportasi publik, secara khusus membutuhkan banyak data dan asumsi. Keduanya dibutuhkan untuk membuktikan tingkat pengurangan emisi yang dihasilkan dari adanya proyek. Selain itu, kesulitan juga ditemui dalam penyusunan estimasi tingkat penggunaan moda yang hendak dicapai dari adanya proyek.

Kedua, sejumlah pihak menilai bahwa proyek penggantian bahan bakar atau perubahan teknologi pada kendaraan lebih berpeluang dilakukan dalam skema proyek CDM. Menurut Wright, “Hal ini disebabkan, penyusunan baseline proyek lebih mudah dilakukan, dibandingkan dengan baseline model pergantian moda”.

Ketiga, insentif yang didapat melalui skema CDM dinilai tidak sebanding dengan kebutuhan investasi proyek secara keseluruhan. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan oleh Martha Maulidia dari Pelangi Indonesia bersama dengan South South North Organization, “Dalam kasus proyek penggantian bahan bakar pada 200 bus di Yogyakarta dengan menggunakan LPG, potensi insentif yang didapat melalui skema CDM dapat mencapai USD 30,000. Bila dibandingkan dengan biaya keseluruhan transaksi proyek yang dapat mencapai USD 40,000 terdapat potensi kerugian sebesar USD 10,000”.

#### **2.3.2.1 Dasar Metodologi Proyek**

Dari sekian banyak metodologi yang telah disetujui oleh CDM, maka yang menjadi dasar metodologi dari proyek ini adalah Metodologi AMS III.S dan AMS III.C. AMS atau Approved Methodologies for Small Scale memberikan pengertian bahwa proyek ini digolongkan kepada proyek CDM berskala kecil. Pengertian skala kecil adalah berdasarkan alasan – alasan yang telah dijabarkan di atas. AMS III.S menjelaskan bahwa kendaraan-kendaraan beremisi rendah yang diperkenalkan melalui metodologi ini adalah sebagai berikut, tetapi tidak terbatas hanya pada ini saja, yaitu :

- Compressed natural gas vehicle
- Electric vehicles
- Liquid petroleum (LPG) vehicles
- Hybrid vehicles dengan system electrical dan internal combustion

Tipe-tipe kendaraan yang diatur oleh metodologi ini adalah :

- Bus (transportasi publik)
- Truk (transportasi pengangkut barang)

Selain itu berdasarkan AMS III.S, setiap proyek yang diikutsertakan dalam suatu proyek CDM harus dapat memastikan tercapainya hal-hal berikut di bawah ini :

- Aktivitas proyek dipastikan tidak akan mengubah level pelayanan yang diberikan pada tiap rute dibandingkan sebelum adanya proyek yang baru.
- Tidak ada perubahan yang tariff yang berlaku dari pasaran tarif yang telah ada sebelumnya.
- Tidak termasuk ke dalam setiap aktivitas proyek sektor transportasi penggunaan tipe perubahan (switch) seperti perubahan dari bus umum kepada system kereta bawah tanah.

Parameter-parameter yang harus diidentifikasi adalah sebagai berikut :

- Rute tetap yang dilalui oleh angkutan umum pada saat beroperasi.
- Jarak yang ditempuh oleh angkutan umum tersebut dan karakteristiknya.
- Level pelayanan yang diberikan pada rute tersebut, sebagai contoh jumlah penumpang yang diangkut dan kisaran jarak tempuh penumpang.
- Kendaraan-kendaraan yang digunakan sebelum dan sesudah proyek.

Batasan-batasan dari proyek ini meliputi sebagai berikut di bawah ini :

- Tipe kendaraan beremisi rendah yang diperkenalkan pada proyek ini.
- Karakteristik geografis yang terdapat pada rute yang akan ditempuh kendaraan tersebut.
- Fasilitas-fasilitas tambahan seperti stasiun pengisian bahan bakar, bengkel dan tempat servis bagi pengoperasian kendaraan tersebut.

## 2.4 Analisa Perhitungan Emisi Proyek CDM

Langkah pertama dalam menentukan baseline emission adalah dengan mengkalkulasi faktor baseline emission per penumpang atau per ton barang per kilometer untuk baseline kendaraan (BEFi). Faktor baseline emission ditentukan dengan cara membagi emisi dari jumlah total tahunan jarak yang ditempuh untuk setiap baseline kendaraan sebelum dimulainya proyek (Di) dengan banyaknya total penumpang atau volume barang yang ditransportasikan setiap tahunnya oleh baseline kendaraan (Pi) dikali jumlah rata-rata jarak transportasi per penumpang atau ton barang setiap tahunnya sebelum proyek dimulai.

$$BEF_i = \frac{\sum_j \sum_l D_i * \eta_{BLV_i} * NCV_j * EF_{CO2,j}}{P_i * dp_i} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

BEFi      Faktor emisi baseline per penumpang atau ton barang per kilometer yang ditempuh oleh kendaraan baseline I (tCO<sub>2</sub>/passanger km or tCO<sub>2</sub>/ton km)

Pi        Total jumlah penumpang atau ton barang yang ditransportasikan oleh setiap baseline kendaraan (passengers or tons)

Dpi      Total jarak transportasi yang ditempuh setiap penumpang atau ton barang setiap tahunnya oleh kendaraan baseline (km)

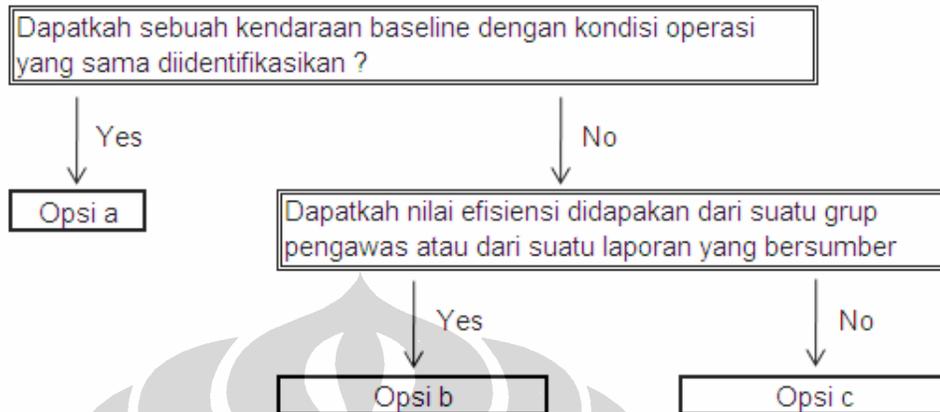
Di        Total jarak tempuh oleh setiap kendaraan baseline per tahun (km)

$\eta_{BLV_i}$       Efisiensi bahan bakar dari setiap baseline kendaraan (qty of fuel/km)

NCVi      Net calorific value of fuel (MJ/unit qth of fuel)

EFCO<sub>2j</sub>      Emisi CO<sub>2</sub> dari bahan bakar yang digunakan baseline kendaraan (tCO<sub>2</sub>/energy content of fuel)

Efisiensi bahan bakar dari suatu kendaraan ( $\eta_{BLV}$ ) dapat ditentukan berdasarkan tabel di bawah ini :



Opsi a → Ketika suatu baseline kendaraan yang spesifik dapat diidentifikasi, contohnya sebuah kendaraan yang digunakan sepanjang rute yang sama dan memiliki kondisi beroperasi yang sama dimana kendaraan ini tidak akan digantikan sepanjang berjalannya proyek tersebut maka  $\eta_{BLV}$  dapat ditentukan dari rata-rata data operasional kendaraan tersebut pada kondisi baseline dengan menggunakan data operasional selama satu tahun. Jika data tersebut tidak tersedia, maka data efisiensi bahan bakar ini dapat diperoleh dari spesifikasi yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat.

Opsi b → Jika tidak terdapat data spesifik mengenai kendaraan baseline atau tidak terdapatnya data operasional, maka efisiensi bahan bakar dapat diperoleh melalui data statistik dari suatu grup pengawas atau data statistik yang telah tersedia. Grup tersebut atau sumber data tersebut harus memiliki karakteristik yang sama atau konservatif dengan memperhitungkan kondisi umur kendaraan (sama atau lebih baru), kondisi lalu lintas (sama atau lebih baik) dan penyejuk udara. Pemilihan dari grup pengawas harus berdasarkan urutan sebagai berikut :

- Kendaraan yang berasal dari perusahaan yang sama, beroperasi bersamaan dengan kegiatan proyek.

- Kendaraan dari suatu perusahaan dengan kondisi operasi yang sama, beroperasi bersamaan dengan kegiatan proyek.
- Statistik dari negara pemilik proyek
- IPCC atau data internasional lainnya.

Opsi b → Kasus lainnya. Kondisi dimana opsi a atau opsi b tidak tersedia maka efisiensi bahan bakar ditentukan dengan menggunakan efisiensi bahan bakar dari sekitar 20% kendaraan sebelum diadakannya proyek tersebut, yang ditentukan berdasarkan jarak tempuh dari setiap kendaraan selama 3 tahun sebelumnya. Jika tidak terdapat data selama periode tersebut, penggunaan data dengan periode yang lebih pendek dapat digunakan dengan minimum periode selama 1 tahun.

Total emisi baseline dikalkulasikan pada suatu parameter dengan menggunakan data-data yang dimonitor. Parameter tersebut adalah :

$$BE_y = \sum P_{i,y,k} * BEF_i * dp_{i,y} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

- $P_{i,y,k}$  Total jumlah penumpang atau ton barang yang diangkut oleh setiap proyek i dalam tahun y pada rute k per tahunnya
- $BE_y$  Total emisi baseline dalam tahun y (tCO<sub>2</sub>/yr)
- $Dp_{i,y}$  Jumlah rata-rata jarak transportasi per penumpang atau ton barang per tahunnya oleh kendaraan i dalam tahun y.

Emisi proyek ditentukan dengan melakukan monitor terhadap konsumsi dari bahan bakar dari kendaraan baru yang diperkenalkan tersebut dengan mengikuti formula di bawah ini :

$$PE_y = \sum_j \sum_i FC_{i,j,y} * NCV_j * EF_{CO_2,j} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$PE_y$	Total emisi proyek dalam tahun $y$ (tCO <sub>2</sub> /yr)
$FC_{i,j,y}$	konsumsi bahan bakar $j$ oleh kendaraan $i$ pada tahun $y$
$NCV_j$	Net Calorific value dari bahan bakar $j$
$EF_{CO_2j}$	Faktor emisi CO <sub>2</sub> dari bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan baseline

## 2.5 Analisa Keekonomian

Untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu proyek angkutan bus umum berbahan bakar gas, selain mempertimbangkan faktor teknis seperti besarnya reduksi emisi yang dapat dihasilkan dari proyek tersebut, juga perlu ditinjau kelayakan secara ekonomi. Perhitungan kelayakan keekonomian ini akan menggunakan analisis mikro yaitu dengan memperhitungkan indikator nilai bersih sekarang NPV (net present value), internal rate of return (IRR), dan periode pengembalian PBP (pay back period).

### 1. Net Present Value (NPV)

NPV menunjukkan nilai absolute keuntungan dari modal yang diinvestasikan di proyek. NPV merupakan selisih antara pendapatan dengan biaya-biaya (termasuk pajak) yang dikeluarkan dalam tahun buku tertentu yang mencerminkan tingkat penyusutan nilai uang akibat faktor financial seperti inflasi. NPV yang didiskon mencerminkan nilai bersih (absolute) dari keuntungan proyek. Bentuk umum persamaan NPV adalah sebagai berikut.

$$NPV = X_0 + \frac{X_1}{(1+i)} + \frac{X_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{X_N}{(1+i)^N} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

NPV Net present value / nilai bersih sekarang suatu proyek

$X_0$  Cashflow / arus kas pada tahun 0

$X_{1,2,n}$  Cashflow / arus kas pada tahun 1, 2,...,n

$i$  Discount rate

$n$  tahun buku

NPV positif menunjukkan proyek memberikan keuntungan, sebaliknya NPV negative menunjukkan proyek rugi. Semakin besar faktor diskon, maka NPV akan mengecil.

## 2. Internal Rate of Return (IRR)

IRR adalah indikator yang menunjukkan kemampuan pengembalian investasi suatu proyek yang dapat diekspresikan dengan rumus di bawah ini

$$A_0 = \frac{A_1}{(1 + IRR)} + \frac{A_2}{(1 + IRR)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1 + IRR)^n} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$A_0$  Investasi pada periode 0

$A_1-A_n$  Aliran bersih dari periode 1 sampai periode n

IRR Internal Rate of Return

Semakin besar IRR maka proyek akan semakin baik. Dalam evaluasi proyek nilai IRR dibandingkan dengan nilai MARR (Minimum Attractive Rate of Return) yang dikehendaki badan usaha. Jika IRR lebih besar atau sama dengan MARR maka proyek dinilai layak dieksekusi, demikian pula sebaliknya.

MARR = cost of capital + risk premium + profit margin

Biaya modal (cost of capital) merupakan biaya dana yang dipakai untuk proyek, bersumberkan dana internal perusahaan baik dari akumulasi keuntungan maupun penerbitan saham baru maupun dari pinjaman. Semakin mahal biaya dana maka MARR akan semakin besar.

### 3. Pay Back Period (PBP)

Periode pengembalian atau payback period disebut juga pay out time (POT) dari suatu proyek didefinisikan sebagai periode dimana akumulasi penerimaan sama dengan akumulasi biayanya. Periode pengembalian dihitung dengan mengakumulasikan cashflow sama dengan nol maka periode pengembalian telah tercapai. Secara matematis periode pengembalian dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Payback Period} = n + \frac{a - b}{c - b} \times 1 \text{ tahun} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

- n Tahun terakhir dimana arus kas belum dapat menutupi initial investment
- a Jumlah initial investment
- b Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke-n
- c Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke-n+1

Periode pengembalian mencerminkan lama modal investasi dapat kembali. Semakin cepat modal kembali maka attractiveness proyek akan semakin baik demikian pula sebaliknya.

## 2.6 Pemanfaatan Gas Alam Dalam Sektor Transportasi

Umumnya yang menjadi sasaran dari pasar gas alam adalah perumahan dan pengguna komersil (penggunaan gas alam sebagai pemanasan), industri

(penggunaan gas alam sebagai burner), transportasi (penggunaan gas alam sebagai bahan bakar) dan pembangkit listrik.

Penggunaan gas alam sebagai bahan bakar yang umum dikenal adalah dalam bentuk CNG, walaupun pada saat ini tidak jarang ditemukan LPG sebagai bahan bakar kendaraan. CNG adalah gas alam yang telah dibersihkan (purifikasi) dan dikompresi pada tekanan hingga mencapai 200 Bar. Pada umumnya, CNG terdiri atas 2 komponen utama yaitu Metana ( $\text{CH}_4$ ) dan Etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ). Untuk memberikan jaminan bahwa gas alam yang digunakan sebagai CNG pada kendaraan bermotor itu aman untuk suatu infrastruktur dan peralatan yang terdapat pada suatu stasiun pengisian bahan bakar maupun pada kendaraan bermotor diperlukan suatu standar ataupun spesifikasi dari CNG. Hal ini dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 2.2  
Spesifikasi CNG

PARAMETER	UNIT	LIMIT	
		MIN	MAX
$\text{C}_1 + \text{C}_2$	% Vol	62	-
$\text{C}_3$	% Vol	-	8.0
$\text{C}_4$	% Vol	-	4.0
$\text{C}_5$	% Vol	-	1.0
$\text{N}_2$	% Vol	-	2.0
$\text{H}_2\text{S}$	ppm Vol	-	14.0
Hg (Mercury)	ppb Vol	-	9.0
$\text{O}_2$	% Vol	-	0.2
$\text{H}_2\text{O}$	% Vol	-	0.035
$\text{CO}_2$	% Vol	-	5.0
Relative Density at 28 °C	Kj / Kg	0.56	0.89
Calorific Value at 15 °C, 1 atm		44,000	-

Sumber : Keputusan Ditjen Migas No.10K/34/DDJM/1993, bertanggal 1 Februari 1993

## 2.7 Kendaraan Berbahan Bakar Gas

Kendaraan berbahan bakar gas atau yang akan disebut seterusnya dalam penulisan ini sebagai kendaraan BBG adalah termasuk kendaraan yang

menggunakan bahan bakar alternatif yang menggunakan Compressed Natural Gas (CNG) atau dapat juga menggunakan Liquefied Natural Gas (LNG). Pada tahun 2009 terdapat 10 juta kendaraan BBG, pada urutan teratas adalah Pakistan ( 2 juta kendaraan), Argentina (1.7 juta kendaraan), Brazil (1.6 juta kendaraan), Iran (1.6 juta kendaraan), India (650,000 kendaraan), Italia (580,000 kendaraan), Cina (400,000 kendaraan) dan Kolombia (280,000 kendaraan) dengan Amerika Selatan memimpin pasaran dunia sebesar 39%. Amerika Serikat memiliki 110,000 kendaraan BBG yang sebagian besarnya terdiri dari bus. Negara-negara lain yang memiliki perkembangan populasi kendaraan BBG adalah India, Australia, Argentina dan Jerman.



Sumber : Wikipedia, Google Image - Diolah

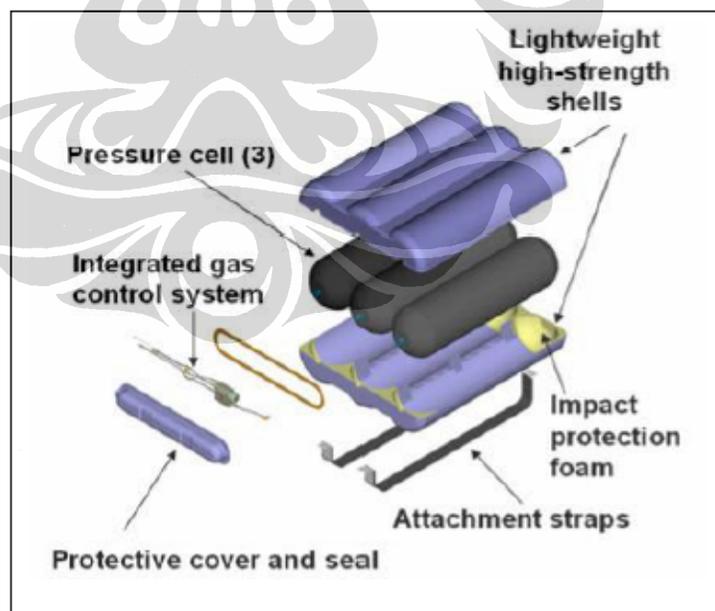
Gambar 2.6

### Jenis-jenis Kendaraan BBG

Kendaraan berbahan bakar gas memiliki prinsip dasar kerja yang sama dengan kendaraan berbahan bakar minyak. Dengan kata lain, bahan bakar (dalam hal ini BBG) dicampur dengan udara di dalam silinder mesin 4 tak yang kemudian

terignasi oleh busi untuk menggerakkan piston naik dan turun. Hampir semua kendaraan BBG beroperasi dengan menggunakan gas alam terkompresi sehingga tidak membutuhkan tempat yang banyak untuk mengisi bahan bakar. Pada stasiun pengisi bahan bakar, gas dikompresi terlebih dahulu pada tekanan 3,000-3,600 psi sebelum dipompakan ke dalam silinder berbentuk tabung bertekanan tinggi. Tabung-tabung ini biasa diletakkan di samping, di atas ataupun di dalam bagasi kendaraan.

Pada awal mulanya tabung tempat penyimpanan BBG ini besar dan berat sehingga menghabiskan tempat di dalam kendaraan. Tetapi seiring perkembangan zaman, teknologi tabung penyimpanan BBG telah berkembang sedemikian rupa sehingga memiliki ukuran yang jauh lebih ringan. Tabung ini disebut Integrated Storage Systems (ISSs). Tabung yang terbuat dari bahan komposit ini terlindung di dalam sejenis pelindung yang terbuat dari bahan fiberglass dan impact absorbing foam yang melindungi tabung dari kerusakan bila kendaraan mengalami tabrakan. Tabung ini juga memiliki ukuran diameter yang lebih kecil sehingga tiga tabung dapat diletakkan di dalam satu pelindung, dengan demikian memiliki ukuran dan bentuk yang hampir menyerupai tanki bensin konvensional.



Sumber : How NGV Work – howstuffworks.com

Gambar 2.7

### Integrated Storage Systems

Ketika mesin pada kendaraan BBG mulai dioperasikan, gas alam mengalir dari tabung penyimpanan ke dalam jalur bahan bakar. Jalur ini akan mengarah masuk ke dalam sebuah regulator yang berfungsi untuk menurunkan tekanan, regulator ini berada di dekat mesin. Kemudian gas ini akan digunakan untuk memberi umpan kepada silinder melalui suatu multipoint gaseous fuel injection system. Sensor dan kemudian melakukan penyesuaian antara campuran bahan bakar dan udara, sehingga ketika busi mulai mengignasi gas akan terjadi pembakaran yang sempurna. Mesin pada kendaraan BBG terdiri atas piston berkompresi tinggi yang terbuat dari forged aluminium, dudukan (seat) exhaust valve yang terbuat dari hardened nickel-tungsten dan sebuah converter katalitik yang khusus untuk metana.



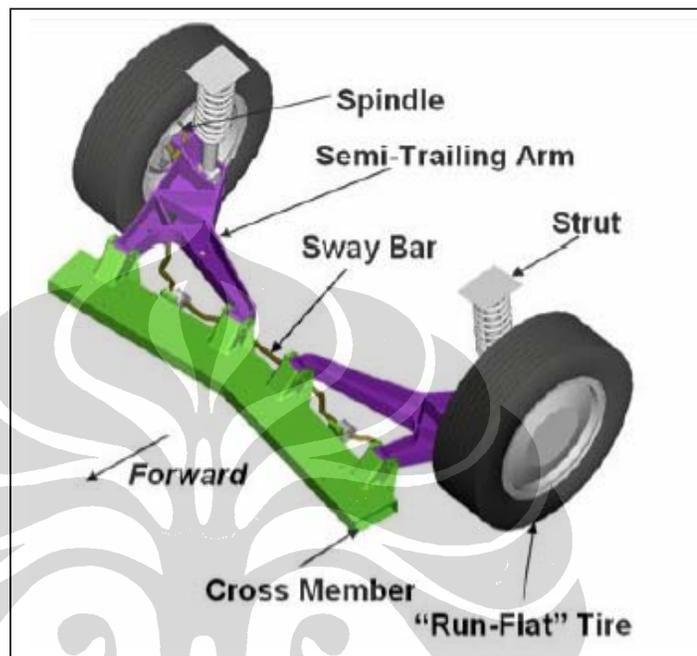
Sumber : How NGV Work – howstuffworks.com

Gambar 2.8

#### Mesin Pada Kendaraan BBG

Selain hal-hal di atas, beberapa modifikasi pada system suspensi kendarann BBG harus dilakukan. Hal ini adalah untuk diperolehnya tempat yang cukup lapang untuk meletakkan tabung penyimpanan BBG. Pada bagian depan, suatu sistem suspensi tangan semi-trailing dipergunakan untuk mengganti sistem suspensi lateral-link yang biasa terdapat pada kendaraan berbahan bakar bensin. Hal ini menciptakan suatu ruang yang lebih lapang pada daerah depan, tetapi tetap memberikan suatu kenyamanan ketika mengendarai. Pada kendaraan BBG tempat

untuk meletakkan ban cadangan pun ditiadakan, hal ini untuk terciptanya suatu penampang yang rata. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.9 di bawah.



Sumber : How NGV Work – howstuffworks.com

Gambar 2.9

### Suspensi Kendaraan BBG

#### 2.7.1 Bus BBG

Pada saat ini semakin banyak pabrik suku cadang asli atau OEM (Original Equipment Manufacturing) yang membuat aneka ragam kendaraan BBG buatan pabrik. Faktanya, saat ini ada lebih dari 40 pabrik di seluruh dunia yang memproduksi kendaraan BBG. Kendaraan-kendaraan yang dibuat khusus untuk BBG tersebut memanfaatkan kadar oktan tinggi yang dimiliki gas, yaitu sekitar 130, dibandingkan dengan bensin pada kadar 80-95. Kendaraan ini sepenuhnya rakitan pabrik dan seperti yang lain, biasanya memiliki kinerja sesuai standar terbaik pabrik.

Bus kota adalah calon yang sangat populer untuk menggunakan BBG (25% bus baru di Amerika Serikat dan Perancis menggunakan bahan bakar gas). Yang menjadi alasannya adalah :

- Bus kota menggunakan banyak bahan bakar dan semakin banyak bahan bakar diesel/solar yang dapat diganti dengan BBG, pengembalian modal akan lebih cepat tercapai.
- Bus-bus kota yang berjalan dalam kepadatan tinggi, daerah kemacetan di kota menghasilkan partikulat dan emisi lain yang lebih banyak.
- Pola mengemudi bus yang stop-jalan potensial bagi peningkatan polusi, sehingga BBG dapat membantu mengurangi asap, jelaga dan partikulat lainnya.
- Mesin bus yang besar dan bertekanan tinggi mengakibatkan kinerja pengemudian yang baik disebabkan oleh kadar oktan BBG yang tinggi yang mencapai 130.

OEM yang menghasilkan bus-bus BBG adalah sebagai berikut :

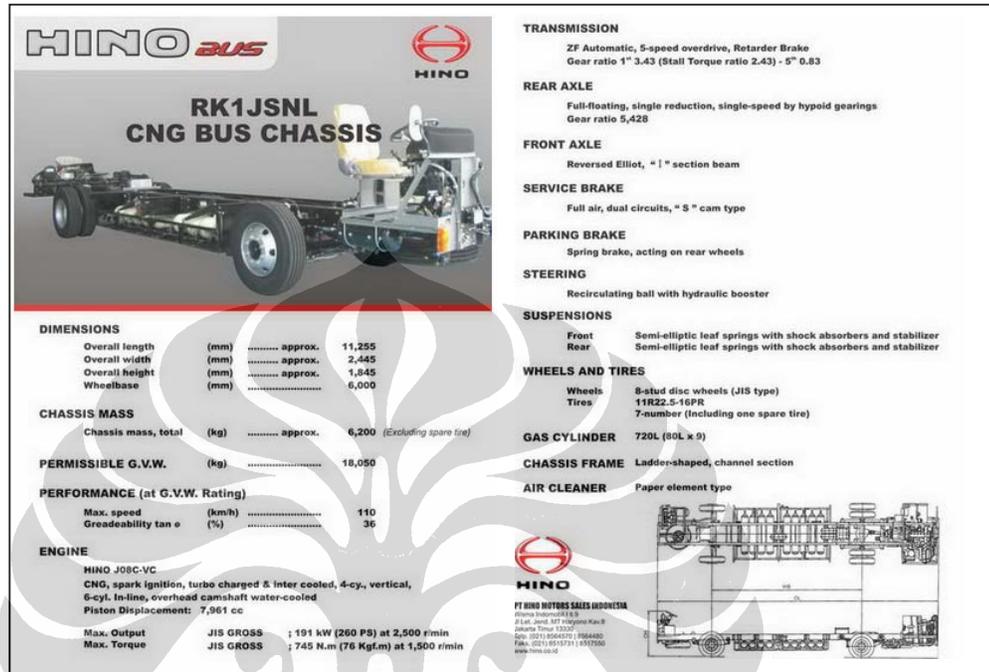
- Mercedes
- MAN
- Volvo
- Scania

Untuk Asia Timur, Cina memiliki 13 pabrik pemroduksi kendaraan BBG yang sebagian besarnya memasarkan bus dan truk. Untuk pasar kendaraan BBG di Jepang, terdapat 14 perusahaan yang menyediakan 50 model BBG yang terdiri dari sedan, truk bis bahkan forklift. Di sektor truk CNG, Isuzu dan Nissa adalah produser utama pada saat ini. Korea memiliki 2 produsen bus BBG, yaitu Daewoo dan Hyundai.

Untuk Asia Selatan, khususnya India 60% pasar bus BBG di bidang transportasi umum di New Delhi didominasi oleh Tata Motors. Mahindra & Mahindra berencana untuk memasuki pasar NGV dengan koleksi bus, kendaraan pengangkut barang dan kendaraan roda tiga.

Berdasarkan artikel Asian NGV edisi 7, Oktober 2006, pada saat artikel ini ditulis telah memiliki OEM untuk HD-NGV yaitu Daewoo yang memproduksi bus BBG. Mulai dari awal tahun 2009 ini, sebuah bus produksi pabrikan lokal di Indonesia yaitu PT. AAI (Asian Auto International) telah resmi digunakan oleh Trans Jakarta untuk melayani rute Ancol – Kampung Melayu. Bus ini lebih dikenal dengan sebutan Bus Komodo dan untuk satu kali trip bus ini dapat menampung hingga 150 penumpang. Selain itu PT. Hino Motors Manufacturing Indonesia (HMMI) pada tahun 2007 telah meluncurkan chasis khusus untuk bus

BBG dengan tipe RK1JSNL CNG. Tipe ini telah digunakan oleh PT. Ekasari Lorena Transport untuk dioperasikan dalam jaringan busway di koridor 7.



**HINO BUS**

**RK1JSNL CNG BUS CHASSIS**

**TRANSMISSION**  
ZF Automatic, 5-speed overdrive, Retarder Brake  
Gear ratio 1<sup>st</sup> 3.43 (Stall Torque ratio 2.43) - 5<sup>th</sup> 0.83

**REAR AXLE**  
Full-floating, single reduction, single-speed by hypoid gears  
Gear ratio 5,428

**FRONT AXLE**  
Reversed Elliot, "I" section beam

**SERVICE BRAKE**  
Full air, dual circuits, "S" cam type

**PARKING BRAKE**  
Spring brake, acting on rear wheels

**STEERING**  
Recirculating ball with hydraulic booster

**SUSPENSIONS**  
Front Semi-elliptic leaf springs with shock absorbers and stabilizer  
Rear Semi-elliptic leaf springs with shock absorbers and stabilizer

**WHEELS AND TIRES**  
Wheels 8-stud disc wheels (JIS type)  
Tires 11R22.5-16PR  
7-number (Including one spare tire)

**GAS CYLINDER** 720L (80L x 9)

**CHASSIS FRAME** Ladder-shaped, channel section

**AIR CLEANER** Paper element type

**DIMENSIONS**

Overall length	(mm)	approx.	11,255
Overall width	(mm)	approx.	2,445
Overall height	(mm)	approx.	1,845
Wheelbase	(mm)		6,000

**CHASSIS MASS**

Chassis mass, total	(kg)	approx.	6,200 (Excluding spare tire)
---------------------	------	---------	------------------------------

**PERMISSIBLE G.V.W.** (kg) ..... 18,050

**PERFORMANCE (at G.V.W. Rating)**

Max. speed	(km/h)	110
Gradeability tan $\alpha$	(%)	36

**ENGINE**  
HINO J08C-VC  
CNG, spark ignition, turbo charged & inter cooled, 4-cyl., vertical,  
6-cyl. In-line, overhead camshaft water-cooled  
Piston Displacement: 7,961 cc

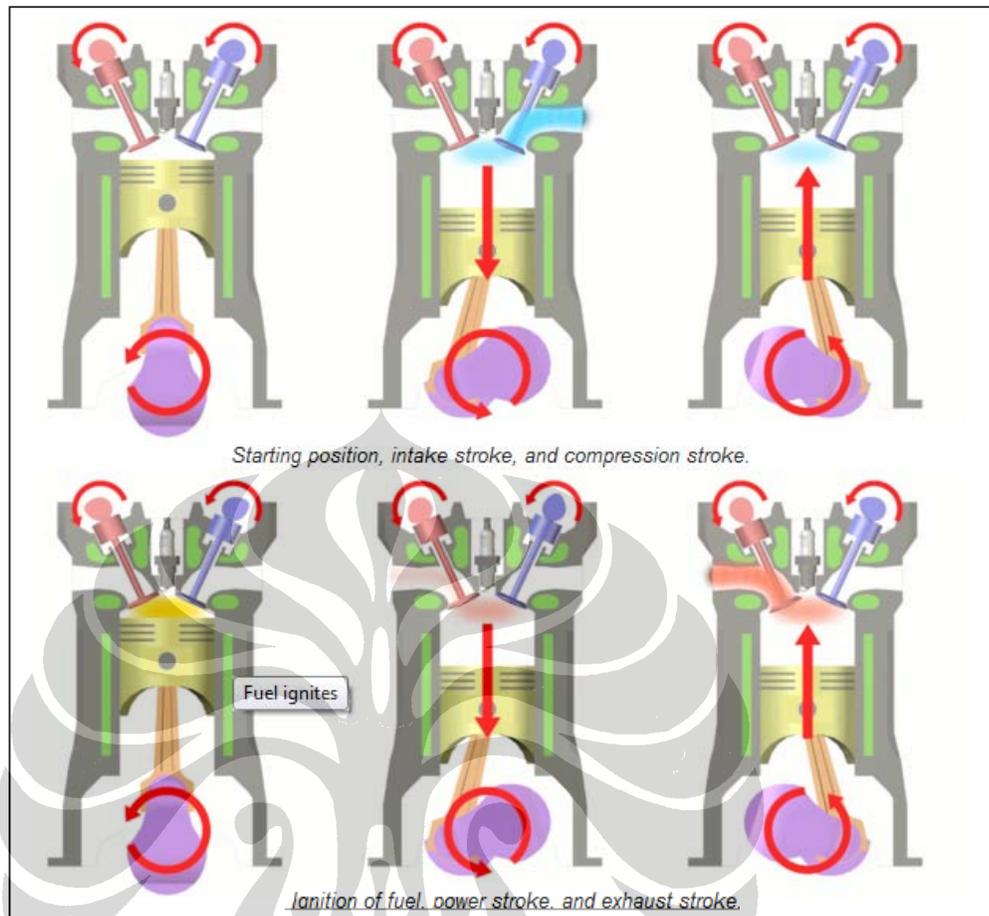
Max. Output	JIS GROSS	: 191 kW (260 PS) at 2,500 r/min
Max. Torque	JIS GROSS	: 745 N.m (76 Kgf.m) at 1,500 r/min

**PT HINO MOTORS SALES INDONESIA**  
Jl. Raya Indonesia 183  
Jl. Lay. Jend. Sudirman Kav. 8  
Jakarta Timur 13132  
Telp. (021) 6545491 1556480  
Faks. (021) 6515731 1557550  
www.hino.co.id

Gambar 2.10

### Chasis CNG – Hino

Mesin penggerak untuk bus BBG adalah sama dengan yang digunakan pada kendaraan berbahan bakar minyak lainnya yaitu mesin 4 tak atau four-stroke engine. Yang dimaksud 4 tak disini adalah menunjuk kepada intake (pemasukan), compression (kompresi), pembakaran (combustion) dan pengeluaran (exhaust) yang dilakukan dalam satu siklus kerja. Pada saat intake, piston bergerak menjauh dari bagian atas silinder yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan di dalam silinder. Pada keadaan ini, campuran dari bahan bakar dengan udara dipaksa masuk ke dalam silinder (oleh atmosferik ataupun tekanan yang lebih besar) melalui lubang intake. Valve intake kemudian menutup dan pada saat compression stroke, campuran dari bahan bakar dan udara ini terkompresi di dalam silinder. Pada saat akhir compression stroke, campuran ini disulut (diignasi) oleh busi. Tekanan yang dihasilkan oleh pembakaran campuran ini menghasilkan tenaga bagi mesin tersebut. Hasil akhir dari pembakaran dibuang keluar melalui valve pada saat exhaust stroke. Siklus ini adalah siklus mesin 4 tak yang terjadi pada mesin bensin atau gasoline engine.



Gambar 2.11

### Gasoline Engine Cycle

Pada bus yang menggunakan bahan bakar diesel/solar, siklus 4 tak di atas juga diterapkan pada mesin diesel atau diesel engine. Perbedaan antar siklus 4 tak gasoline engine dengan diesel engine adalah pada saat terjadi peristiwa pembakaran bahan bakar. Bila pada gasoline engine bahan bakar bercampur udara kemudian terkompresi oleh piston dan disulut oleh busi. Maka pada diesel engine, udara terkompresi terlebih dahulu baru bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder. Panas yang diakibatkan oleh udara yang terkompresi mengignasi bahan bakar dan kemudian terjadi pembakaran.

#### 2.7.1.1 Standar Emisi Bus BBG

Standar emisi yang dikenal saat ini adalah standar Euro. Walaupun sebenarnya standar ini menunjuk kepada besarnya limit gas buangan dari kendaraan baru yang dijual di negara-negara yang menjadi anggota EU. Emisi

yang diatur batas besarnya adalah Nitrogen Oxides (NO<sub>x</sub>), Total Hydrocarbon (THC), Non methane Hydrocarbon (NMHC), Carbon Monoxide (CO) dan Particulate Matter (PM). Aturan ini berlaku untuk hampir semua tipe kendaraan, termasuk mobil, lori, kereta, traktor dan mesin sejenisnya dan juga barge. Standarisasi untuk tiap-tiap kendaraan berbeda antara jenis kendaraan yang satu dengan yang lainnya.

Apabila standar emisi untuk mobil penumpang dinyatakan dengan g/km, maka untuk lori, truk dan bus maka standar emisi dinyatakan dengan g/kWh. Gambar berikut ini menunjukkan standar emisi yang diperbolehkan dan juga tanggal penerapannya.

Tier	Date	Test cycle	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM	Smoke
Euro I	1992, < 85 kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612	
	1992, > 85 kW		4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II	October 1996	ESC & ELR	4.0	1.1	7.0	0.25	
	October 1998		4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	October 1999 <i>EEVs only</i>	ESC & ELR	1.0	0.25	2.0	0.02	0.15
	October 2000		2.1	0.66	5.0	0.10 0.13*	0.8
Euro IV	October 2005	ESC & ELR	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
Euro V	October 2008		1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
Euro VI	January 2013		1.5	0.13	0.5	0.01	

Sumber : Wikipedia

Gambar 2.12

### Standar Emisi

Emisi yang dihasilkan oleh bus BBG pada saat ini setidaknya memenuhi standar emisi Euro IV (minimum). Bahkan dengan perkembangan teknologi pada mesin BBG, beberapa OEM telah menghasilkan mesin yang memenuhi standar EEV atau Enhanced Environmentally friendly Vehicle. Standar ini berada di antara standar Euro V dengan Euro VI.

## 2.7.2 Sistem Pengisian Bahan Bakar

Tabung penyimpanan BBG yang umum terdapat pada kendaraan *light duty* memiliki kapasitas untuk melakukan perjalanan sejauh 80-100 mil, hal ini adalah 70-80% lebih rendah dari kendaraan berbahan bakar bensin. Jika jumlah tabung penyimpanan ditambah untuk meningkatkan kapasitas, maka hal ini akan menambah beban pada kendaraan dan juga mengurangi luas ruang penyimpanan. Hal ini berakibat pada berkurangnya efisiensi dan kapasitas kendaraan.

Terdapat 2 tipe dasar sistem pengisian bahan bakar pada kendaraan BBG, yaitu slow-fill dan fast-fill.

- Metode slow-fill menggunakan sebuah kompresor yang langsung mengkompresi gas alam dari pipa gas dan mengisikannya pada tabung penyimpanan di dalam kendaraan. Dibutuhkan waktu hampir 14 jam untuk mengisi tabung-tabung penyimpanan, oleh sebab itu metode ini lebih cocok digunakan untuk kendaraan-kendaraan besar.
- Metode fast-fill adalah mengisi bahan bakar ke dalam kendaraan BBG dengan hanya membutuhkan waktu sekitar 2-5 menit. BBG disimpan di dalam sebuah tanki penyimpanan yang terletak di bawah tanah yang telah diisi terlebih dahulu dengan gas alam dari pipa gas oleh sebuah kompresor.



Gambar 2.13

## Slow-fill Vs Fast-fill

Komponen – komponen utama yang terdapat di dalam suatu stasiun pengisian bahan bakar gas :

## 1. Tanki Penyimpanan

- Kapasitas : 350 – 1000 Nm<sup>3</sup>/hr
- Tekanan : 3600 Psi
- Temperatur : Ambient
- Standardisasi : BS5045, DOT 3AA cylinders, ISO 9809-1

## 2. Dispenser

- a. Laju alir : 15 Kg/menit – 25 Kg/menit
- b. Tekanan : 3000 Psi
- c. Temperatur : Ambient
- d. Tipe : Laju massa elektronik

## 3. Kompresor

- a. Kapasitas : 250 – 1000 Nm<sup>3</sup>/hr
- b. Tekanan inlet : 150 – 250 Psi
- c. Tekanan discharge : 3600 Psi
- d. Temperatur interstage : 150 °C
- e. Temperatur discharge : 44 °C
- f. Tipe : Electrical motor atau piston, 3-stage compression



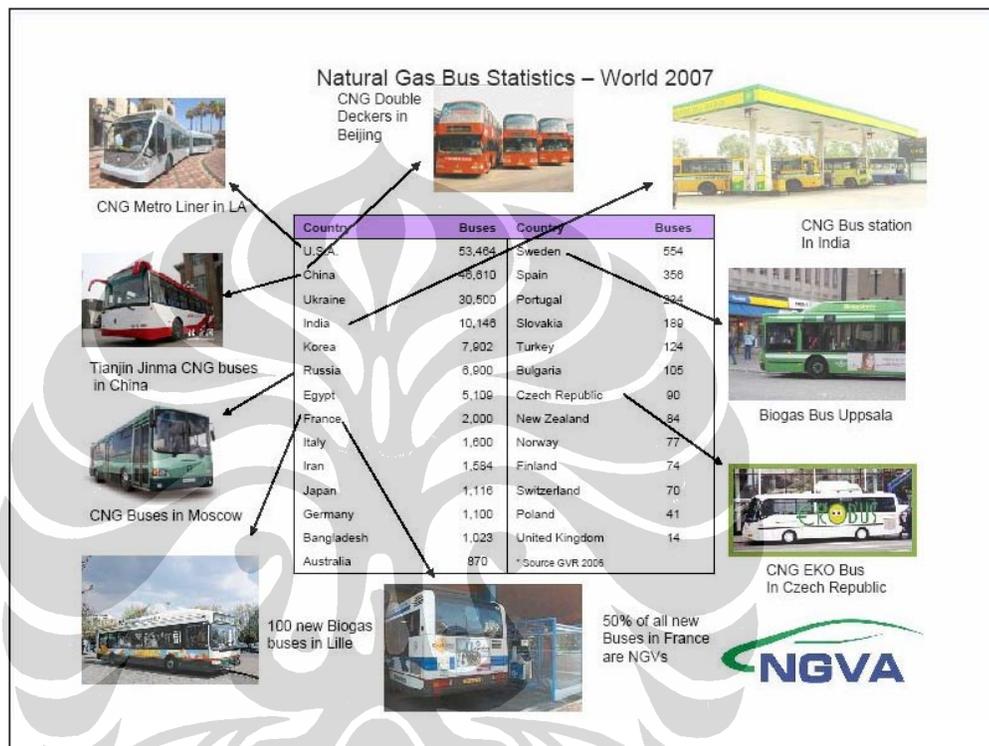
Sumber : Overview on CNG&NGV Application

Gambar 2.14

Komponen Utama SPBG

### 2.7.3 Perkembangan Kendaraan BBG

Berdasarkan statistik yang dikeluarkan oleh NGVA sampai akhir tahun 2007, posisi yang menempati urutan pertama untuk penggunaan bus BBG adalah Amerika Serikat. Hal ini dapat dilihat berdasarkan Gambar 2.12 di bawah ini.



Sumber : NGVA

Gambar 2.15

Statistik Bus BBG Dunia

Bila dilihat dari kacamata perkembangan kendaraan berbahan bakar gas di seluruh Asia, Indonesia tertinggal jauh perkembangannya, baik dari sisi jumlah armada berbahan bakar gas yang dioperasikan dan juga dari sisi ketersediaan infrastruktur stasiun pengisian bahan bakar gas. Hal ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

NGV statistics												
Country	Natural Gas Vehicles				Refuelling Stations				VRA	Average monthly gas consumption	Last update	
	Total Asia	Cars/LDVs	MD/HD Buses	MD/HD Trucks	Others	Total	Public	Private				Under construction
Pakistan	1.650.000	1.599.960	40		50.000	1.923	1.923		200		January 2008	
India*	821.872	315.200	12.000	715	493.957	325	6	319	60	52,00	March 2008	
Iran	730.107	727.442	2.653	12		402	390	22	758		April 2008	
China*	336.062	95.545	45.321	100	195.096	561	453	108		193,33	January 2007	
Bangladesh	180.000	46.602	1.553	8.355	123.490	229	6	223	13	21,36	April 2008	
Armenia	101.352	69.971	9.831	19.626	1.924	214	9	205	8	23,80	March 2008	
Russia*	95.000	18.000	8.000	35.000	34.000	222	214	8	5	24,00	December 2007	
Egypt*	87.733	58.370	5.367	3.356	20.640	115	111	4	18	30,00	March 2008	
Thailand	72.919	62.610	2.949	5.705	1.655	188	164	24	82		May 2008	
Uzbekistan	47.000	47.000				43	43			4,25	December 2007	
Japan	34.203	13.168	1.402	18.481	1.152	327	294	33	680		March 2008	
Malaysia	28.405	28.309	90	6		60	58	2	85	11,00	September 2007	
Korea	15.523	137	15.097	289		121	121		13		December 2007	
Myanmar *	10.900	2.902	6.373		1.625	20	20				December 2006	
Tajikistan	10.600	10.600				53	53			4,13	December 2007	
Kyrgyzstan*	6.000				6.000	6	6			0,60	December 2007	
Georgia	3.000	3.000				4	4				December 2007	
Turkey	2.567	2.564	3			6	2	4	1	0,40	December 2007	
Indonesia	2.453	1.755	238	210	250	9	9		3		March 2008	
Australia	2.453	130	1.263	1.060		146	127	19			March 2007	
Singapore	1.102	1.086	12	2	2	1	1		2		December 2007	
United Arab Emirates	305	305	0	0		2	1	1			March 2007	
New Zealand	283	180	66		37	14		14			March 2007	
Philippines	36	11	25			3	1	2			February 2006	
Taiwan	4		4			1	1				April 2005	
<b>Total Asia</b>	<b>4.239.879</b>	<b>3.104.847</b>	<b>112.287</b>	<b>92.917</b>	<b>929.828</b>	<b>4.995</b>	<b>4.007</b>	<b>988</b>	<b>1.235</b>	<b>855</b>	<b>364,87</b>	<b>May 2008</b>

Sumber : Asian NGV Communications – June 2008

Gambar 2.16

### Statistik Armada NGV dan SPBG di Asia

Jika dilihat dari data statistik di atas, negara kita sangatlah tertinggal dalam perihal penggunaan BBG maupun fasilitas SPBG. Dibandingkan dengan Malaysia yang hanya memiliki 90 unit bus BBG tetapi memiliki fasilitas SPBG mencapai 60 stasiun. Dalam hal penerapan dan penggunaan bus BBG, ada baiknya jika negara kita dapat belajar pada Thailand.

Pada tahun 1991, pemerintah Thailand mengemukakan adanya permasalahan serius akan permasalahan lingkungan yaitu asap yang dihasilkan dari knalpot kendaraan dan juga masalah kemacetan. Pemerintah Thailand kemudian mengucurkan dana sebesar 400 juta Baht kepada Bangkok Mass Transit Authority (BMTA) untuk membeli sebanyak 200 bus CNG. Dua tahun kemudian BMTA membeli kembali sebanyak 82 unit bus, 44 bus diantaranya adalah produksi MAN yang dibeli dengan harga 4,625 juta Baht/bus, dan 38 unit lainnya adalah produksi Mercedes dengan harga 5,510 juta Baht/bus. Dikarenakan adanya perubahan komposisi metana di dalam suplai gas dari 80% menjadi 68%-72%, sedangkan mesin CNG pada kedua tipe bus tersebut membutuhkan komposisi metana 80%. Mesin Mercedes telah dimodifikasi sedemikian rupa untuk mengakomodasi perubahan tersebut, sedangkan mesin MAN tidak dilakukan modifikasi. Konsekuensi yang terjadi adalah, ke-44 bus produksi MAN hanya dapat beroperasi selama 5 tahun, tetapi 38 unit bus Mercedes masih beroperasi hingga saat ini yaitu kurang lebih 17 tahun.

Satu tim dari Universitas King Mongkut, Thailand melakukan studi perbandingan antara satu bus BBG keluaran MAN dan satu bus BBG keluaran Mercedes dengan satu unit bus diesel. Hasil yang didapatkan dari studi ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3  
Perbandingan Bus BBG Dengan Solar

Emission Test	Bus BBG	Bus Diesel
1. Emisi :		
- CO (g/km)	0.80	13.11
- NOx (g/km)	11.6	18.26
- HC (g/km)	5.52	1.51
2. PM Level (g/km)	0.027	0.965
3. Level suara (dBA)	80.9	86.4

Pada awal permulaan penerapan proyek bus BBG ini, BMTA berhadapan dengan 2 masalah yang cukup serius. Pertama, adalah ketidakstabilan komposisi metana di dalam suplai gas yang bervariasi antara 69% - 72%. Pada saat ini, kualitas gas suplai telah stabil dengan komposisi metana berada pada level 76%. Yang kedua adalah tidak terdapatnya stasiun pengisi bahan bakar yang memadai. PTT menginvestasikan sebesar 62M Baht untuk membangun stasiun pengisi bahan bakar. Untuk mengisi bahan bakar di stasiun ini hanya membutuhkan waktu sekitar 6 menit untuk satu bus.

Peran pemerintah Thailand didalam mendukung peningkatan penggunaan kendaraan BBG yaitu :

- Membebaskan pajak dan bea import untuk peralatan-peralatan konverter dan juga peralatan stasiun pengisi bahan bakar.
- Memberikan subsidi sebesar 40 juta Baht untuk program konversi kendaraan Heavy Duty (seperti bus atau truk). Subsidi ini akan mendukung pengeluaran yang dibutuhkan untuk konversi sebesar 70%, tetapi tidak melebihi 400,000 Baht untuk tiap kendaraan.

- Mengecualikan pajak dan bea impor untuk mesin-mesin BBG keluaran OEM mulai dari 5 Juni 2006 hingga 31 Mei 2008. Setelah itu, pajak dan bea impor akan dinaikan menjadi 10%.
- Untuk harga jual CNG ditetapkan sebesar 8.5 Baht per kg hingga akhir 2007. Setelah itu harga akan dinaikkan secara bertahap tetapi tidak akan melebihi 50% harga jual diesel.

