

ARAH PENGEMBANGAN SEKTOR TRANSPORTASI DARAT DALAM KERANGKA PENERAPAN MEKANISME PEMBANGUNAN BERSIH

Agus Sugiyono

Peneliti Bidang Perencanaan Energi
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
agussugiyono@yahoo.com

Abstract

Land transportation sector is an energy consuming sector that uses more energy consumption compare to energy consumption in other sectors. The demand of energy has been dominated by use of oil fuels such as gasoline and diesel as a fossil fuel that the utilization of this energy will emit greenhouse gas (GHG). The demand of the oil fuels has been projected will increase in the next long period. GHG emission from the oil fuels could be decreased through energy substitution or transportation mode change. The emission reduction have opportunity to create a project in form of clean development mechanism (CDM). This mechanism will be expected can help the developing countries to get financing from developed countries (obliged to reduce the GHG emission) that will apply sustainable development. One of the options which has potential as a CDM project is development of mass transportation using bus. Transportation in Indonesia has been predicted still dominated using personal car and motorcycle therefore it is possible to adopt this kind of project.

Kata kunci: Transportasi darat, mekanisme pembangunan bersih

Diterima (*received*): 6 Mei 2008, Direvisi (*reviewed*): 26 Mei 2008, Disetujui (*accepted*): 11 Juni 2008

PENDAHULUAN

Konsumsi energi komersial di Indonesia dalam kurun waktu 2000-2006 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 2,6% per tahun, yaitu dari 496 juta SBM pada tahun 2000 dan meningkat menjadi 577 juta SBM untuk tahun 2006. Dari total konsumsi energi pada tahun 2006 tersebut, 30% diantaranya digunakan untuk sektor transportasi dengan konsumsi mencapai 172 juta SBM. Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) untuk sektor transportasi sangat dominan dengan pangsa hampir 100%. Penggunaan bahan bakar gas (BBG) masih sangat sedikit yang terbatas untuk transportasi umum di kota besar yang sudah ada infrastruktur pengisian BBG, sedangkan penggunaan energi listrik baru di wilayah Jabotabek untuk kereta rel listrik (KRL). Dengan konsumsi BBM yang cukup besar ini maka masih besar peluang untuk mempromosikan program konservasi di sektor transportasi. Berbagai alternatif penghematan

BBM di sektor transportasi darat dibahas dalam Dephub (2005).

Program konservasi dapat dicapai melalui substitusi energi maupun dengan menggunakan teknologi yang lebih efisien. Program ini sejalan dengan program penghematan penggunaan BBM serta meningkatkan penggunaan bahan bakar dari energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Secara umum penggunaan BBM yang merupakan energi fosil akan menghasilkan gas rumah kaca (GRK). GRK yang besar pengaruhnya terhadap pemanasan global antara lain adalah: CO₂ (Karbon Dioksida), CH₄ (*Methane*), N₂O (*Nitrous Oxide*), CFC (*Chloroflourocarbon*) dan SF₆ (*Sulfur Hexafluoride*). Disamping itu penggunaan bahan bakar fosil juga menghasilkan gas buang yang mengandung polutan seperti SO₂ (Sulfur Dioksida), NO_x (Nitrogen Oksida), CO (Karbon Monoksida), VHC (*Volatile hydrocarbon*), SPM (*Suspended Particulate Matter*) serta partikel lainnya.

Dalam konsep pembangunan yang berkelanjutan, polutan-polutan tersebut harus dikurangi melalui pemanfaatan energi yang ramah lingkungan. Dengan mengurangi polutan tersebut secara tidak langsung juga akan mengurangi emisi GRK.

Indonesia sebagai negara berkembang tidak berkewajiban mengurangi emisi GRK. Sedangkan negara-negara maju yang termasuk dalam negara Annex I yang menandatangani Protokol Kyoto, berkewajiban untuk mengurangi emisi GRK sebesar 5% dibawah level tahun 1990 pada periode 2008 sampai 2012. Untuk mencapai target tersebut kemudian dikembangkan tiga mekanisme yaitu:

- *Joint Implementation (JI)*
- *Clean Development Mechanism (CDM)* atau diterjemahkan menjadi Mekanisme Pembangunan Bersih (MPB) dan
- *Emission Trading.*

Diantara ketiga mekanisme tersebut MPB dapat dilakukan melalui proyek pengurangan emisi GRK di negara berkembang untuk mencapai target pengurangan emisi di negara maju yang berkewajiban mengurangi emisi GRK. Dengan mekanisme ini diharapkan dapat membantu negara berkembang dalam melaksanakan pembangunan berkelanjutan.

Pengembangan sektor transportasi di Indonesia di masa depan perlu memperhatikan kelestarian lingkungan. Berbagai teknologi bersih yang ramah lingkungan perlu dikaji untuk dapat diterapkan sebagai opsi dalam pengembangan sektor transportasi. Dengan menggunakan teknologi bersih secara tidak langsung akan mengurangi emisi GRK dan mempunyai peluang untuk menerapkan MPB. Dalam makalah ini akan dibahas prospek penerapan MPB untuk sektor transportasi, khususnya transportasi darat dengan menggunakan kendaraan bermotor.

METODOLOGI

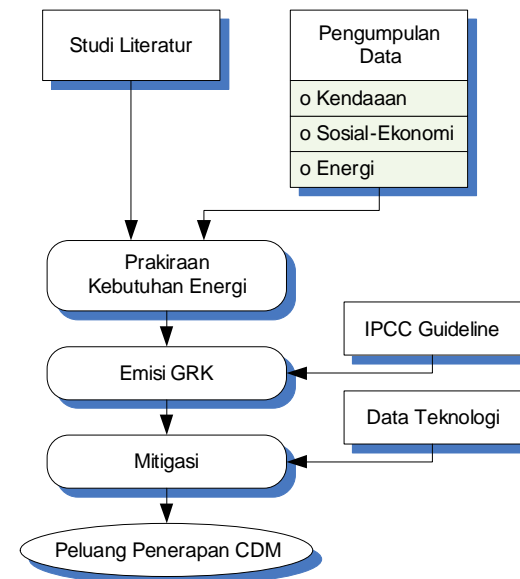
Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan dan dilakukan melalui metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kualitatif berdasarkan studi literatur untuk mengupas permasalahan sektor transportasi dewasa ini. Metode kuantitatif berdasarkan data sekunder yang dikumpulkan mengenai kendaraan bermotor, perkembangan sosial ekonomi, teknologi, serta keterkaitannya dengan lingkungan hidup. Untuk mengetahui prospek pengembangan sektor transportasi, dibuat proyeksi kebutuhan energinya berdasarkan literatur dan data yang ada. Kemudian

diprkirakan emisi GRK akibat penggunaan energi berdasarkan *IPCC Guideline* maupun data spesifik koefisiensi emisi GRK untuk bahan bakar di Indonesia.

IPCC Guideline merupakan panduan umum untuk menghitung emisi GRK yang dikeluarkan oleh *Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC)* bila belum ada koefisien emisi spesifik untuk negara tersebut. Tahapan ini sering disebut inventori dan panduan yang paling sering digunakan adalah:

- *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*
- *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*

Setelah tahapan inventori, kemudian dilakukan mitigasi untuk melihat opsi teknologi yang mempunyai peluang untuk diterapkan dalam mengurangi emisi GRK. Dari perhitungan ini dapat dianalisis prospek penerapan MPB untuk sektor transportasi. Secara lengkap tahapan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1.
Tahapan Penelitian

SEKTOR TRANSPORTASI DARAT

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang paling dominan di Indonesia. Perkembangan jumlah kendaraan bermotor secara langsung memberikan gambaran mengenai kondisi sektor angkutan darat. Jumlah kendaraan bermotor yang cenderung

meningkat merupakan indikator semakin tingginya kebutuhan masyarakat terhadap sarana transportasi yang memadai sejalan dengan mobilitasnya. Jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2005 mencapai 50,11 juta kendaraan. Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang paling banyak digunakan dengan pangsa mencapai 75%. Mobil penumpang mempunyai pangsa 14% diikuti oleh truk 8% dan bus 3% (Lihat Gambar 2).

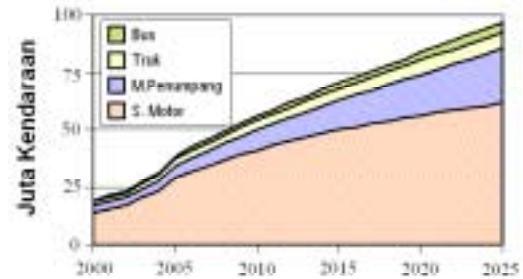
Dengan kondisi ini terlihat bahwa sarana angkutan umum belum optimal digunakan dan masih mengandalkan pada sarana angkutan individu seperti sepeda motor. Peluang untuk mengoptimalkan sektor ini masih sangat besar yang diharapkan secara tidak langsung dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi.



Gambar 2.
Pangsa Penggunaan Kendaraan Bermotor⁴⁾

Penelitian ini menggunakan tahun dasar 2005 dan dianalisis sampai tahun 2025. Data historis yang penting diantaranya adalah: jumlah kendaraan, pertumbuhan ekonomi, dan penduduk. Perekonomian untuk jangka panjang diperkirakan meningkat rata-rata sebesar 5% per tahun. Jumlah penduduk diasumsikan terus menurun dari 1,44% per tahun pada tahun 2005 dan menjadi 0,90% per tahun pada tahun 2025 karena diasumsikan program keluarga berencana sukses dilaksanakan. Proyeksi ini sedikit lebih rendah dari prakiraan Bappenas (2005). Berdasarkan data historis dapat dibuat prakiraan jumlah kendaraan bermotor untuk setiap jenis kendaraan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Catatan: Tahun 2000-2005 data historis



Gambar 3.
Prakiraan Jumlah Kendaraan Bermotor

Pada periode 2000-2005, terdapat peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang cukup signifikan yaitu sebesar 15% per tahun. Ini disebabkan oleh pertumbuhan jumlah sepeda motor yang sangat tinggi karena beralihnya penggunaan kendaraan pribadi ke sepeda motor akibat kenaikan harga BBM. Namun untuk jangka panjang jumlah kendaraan diperkirakan hanya meningkat rata-rata sebesar 4,5% per tahun. Laju pertumbuhan penggunaan sepeda motor diperkirakan akan mengalami penurunan yaitu dari sebesar 16% per tahun pada periode 2000-2005 menjadi sebesar 3,6% per tahun pada periode 2005-2025. Hal ini sejalan dengan adanya perbaikan sarana transportasi umum sehingga laju pertumbuhan penggunaan mobil penumpang diperkirakan akan meningkat lebih tinggi dari pada sepeda motor yaitu sebesar 7,4% per tahun pada periode 2005-2025.

Pada tahun 2025 pangsa penggunaan sepeda motor masih mendominasi yaitu sebesar 64% meskipun sudah mengalami penurunan bila dibandingkan dengan tahun 2005. Pangsa penggunaan mobil penumpang meningkat menjadi 24% diikuti oleh penggunaan truk 8% dan bus 4%. Komposisi ini hanya berdasarkan kondisi yang ada saat ini dan dianggap faktor kebijakan efisiensi belum dipromosikan dengan baik.

Penggunaan Energi

Berdasarkan prakiraan jumlah kendaraan bermotor dapat diperkirakan jumlah energi yang digunakan dengan menggunakan data intensitas energi dan operasi efektif dalam satu tahun. Studi ITB (2001) membahas secara lengkap intensitas energi serta operasi efektif setiap jenis kendaraan. Kendaraan berbahan bakar minyak solar akan lebih irit konsumsi bahan bakarnya dibandingkan dengan bensin.

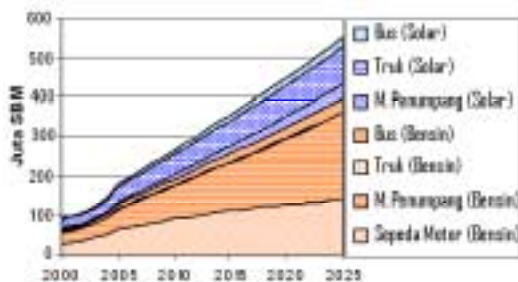
Tabel 1.
Jarak Tempuh, Intensitas Energi dan
Operasi Efektif Setiap Kendaraan Bermotor²⁾

| Kendaraan Bermotor | | Jarak | Intensitas | Operasi |
|--------------------|-----------|---------|------------|---------|
| | | Tempuh | Energi | Efektif |
| | | km/hari | km/liter | % |
| M. Penumpang | Pribadi | 55 | 8,5 - 9,1 | 46 |
| | Umum | 276 | 9,1 - 10 | 50 |
| Bus | Kecil/Sdg | 129 | 7,7 - 8,8 | 60 |
| | Besar | 159 | 3,4 - 5,9 | 29 |
| Truk | Kecil/Sdg | 128 | 5,6 - 9,4 | 34 |
| | Besar | 316 | 3,0 - 6,6 | 23 |
| Sepeda Motor | | 43 | 33 - 38 | 64 |

Catatan: Diolah dari ITB (2001) dan berbagai sumber lain

Tidak semua kendaraan yang terdaftar beroperasi setiap hari. Sepeda motor mempunyai beroperasi efektif dalam 1 tahun paling besar yaitu sebesar 64%. Sedangkan yang beroperasi efektif paling rendah adalah truk besar yaitu sebesar 23% (Lihat Tabel 1).

Prakiraan penggunaan energi ditampilkan pada Gambar 4. Prakiraan ini dikalibrasi dengan data dari Pusdatin (2007). Bahan bakar yang diperhitungkan adalah minyak solar dan bensin karena bahan bakar lain, seperti gas atau LPG masing kecil pangannya sampai saat ini. Penggunaan BBM diperkirakan meningkat dari 178,6 juta SBM pada tahun 2005 menjadi 550 juta SBM pada tahun 2025 atau meningkat rata-rata sebesar 5,6% per tahun.



Gambar 4.
Prakiraan Penggunaan Energi untuk
Kendaraan Bermotor

Bensin merupakan bahan bakar yang dikonsumsi terbesar yang mencapai 72% dari total konsumsi pada tahun 2025. Bila dilihat jenis kendaraannya, maka penggunaan bensin untuk mobil penumpang dan sepeda motor paling besar dibandingkan dengan kendaraan lainnya. Sedangkan minyak solar kebanyakan digunakan untuk mobil penumpang dan mobil beban. Dengan melihat kondisi ini maka potensi terbesar untuk mengurangi emisi GRK melalui efisiensi energi adalah mengurangi

penggunaan sepeda motor dan mobil penumpang.

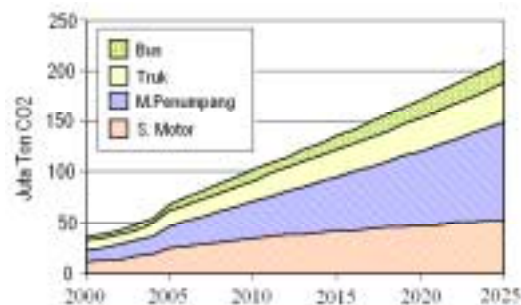
Emisi GRK

Emisi CO₂ merupakan kontributor terbesar pemanasan global dibandingkan dengan emisi GRK lainnya. Berdasarkan prakiraan penggunaan energi dan koefisien emisi dari IPCC Guideline maka prakiraan emisi CO₂ ditunjukkan pada Gambar 5. Pada tahun 2005 emisi CO₂ mencapai 68,3 juta ton CO₂. Kontributor terbesar adalah emisi dari sepeda motor yang mencapai 36% dan diikuti dari mobil penumpang yang mencapai 33%. Namun pada tahun 2025 pangannya berubah dan yang paling besar kontribusinya terhadap emisi adalah dari mobil penumpang sebesar 46% dan dari sepeda motor 25%. Emisi CO₂ pada tahun 2025 mencapai 210,1 juta ton.

Ada tiga faktor utama yang mendorong terjadinya peningkatan emisi, yaitu:

- Jarak tempuh atau aktivitas perjalanan (*vehicle kilometer*)
- Intensitas energi kendaraan bermotor
- Moda transportasi yang digunakan, dan
- Kandungan karbon bahan bakar.

Tiga faktor pertama berkaitan dengan efisiensi energi dapat dapat dicapai melalui perbaikan teknologi maupun manajemen pengelolaan sistem transportasi. Sedangkan faktor terakhir berhubungan dengan substitusi penggunaan energi. Substitusi dari penggunaan BBM dengan bahan bakar bersih seperti Bahan Bakar Nabati (BBN) akan dapat mengurangi emisi GRK.



Gambar 5.
Prakiraan Emisi CO₂ dari Kendaraan
Bermotor

Berbagai opsi teknologi serta bahan bakar yang dapat dijadikan untuk mitigasi GRK ditunjukkan pada Gambar 6. Makin tinggi emisi GRK yang dapat dikurangi maka teknologi yang harus digunakan juga semakin rumit dan mahal. Begitu juga dengan masalah

keamanan pasokan energi (*supply security*), makin tinggi keamanan pasokan maka memerlukan teknologi dan biaya yang tinggi.

Secara garis besar penggunaan BBN (biodiesel, bioethanol dan Fischer-Tropsch biomasa), hidrogen, dan meningkatkan efisiensi energi merupakan opsi yang dapat dipertimbangkan untuk mengurangi emisi GRK di masa depan. Penggunaan BBN baik dalam bentuk biodiesel maupun bioethanol dengan teknologi konvensional sudah mulai dikembangkan. Namun penggunaan proses Fischer-Tropsch masih dalam tahap pengembangan karena biaya produksi bahan bakar dengan proses ini masih kurang kompetitif saat ini. Begitu juga penggunaan hidrogen masih banyak kendala baik dari segi pembuatan maupun teknik penyimpanannya.

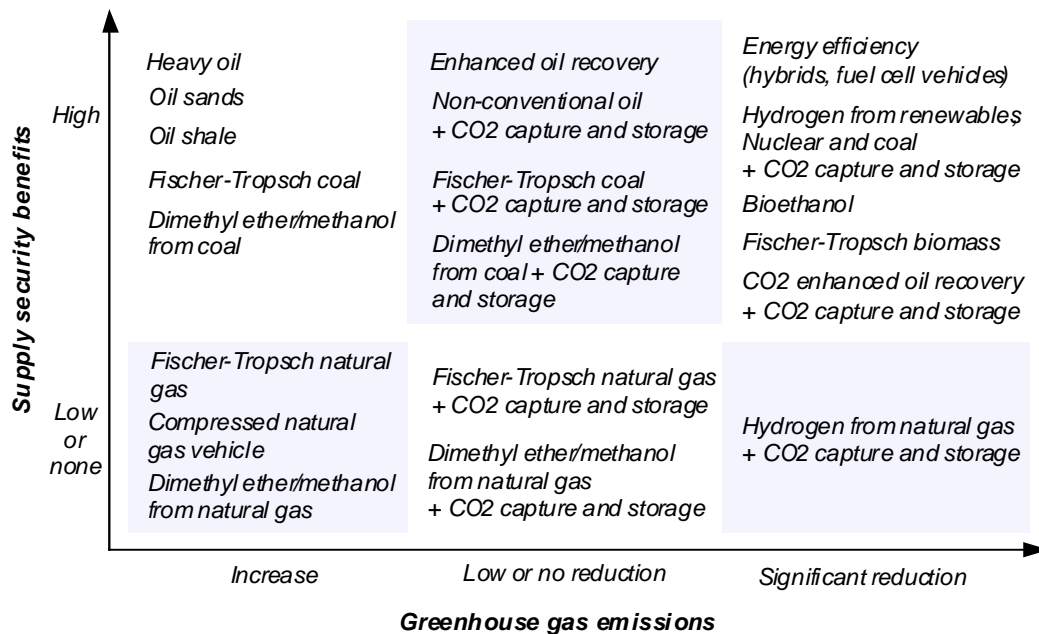
Peningkatan efisiensi dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi mesin kendaraan yang lebih maju. Teknologi ini bervariasi mulai dari perbaikan sistem pengapian mesin, peningkatan perbandingan kompresi antara bahan bakar dan udara, sampai penggunaan teknologi hibrida. Teknologi ini sudah mulai digunakan saat ini dan terus dilakukan inovasi supaya harganya lebih murah.

Peluang Penerapan Mekanisme Pembangunan Bersih

Indonesia telah meratifikasi Protokol Kyoto pada tanggal 28 Juni 2004. Dengan ratifikasi ini diharapkan dapat meningkatkan kesempatan Indonesia untuk menarik lebih jumlah investor dan pelaku proyek dalam kerangka MPB. Proyek MPB yang sudah diajukan di Indonesia saat ini masih sangat sedikit dibandingkan negara-negara berkembang lainnya seperti China dan India. Sampai tahun 2007, proyek yang sudah disetujui dan sedang diajukan hanya sekitar 70 proyek dan sebagian besar berkaitan dengan pembangkit listrik. Untuk sektor transportasi belum ada sama sekali bahkan kajian ke arah itu belum banyak dilakukan.

Setiap proyek MPB harus diusulkan ke otoritas nasional dalam hal ini adalah Komisi Nasional Mekanisme Pembangunan Bersih (Komnas MPB). Proyek yang diajukan harus melewati beberapa tahapan sebelum disetujui sebagai proyek MPB oleh Komnas MPB. Tahapan tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.

Setiap tahapan proyek memerlukan waktu dan biaya tertentu. Waktu yang



Gambar 6. Opsi Bahan Bakar Alternatif dan Kontribusi terhadap Keamanan Pasokan dan Pengurangan Emisi GRK⁵⁾

diperlukan bervariasi dari satu bulan misalnya untuk pengajuan PIN sampai dapat mencapai satu tahun lebih untuk pengesahan metodologi. Biaya yang perlu diperhitungkan meliputi biaya sebelum registrasi yang mencakup biaya persiapan dan pembuatan PDD, biaya persetujuan DNA, biaya validasi dan biaya registrasi. Sedangkan biaya setelah registrasi meliputi biaya verifikasi, biaya monitoring, pajak dan administrasi atau *broker fee*.

Total biaya transaksi ini berkisar antara 200.000 USD sampai 350.000 USD. Dari biaya tersebut, sekitar 60% akan dikeluarkan untuk komponen biaya monitoring, verifikasi dan *fee* administrasi yang terjadi setelah proses registrasi. Mengingat biaya yang harus dikeluarkan untuk pengembangan proyek MPB cukup besar maka besarnya jumlah pengurangan emisi GRK yang dihasilkan dari proyek perlu diperhitungkan secara baik. Sehingga proyek tersebut menguntungkan dan layak untuk dilaksanakan.

Satuan jumlah emisi GRK yang bisa dikurangi dikonversikan sebagai sebuah kredit yang dikenal dengan istilah *Certified Emissions Reduction* (CER) atau diterjemahkan menjadi reduksi emisi yang telah disertifikasi. Negara-negara Annex 1 dapat memanfaatkan CER ini untuk membantu memenuhi target penurunan emisi seperti yang diatur di dalam Protokol Kyoto.

Pasar MPB diatur oleh UNFCCC (*United Nation Framework Convention on Climate Change*). Setiap proyek MPB harus menggunakan metodologi yang disahkan oleh UNFCCC. Sampai pertengahan tahun 2007 sudah lebih dari 220 metodologi yang diajukan dan 14 diantaranya merupakan metodologi untuk sektor transportasi. Untuk sektor lain sudah banyak yang disahkan, namun untuk sektor transportasi baru satu metodologi yang sudah disahkan yaitu AM0031 untuk angkutan masal bus dan satu metodologi untuk penggunaan BBN..

Potensi pasar karbon di negara-negara Annex I cukup besar. Ada tiga segmen yang penting, yaitu:

- Pasar Eropa yang berdasarkan skema perdagangan emisi atau disebut EU ETS (*European Union Emissions Trading Scheme*)
- Pasar yang berdasarkan proyek untuk memenuhi target Protokol Kyoto dan yang terbesar diperdagangkan melalui CER.
- Pasar sukarela untuk mengurangi emisi atau disebut VER (*Voluntary Emission Reductions*).

Informasi tentang pasar secara rutin dipublikasi oleh Point Carbon dan IETA

(*International Emission Trading Association*) yang bekerja sama dengan Bank Dunia. Harga di pasar EU ETS mencapai 32 Euro per ton CO₂ pada tahun 2006 dan menurun menjadi sekitar 16 Euro saat ini. Harga CER pada tahun 2006 sekitar 10 USD per ton CO₂, sedangkan untuk VER berkisar antara 4 - 10 USD per ton CO₂.

Proyek Mekanisme Pembangunan Bersih Sektor Transportasi

Ada tiga cara untuk mengurangi emisi GRK di sektor transportasi, yaitu:

- Mengurangi emisi per kilometer
 - Mengurangi emisi per unit transportasi
 - Mengurangi jarak atau jumlah perjalanan
- Dalam merencanakan proyek MPB dapat membuat kombinasi dari ketiga cara tersebut.

Proyek mengurangi emisi per kilometer dapat dilakukan dengan meningkatkan efisiensi (menggunakan teknologi baru atau memperbaiki manajemen pengoperasian kendaraan), meningkatkan infrastruktur, dan menggunakan bahan bakar yang rendah emisi. Penggunaan mobil hibrid maupun mobil listrik dapat mengurangi emisi tetapi biayanya cukup mahal sehingga belum ada yang mengajukan opsi ini sebagai proyek MPB. Opsi ini dapat digabung dengan perbaikan infrastruktur transportasi masal dengan menggunakan bus yang mempunyai efisiensi tinggi.

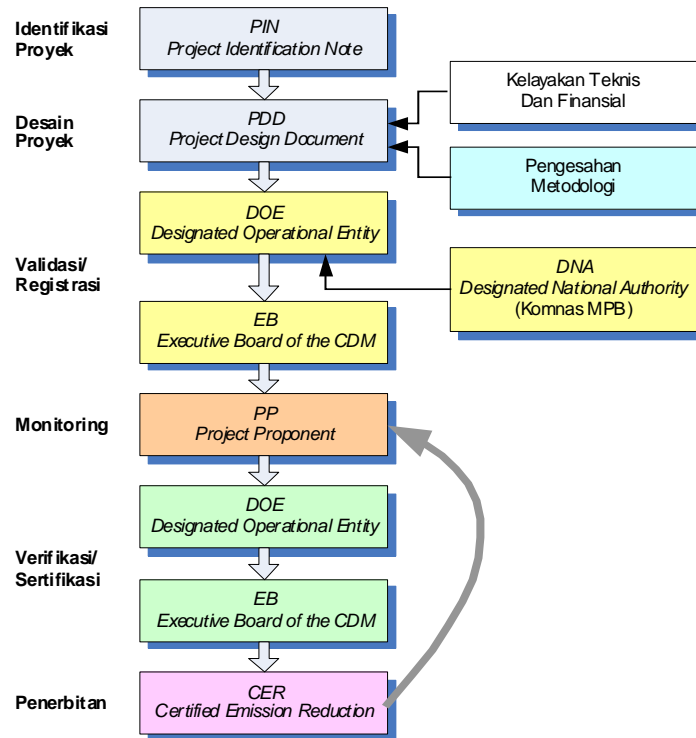
Penggunaan BBG sebagai bahan bakar yang mempunyai emisi rendah dapat mengurangi emisi sekitar 10 - 20% dibandingkan dengan penggunaan minyak solar atau bensin. Sehingga opsi ini secara individu terlalu kecil sebagai proyek MPB. Penggunaan BBN yang ramah lingkungan mempunyai potensi yang besar untuk mengurangi emisi bila hanya ditinjau dari sisi penggunaannya. Opsi ini masih perlu dianalisis lebih jauh mulai dari sumber bahan baku BBN sampai pemanfaatannya sebagai bahan bakar kendaraan. Analisis ini harus dilakukan secara keseluruhan dengan membandingkan emisi secara *life-cycle* atau sering disebut *wheel-to-wheel analysis*.

Proyek mengurangi emisi per unit transportasi dapat dilakukan dengan menggunakan moda transportasi yang lebih efisien, menggunakan unit yang lebih besar seperti penggunaan angkutan masal, dan meningkatkan tingkat isian penumpang. Proyek transportasi masal menggunakan bus maupun kereta api sudah banyak dilakukan di berbagai kota besar. Salah satu contoh proyek MPB dengan opsi ini adalah proyek

TransMileneo Bogota yang menggunakan bus. Sedangkan untuk opsi dengan menggunakan kereta api listrik masih harus mempertimbangkan sumber pembangkit listrik. Bila berasal dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil maka dapat digunakan untuk mengurangi emisi GRK.

Proyek mengurangi jumlah perjalanan erat kaitannya dengan perubahan perilaku masyarakat dalam bekerja. Perubahan sistem

dengan melakukan substitusi bahan bakar maupun dengan mengubah moda transportasi. Dengan semakin meningkatnya penggunaan BBM untuk sektor transportasi darat maka pengurangan emisi yang dapat dilakukan cukup besar potensinya sehingga berpeluang untuk dijadikan proyek MPB. Dengan mekanisme ini diharapkan dapat memanfaatkan dana internasional guna



Gambar 7. Siklus Proyek MPB¹⁾

kerja ataupun pengembangan kota yang membuat jarak antara tempat tinggal dengan kantor menjadi dekat akan dapat mengurangi jumlah penggunaan kendaraan. Namun opsi ini sangat kompleks dalam perhitungan emisinya dan belum ada yang diajukan sebagai proyek MPB.

SIMPULAN DAN SARANAN

- Indonesia sebagai negara berkembang mempunyai potensi untuk penurunan emisi GRK, khususnya di sektor transportasi darat. Penurunan emisi ini dapat dilakukan

mengembangkan pembangunan berkelanjutan serta secara lebih luas dapat peningkatan kesejahteraan masyarakat.

- Pengalihan moda transportasi dengan menggunakan angkutan massal bus sudah disahkan metodologi MPB-nya dan sudah diterapkan menjadi proyek MPB di Bogota. Dengan pengalaman Bogota ini dapat dijadikan contoh untuk diterapkan di Indonesia dengan berbagai modifikasi menggunakan teknologi kendaraan atau bahan bakar yang rendah emisi GRK-nya.
- Banyak teknologi rendah emisi di sektor transportasi darat yang telah tersedia di pasar saat ini. Diantara teknologi tersebut

masih cukup mahal biaya investasinya dan kadang-kadang khas untuk wilayah tertentu. Dengan adanya MPB maka kendala tersebut sedikit dapat dikurangi meskipun demikian kebijakan pemerintah masih sangat diperlukan untuk mendorong proyek-proyek MPB. Kebijakan untuk mengurangi pemberian subsidi harga BBM misalnya, dapat mendorong penggunaan BBN yang berpotensi untuk dijadikan sebagai proyek MPB.

DAFTAR PUSTAKA

1. Grutter, J.M. (2007) *The CDM in the Transport Sector*, Division 44: Environment and Infrastructure, GTZ and BMZ, Eschborn.
2., *Study on the Assessment of Fuel Consumption in Indonesia on 2002*, Final Report, Institut Teknologi Bandung.
3., *Proyeksi Penduduk 2000 - 2025*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional bekerja sama dengan Badan

Pusat Statistik dan United Nations Population Fund.

4., *Beberapa Kebijakan Sektor Transportasi Darat dalam Upaya Penghematan Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM)*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan, Jakarta.
5., *Energy Technology Perspectives: Scenario and Strategy to 2050*, International Energy Agency, Paris.
6., *Statistik Ekonomi Energi Indonesia 2006*, Pusat Data dan Informasi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.

RIWAYAT HIDUP

Agus Sugiyono lahir di Klaten pada 29 Juli 1963. Menamatkan pendidikan Magister di *Science University of Tokyo* dalam bidang Industrial Administration. Saat ini bekerja sebagai staf di Bidang Perencanaan Energi, Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi, BPPT.