



UNIVERSITAS INDONESIA

**POTENSI PENDANAAN MEKANISME PEMBANGUNAN
BERSIH SEKTOR TRANSPORTASI DI KOTA JAKARTA**
(Studi Emisi CO₂ Mass Rapid Transit Jakarta)

With a Summary in English
**POTENTIAL CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM FUNDING
FOR TRANSPORT SECTOR IN JAKARTA**
(CO₂ Emission Study Mass Rapid Transit Jakarta)

TESIS

RATU EKKY ZAKIYYAH
0806447715

JENJANG MAGISTER
PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
JAKARTA, JULI, 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ratu Ekky Zakiyyah
NPM : 0806447715
Tanda Tangan : 
Tanggal : Juli 2011

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ratu Ekky Zakiyyah
NPM : 0806447715
Program Studi : Ilmu Lingkungan
Fakultas : Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Potensi Pendanaan CDM Sektor Transportasi di Kota Jakarta (Studi Emisi CO₂ Mass Rapid Transit Jakarta)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : Juli 2011

Yang menyatakan,



(Ratu Ekky Zakiyyah)

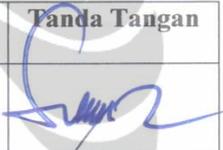
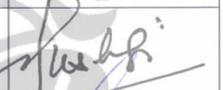
HALAMAN PENGESAHAN OLEH KOMISI PENGUJI

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Ratu Ekky Zakiyyah
NPM : 0806447715
Program Studi : Kajian Ilmu Lingkungan
Judul Tesis : Potensi Pendanaan Mekanisme Pembangunan Bersih Sektor
Transportasi di Kota Jakarta (Studi Emisi CO₂ *Mass Rapid
Transit* Jakarta)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Kajian Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia

KOMISI PENGUJI TESIS

No	Nama Lengkap & Gelar Akademik	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Prof. dr. Haryoto Kusnopranto, SKM, Dr. PH	Ketua Sidang	
2.	Dr. Udi Syahnoedi Hamzah, SMI, MM	Sekretaris Sidang	
3.	Prof. Dr. Pharm. R.T.M. Sutamihardja, Drs., M.Ag (Chem)	Pembimbing I	
4.	Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, MSi	Pembimbing II	
5.	Prof. Dr. Soetanto Soehodho, M.Eng	Penguji Ahli	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Ratu Ekky Zakiyyah
Tempat/Tgl.lahir : Banjar, 11 Januari 1975
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl.Cempaka Putih Timur 17/E2, Jakarta Pusat 10510
Agama : Islam
Email : ratu_ekky@yahoo.com

Riwayat Pendidikan

1993 – 1999 : Teknik Sipil Konsentrasi Teknik Penyehatan Lingkungan, Universitas Pancasila, Jakarta
1990 – 1993 : SMA Negeri 48 Jakarta Timur
1987 – 1990 : SMP Negeri 128 Jakarta Timur
1981 – 1987 : SD Negeri Makasar 08 Pagi Jakarta Timur

Riwayat Pekerjaan

2006 - sekarang : PD.Pembangunan Sarana Jaya
2000 – 2006 : Bapeda Provinsi DKI Jakarta
2000 : Dinas Kebersihan Provinsi DKI Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, segala nikmat dan hidayahNya, hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Sains Ilmu Lingkungan pada Program Studi Ilmu Lingkungan-Bidang Perencanaan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia.

Adapun judul penelitian ini adalah :

POTENSI PENDANAAN CDM SEKTOR TRANSPORTASI DI KOTA JAKARTA (Studi Emisi CO₂ Mass Rapid Transit Jakarta)

Penulis tertarik untuk mengkaji topik ini karena besarnya potensi proyek CDM sektor transportasi yang dapat dijalankan Indonesia, namun sampai saat ini masih belum banyak proyek-proyek sektor transportasi di dunia yang dapat memperoleh dana CDM. Indonesia sebagai negara berkembang memiliki hak untuk memperoleh manfaat-manfaat CDM yang didesain untuk membantu negara-negara berkembang di dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Manfaat-manfaat CDM tersebut diantaranya: dalam bidang ekonomi adalah manfaat finansial dari penjualan CERs; dalam bidang teknologi CDM diharapkan mampu memberikan alih teknologi; dalam bidang sosial terjadinya peningkatan kesempatan kerja, penghasilan, efisiensi waktu; dalam bidang lingkungan penurunan emisi GRK akan meningkatkan kualitas lingkungan. Upaya-upaya penurunan emisi GRK (baik melalui CDM atau instrumen lain), juga menunjukkan komitmen Indonesia sebagai Pihak UNFCCC dan Protokol Kyoto.

Penelitian ini tidak akan berhasil tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih terutama kepada:

1. Prof. Dr. Pharm. R.T.M. Sutamihardja, Drs. M.Ag (Chem) sebagai Dosen Pembimbing I, yang telah membimbing dan membekali wawasan keilmuan di bidang perubahan iklim.
2. Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, MSi sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah membimbing dan memberikan dorongan kepada penulis.

3. Prof. dr. Haryoto Kusnoputranto, SKM, Dr. PH sebagai Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan, atas dorongannya kepada penulis untuk menyelesaikan studi.
4. Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik, DEA, sebagai Pembimbing Akademis, atas sarannya sehingga penulis memutuskan memilih topik ini untuk penelitian.
5. Dra. Mari Eko Mulyani, MSi atas waktu dan kesempatan berbagi pengalaman dalam menulis topik CDM, sangat memberikan inspirasi kepada penulis.
6. Rekan-rekan mahasiswa PSIL Angkatan 27B: Agdalena, Alfitri Yulharnida, Ary Sulistiyo, Anggita Dhini Rarastri, Ayu Satya Damayanti, Asih Widiastuti, Monang Sidabukke, Deny Nuryadi, Prasetyo Wicaksono, Fakhrudin Mustafa, Nur Hadi, Yoga Maryanto, atas segala dukungan, bantuan, dan juga persahabatan selama belajar bersama di Program Studi Ilmu Lingkungan.
7. Semua staf administrasi dan akademik Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia yang telah membantu kelancaran penulis semasa studi (*Mbak Irna, Mbak Erny, Ibu Mido, Pak Udin, Mas Nasrullah dan Mas Juju*)
8. Suami tercinta Vici Hartawan Tjaja, ST, MT terima kasih atas segala pengertian, dukungan, dan doa kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
9. Ananda tersayang Rania Zafrina Tjaja, terima kasih atas segala pengertiannya, semoga tulisan ini dapat menginspirasinya untuk mendapatkan pendidikan yang jauh lebih baik di kemudian hari.

Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademis dan pemerintah Indonesia, khususnya institusi-institusi yang melaksanakan CDM. Penulis menghargai segala masukan dan saran dari pembaca.

Jakarta, Juli 2011

Ratu Ekky Zakiyyah

ABSTRAK

Nama : Ratu Ekky Zakiyyah
NPM : 0806447715
Program Studi : Ilmu Lingkungan
Judul Tesis : Potensi Pendanaan CDM Sektor Transportasi di Kota Jakarta (Studi Emisi CO₂ Mass Rapid Transit Jakarta)

Masalah kemacetan di kota Jakarta menyebabkan kerugian ekonomi yang meliputi nilai waktu, biaya bahan bakar dan biaya kesehatan. Pada sektor lingkungan, kemacetan menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat sehingga emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor juga meningkat. Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor diantaranya merupakan gas rumah kaca yang keberadaannya di atmosfer perlu dikendalikan. Jumlah gas rumah kaca yang berlebih di atmosfer, dapat mengakibatkan ancaman *global warming*. Untuk menangani hal tersebut, pada tingkat Internasional telah diadakan beberapa konvensi antar negara dan mekanisme untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. *Clean Development Mechanism* (CDM) yang dihasilkan dari Protokol Kyoto memungkinkan bagi Indonesia selaku negara berkembang untuk dapat memanfaatkannya dalam perolehan dana, alih teknologi dan tenaga ahli pada kegiatan penurunan emisi gas rumah kaca. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta berencana untuk membangun *Mass Rapid Transit* Jakarta yang diharapkan dapat menjadi moda transportasi massal yang dapat mengatasi kemacetan di kota Jakarta. Potensi penurunan emisi CO₂ dari adanya peralihan moda transportasi ke *Mass Rapid Transit* Jakarta, dapat diarahkan untuk memperoleh pendanaan *Clean Development Mechanism* (CDM)

Kata Kunci: *Clean Development Mechanism*, peralihan moda transportasi, *Mass Rapid Transit* Jakarta

ABSTRACT

Name : Ratu Ekky Zakiyyah
NPM : 0806447715
Study Program : Ilmu Lingkungan
Title : Potential CDM Funding for Transport Sector in Jakarta
(CO₂ Emission Study Mass Rapid Transit Jakarta)

Problem of congestion in the city causing economic losses include the value of time, fuel costs and health costs. In the environmental sector, congestion causes increased fuel consumption so that the emissions produced by motor vehicles also increased. Emissions produced by motor vehicles of which are greenhouse gases whose presence in the atmosphere need to be controlled. The amount of excess greenhouse gases in the atmosphere, can lead to *global warming threat*. To deal with such matters, at the International level has held several conventions between countries and mechanisms to reduce greenhouse gas emissions. *Clean Development Mechanism* (CDM) resulting from the Kyoto Protocol allows for Indonesia as a developing country to be able to utilize them in the acquisition of funds, transfer of technology and expertise in the activity reduction of greenhouse gas emissions. DKI Jakarta Provincial Government plans to build a *Mass Rapid Transit* Jakarta is expected to be a mode of mass transportation can address congestion in the city. CO₂ emissions reduction potential of the transition mode of transport to Jakarta Mass Rapid Transit, can be directed to funding *the Clean Development Mechanism* (CDM)

Keywords: Clean Development Mechanism, transition mode of transport, Mass Rapid Transit Jakarta

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN UNTUK SEMINAR HASIL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
BIODATA PENULIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
RINGKASAN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Manfaat Penelitian.....	9
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	9
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kerangka Teoritik.....	11
2.1.1 Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.....	11
2.1.2 Perubahan Iklim.....	13
2.1.2.1 Definisi Perubahan Iklim.....	13
2.1.2.2 Penyebab Perubahan Iklim.....	14
2.1.2.3 Dampak Pemanasan Global.....	15
2.1.3 Mitigasi Pemanasan Global.....	16

2.1.4 Status Emisi Indonesia.....	17
2.1.5 Emisi Sektor Transportasi	18
2.1.6 Permasalahan Transportasi Jakarta.....	19
2.1.7 Perencanaan Transportasi Berkelanjutan.....	25
2.1.8 Biaya Transportasi.....	26
2.1.9 <i>Traffic Demand Management (TDM) dengan Electronic Road Pricing</i>	28
2.1.10 Transportasi Massal.....	33
2.1.11 CDM dan Pembangunan Berkelanjutan.....	36
2.1.12 Peraturan Perundang-undangan.....	45
2.2 Kerangka Berpikir.....	46
2.3 Kerangka Teori.....	47
2.4 Kerangka Konsep.....	48
3. METODE PENELITIAN	49
3.1 Pendekatan dan Metode Penelitian.....	49
3.1.1 Pendekatan.....	49
3.1.2 Metode Penelitian.....	49
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	50
3.3 Responden Penelitian.....	50
3.4 Variabel Penelitian.....	51
3.5 Data Penelitian.....	51
3.5.1 Jenis dan Sumber Data.....	51
3.5.2 Metode Pengumpulan Data Primer.....	52
3.5.3 Metode Pengumpulan Data Sekunder.....	53
3.6 Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	53
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Interaksi Sistem Transportasi terhadap Lingkungan Alam, Lingkungan Binaan dan Lingkungan Sosial.....	55
4.2 Demografi.....	56
4.3 Kondisi Transportasi di DKI Jakarta dan sekitarnya.....	57
4.4 Jumlah kendaraan bermotor di DKI Jakarta.....	59
4.4.1 Analisis Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar di	

DKI Jakarta.....	60
4.5 Mass Rapid Transit Jakarta.....	62
4.5.1 Lokasi Proyek MRT Jakarta.....	62
4.5.2 Jalur Kereta MRT Jakarta.....	64
4.5.3 Sistem Operasi.....	66
4.5.4 <i>Transit Oriented Development</i>	68
4.5.4.1 Meningkatnya Kinerja Sistem Transportasi.....	70
4.5.5 Analisis Perhitungan Emisi Sebelum MRT Jakarta Beroperasi Di Jalur MRT Lebak Bulus-Dukuh Atas.....	72
4.5.6 Analisis Perhitungan Potensi Pemasukan Dana dari Pemberlakuan <i>Traffic Demand Management</i> melalui <i>Electronic Road Pricing</i>	80
4.5.7 Pembangkitan Listrik Efisiensi Tinggi Berbahan Batu Bara.....	83
5. KESIMPULAN	
5.1. Kesimpulan.....	85
5.2. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lingkaran Lingkungan Hidup.....	12
Gambar 2.2 Konsentrasi gas CO ₂ dalam 400.000 tahun terakhir	15
Gambar 2.3 <i>Solutions Global Warming</i>	17
Gambar 2.4 CO ₂ <i>Emission From Energi Sector</i>	19
Gambar 2.5 SITRAMP <i>Master Plan Medium Term 2010</i>	24
Gambar 2.6 <i>Traffic Demand Management</i>	29
Gambar 2.7 Aplikasi <i>Electronic Road Pricing</i> di Singapore.....	30
Gambar 2.8 Aplikasi <i>Electronic Road Pricing</i> di London	31
Gambar 2.9 Aplikasi <i>Electronic Road Pricing</i> di Stockholm.....	32
Gambar 2.10 Pilar-pilar pembangunan berkelanjutan.....	37
Gambar 2.11 Penyaringan kandidat proyek CDM.....	40
Gambar 2.12 <i>Baseline</i>	41
Gambar 2.13 Siklus proyek MPB	43
Gambar 2.14 Kerangka Teori.....	47
Gambar 2.15 Kerangka Konsep.....	48
Gambar 3.1 <i>Fuel Consumption Rate</i>	53
Gambar 4.1 Jumlah dan jenis kendaraan bermotor di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2005 – 2010.....	51
Gambar 4.2 <i>Elevated Station</i>	63
Gambar 4.3 <i>Underground Station</i>	63
Gambar 4.4 Peta Jalur MRT.....	65
Gambar 4.5 <i>Transit Oriented Development Zone</i>	68
Gambar 4.6 Penurunan Emisi CO ₂ di jalur MRT Setelah MRT beroperasi	77
Gambar 4.7 Emisi CO ₂ di jalur MRT setelah MRT beroperasi.....	79

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Proyek Transportasi di dunia yang telah didaftarkan pada <i>Executive Board CDM</i>	5
Tabel 2.1 Karakteristik Gas-gas Rumah Kaca Utama	14
Tabel 2.2 Enam Jenis Gas Rumah Kaca berdasarkan Protokol Kyoto.....	15
Tabel 2.3 Emisi Gas Rumah Kaca Tiap Sektor di Indonesia.....	18
Tabel 2.4 Volume Pergerakan Komuter Jabodetabek	20
Tabel 2.5 Pertambahan Jumlah Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta.....	21
Tabel 2.6 Pertambahan Jumlah Kendaraan Bermotor di Jabodetabek	19
Tabel 2.7 Biaya Publik untuk Sektor Transportasi	26
Tabel 2.8 Belanja Sektor Transportasi Pemda di Jabodetabek Tahun 2002.....	28
Tabel 2.9 Beberapa Jenis MRT yang ada di dunia.....	34
Tabel 2.10 Proyek-proyek Mekanisme Pembangunan Bersih yang potensial di Indonesia.....	44
Tabel 3.1 Metode penelitian	49
Tabel 3.2 Variabel penelitian dan definisi operasional.....	51
Tabel 3.3 <i>CO₂ Emission Factor of Gasoline and Diesel</i>	54
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk DKI Jakarta Tahun 2000 – 2009.....	57
Tabel 4.2 Jumlah kendaraan bermotor wilayah hukum Polda Metro Jaya.....	58
Tabel 4.3 Fasilitas Pendukung MRT Jakarta.....	64
Tabel 4.4 Kapasitas Penumpang MRT Jakarta.....	66
Tabel 4.5 Rencana Operasi MRT.....	67
Tabel 4.6 Fitur Proyek MRT.....	67
Tabel 4.7 Volume Lalu Lintas Saat ini (2010).....	74
Tabel 4.8 Emisi Lalu Lintas Saat ini (2010) ton CO ₂	75
Tabel 4.9 Emisi Sebelum Proyek Berjalan dan Setelah Proyek Berjalan (ton CO ₂).....	76
Tabel 4.10 Emisi Karbon Tiap Jenis Bahan Bakar.....	78
Tabel 4.11 <i>Source of the greenhouse gas taken into account for reduction calculation</i>	79

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Jumlah Penduduk DKI Jakarta Tahun 2000 – 2009
- Lampiran 2. Jumlah Kendaraan Bermotor Wilayah Hukum Polda Metro Jaya Tahun 1998 – 2010
- Lampiran 3. Jumlah Kendaraan di DKI Jakarta Tahun 2005 – 2007, berdasarkan pemakaian jenis bahan bakar
- Lampiran 4. Jumlah Kendaraan di DKI Jakarta Tahun 2008 – 2010 (25 November 2010), berdasarkan pemakaian jenis bahan bakar
- Lampiran 5. Jumlah konsumsi Bahan Bakar di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2005 – 2007
- Lampiran 6. Jumlah konsumsi bahan bakar di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2008 – 2010
- Lampiran 7. Jumlah Emisi CO₂ Tahun 2005 – 2007 di Provinsi DKI Jakarta
- Lampiran 8. Jumlah Emisi CO₂ Tahun 2008 – 2010 di Provinsi DKI Jakarta
- Lampiran 9. *Fuel Consumption Rate*
- Lampiran 10. *CO₂ Emission Factors of Gasoline and Diesel*
- Lampiran 11. Volume Lalu Lintas Saat Ini (2010), di jalur MRT Lebak Bulus – Dukuh Atas
- Lampiran 12. Proyeksi Volume Lalu Lintas Masa Depan, di jalur MRT Lebak Bulus – Dukuh Atas
- Lampiran 13. Proyeksi Jumlah Penumpang/kendaraan untuk pengalihan ke MRT
- Lampiran 14. Proyeksi Pengurangan Jumlah Kendaraan dengan pengalihan ke MRT Jakarta
- Lampiran 15. Proyeksi kendaraan pribadi di jalan setelah pengurangan
- Lampiran 16. Proyeksi kendaraan pribadi yang berkurang dengan TDM
- Lampiran 17. Proyeksi jumlah penumpang dengan sistem TDM
- Lampiran 18. Proyeksi Jumlah Penumpang MRT Tahun 2017 – 2037
- Lampiran 19. Penurunan Emisi CO₂ Setelah MRT Beroperasi
- Lampiran 20. Perhitungan Emisi Listrik MRT Jakarta

DAFTAR SINGKATAN

- CDM : *Clean Development Mechanism*
Mekanisme penurunan emisi GRK yang dapat dilakukan antara negara maju dan negara berkembang untuk menghasilkan CER
- CER : *Certified Emission Reduction*
Unit penurunan emisi GRK yang dilakukan melalui proyek CDM
- CH₄ : Metana
Salah satu dari enam GRK yang diperhitungkan dalam Pasal 3 Protokol Kyoto yang memiliki GWP sekitar 25 kali CO₂. GRK ini banyak dihasilkan oleh dekomposisi bahan organik secara anaerobik misalnya di sawah, perut besar ruminansia, rayap, dan penimbunan sampah organik.
- CO₂ : Karbon dioksida
Salah satu dari enam GRK yang diperhitungkan dalam Pasal 3 Protokol Kyoto. Merupakan GRK utama yang dijadikan sebagai referensi GRK yang lain sehingga GWP-nya diberi nilai 1. GRK ini banyak dihasilkan oleh pembakaran BBF, biomassa, dan alih guna lahan
- DNA : *Designated National Authority*
Lembaga nasional yang ditunjuk pemerintah negara berkembang untuk menangani CDM
- ERP : *Electronic Road Pricing*
- GRK : Gas Rumah Kaca
Gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan menyerap radiasi gelombang panjang yang di pancarkan bumi sehingga menimbulkan pemanasan atau peningkatan suhu bumi
- Gt : Gigaton (10⁹ ton)
Unit yang sering digunakan untuk menyatakan banyaknya karbon atau karbon dioksida di atmosfer
- GWP : *Global Warming Potential*
- IAQMS : International Academy of Quantum Molecular Science
- IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change
Suatu panel ilmiah yang ditunjuk oleh pemerintah anggota Konvensi Perubahan Iklim untuk melakukan pengkajian (*assessment*) terhadap perubahan iklim

- JI : *Joint Implementation*
Mekanisme penurunan emisi GRK yang dapat dilakukan antarnegara maju untuk menghasilkan ERU
- MRT : *Mass Rapid Transit*
Moda transportasi yang memiliki kapasitas angkut yang besar dalam waktu tempuh yang cepat dan berorientasi transit.
- N₂O : Dinitrogen oksida
Salah satu dari enam GRK yang diperhitungkan dalam Pasal 3 Protokol Kyoto
- NSS : *National Strategy Study*
Sebuah inisiatif Bank Dunia mengenai strategi implementasi CDM di negara berkembang
- PFCs : *Perfluorocarbons*
Salah satu dari enam GRK yang diperhitungkan dalam Pasal 3 Protokol Kyoto
- SF₆ : *Sulphur Hexafluoride*
Salah satu dari enam GRK yang diperhitungkan dalam Pasal 3 Protokol Kyoto
- SNC : *Second National Communication*, merupakan dokumen resmi mengenai upaya dalam menangani perubahan iklim di Indonesia yang disampaikan kepada UNFCCC
- TDM : *Traffic Demand Management*
- TOD : *Transit Oriented Development*
- UNFCCC : *United Nations Framework Convention on Climate Change*
Konvensi Kerangka PBB tentang perubahan iklim yang bertujuan untuk menstabilkan konsentrasi GRK sehingga tidak membahayakan sistem iklim bumi. Konvensi ini sudah diratifikasi Indonesia dalam bentuk UU No.6/1994

RINGKASAN

Program Studi Ilmu Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Indonesia

Tesis, Juni 2011

Nama : Ratu Ekky Zakiyyah
NPM : 0806447715
Judul Tesis : Potensi Pendanaan CDM Sektor Transportasi di Kota Jakarta (Studi Emisi CO₂ *Mass Rapid Transit* Jakarta)
Jumlah halaman : Halaman permulaan, 21; halaman isi, 82; Gambar 23, Tabel 25

Kemacetan lalu lintas di kota Jakarta merupakan masalah utama yang perlu ditangani segera. Akibat yang ditimbulkan dari kemacetan tersebut adalah kerugian ekonomi yang meliputi nilai waktu, nilai bahan bakar dan nilai kesehatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yayasan Pelangi pada tahun 2005, kemacetan di Jakarta menimbulkan kerugian ekonomi sebesar Rp.12,8 triliun/tahun. Selain itu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Study Integrated Transportation Master Plan II* (SITRAMP II) pada tahun 2004 menyatakan bahwa jika tidak ada upaya perbaikan pada sistem transportasi di kota Jakarta hingga tahun 2020, maka kerugian ekonomi yang disebabkan oleh kemacetan diperkirakan mencapai Rp. 65 triliun/tahun.

Data yang kami peroleh dari Ditlantas Polda Metro Jaya menunjukkan pertumbuhan kendaraan bermotor di wilayah hukum Polda Metro Jaya yang meliputi Jakarta, Bekasi dan Tangerang sejak tahun 1998 sampai dengan tahun 2010 memiliki persentase kenaikan rata-rata untuk seluruh kendaraan sebesar 9,83% dengan rincian mobil penumpang sebesar 6,34%, mobil beban 3,61%, untuk bis mengalami penurunan sebesar 0,03% per tahun, sedangkan sepeda motor memiliki persentase kenaikan tertinggi yaitu 12,78% atau sekitar 548.319 sepeda motor/tahun.

Jumlah dan jenis kendaraan yang berada di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2010, menurut data yang diperoleh dari Dinas Komunikasi dan Informasi Provinsi DKI Jakarta yaitu kendaraan bermotor yang pembayaran pajaknya di Dinas Pelayanan Pajak Provinsi DKI Jakarta adalah mobil penumpang sebanyak 258.875, jeep 104.394, minibus 731.580, pick up 105.823, bis tingkat 82.311, dumptruck 18.621, mikrolet 12.652, kendaraan roda tiga 133.077, alat-alat berat 25.372, dan jumlah tertinggi adalah sepeda motor yaitu 2.559.511. Dengan asumsi kecepatan kendaraan 50km/jam dan panjang lintasan tiap kendaraan dalam satu hari adalah 10km, menurut hasil perhitungan konsumsi bahan bakar kendaraan pada tahun 2010 adalah sebesar 1.589.866.708 liter/tahun untuk bensin, dan solar sebanyak

28.652.850 liter/tahun. Konsumsi bahan bakar bensin dan solar pada tahun 2010 menghasilkan emisi CO₂ sebesar 4.364.276 ton CO₂.

Pertumbuhan kendaraan bermotor berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi bahan bakar dan emisi yang dihasilkan. Emisi dari bahan bakar kendaraan bermotor diantaranya berupa gas rumah kaca yang keberadaannya di atmosfer perlu dikendalikan karena mengakibatkan ancaman *global warming*. Kebijakan Pemda Provinsi DKI Jakarta untuk membangun MRT diharapkan dapat menjadi moda transportasi massal dengan kecepatan yang relatif tinggi dan kapasitas penumpang yang besar, sehingga diharapkan terjadi penurunan volume kendaraan.

Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Metode yang digunakan untuk mengetahui potensi penurunan emisi gas CO₂, potensi pemasukan dana dari pemberlakuan *Traffic Demand Management* melalui *Electronic Road Pricing* adalah dengan metode survei. Pengambilan data dilakukan melalui studi literatur, wawancara, dan analisis perhitungan.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, didapatkan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Pembangunan MRT Jakarta diperkirakan berpengaruh terhadap penurunan kendaraan pribadi sebesar 275.134 kendaraan pada masa 3 tahun operasi, dengan pengurangan emisi CO₂ sebesar 113.429 ton CO₂/tahun tetapi penurunan tersebut tidak cukup besar untuk memperoleh dana CDM, karena emisi listrik yang digunakan berasal dari pembakaran batubara menurut hasil perhitungan diperkirakan menghasilkan emisi sebesar 411.720 Ton CO₂/tahun.
2. Pemberlakuan *Traffic Demand Management* berpengaruh terhadap volume kendaraan di jalan, mengurangi kemacetan, mendorong penggunaan transportasi massal, menurunkan polusi dan berpotensi sebagai sumber pendapatan bagi belanja sektor transportasi. Dari hasil perhitungan diperoleh dana sebesar Rp. 9.916.240.000,-
3. Faktor-faktor yang dapat menghambat perolehan CDM karena MRT masih menggunakan listrik yang menghasilkan emisi, metode perhitungan baseline kompleks dan banyak menggunakan asumsi, tenaga ahli yang masih terbatas.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai upaya efisiensi pembangkit listrik untuk menghasilkan emisi yang lebih rendah, penelitian mengenai *Transit Oriented Development* dalam meningkatkan jumlah penumpang di area transit, efektifitas kebijakan *Traffic Demand Management* melalui *Electronic Road Pricing* yang akan diberlakukan sebagai pengganti kebijakan 3 in 1, dalam upaya menurunkan volume lalu lintas.

Daftar Kepustakaan: 28 (dari tahun 1993 sampai 2011)

SUMMARY

**Programme of Study in Environmental Sciences
Postgraduate Programme University of Indonesia
Thesis, June 2011**

Name : Ratu Ekky Zakiyyah
NPM : 080644715
Title : Potensi Pendanaan CDM Sektor Transportasi Di Kota Jakarta
(Studi Emisi CO₂ *Mass Rapid Transit* Jakarta)
Number of pages : Initial page,21; contents, 82; Figures 25; Tables 23

Traffic congestion in the city as a major problem that needs to be addressed immediately. The impact of congestion is the economic losses include the value of time, the fuel value and health value. Based on research conducted by Pelangi Foundation in 2005, congestion in Jakarta caused economic losses amounting to Rp.12, 8 trillion/year. In addition, based on research conducted by *the Integrated Transportation Master Plan Study II* (SITRAMP II) in 2004 states that if no improvements on the transportation system in the city until 2020, then the economic losses caused by congestion is estimated to reach Rp. 65 trillion/year.

The data we get from Ditlantas Polda Metro Jaya showed growth of motor vehicles in the jurisdiction of which includes the Polda Metro Jaya Jakarta, Bekasi and Tangerang since 1998 up to 2010 had an average percentage increase for the entire vehicle by 9.83% with car breakdown passengers at 6.34%, 3.61% load cars, to buses has decreased by 0.03% per year, while motorcycles have the highest percentage increase of 12.78% or about 548,319 motorcycles/year.

The number and type of vehicles that are in the province of Jakarta in 2010, according to data obtained from the Office of Communication and Information Jakarta Province motor vehicle tax payments at the Office of Tax Service DKI Jakarta Province are as many as 258.875 passenger cars, jeeps 104.394.731.580 minivans, pickup 105.823, 82.311 double-decker bus, 18.621 dumptruck, microbus 12.652, 133.077 three-wheeled vehicles, heavy equipment 25.372, and the highest number of motorcycles is 2.559.511. Assuming 50 km/jam vehicle speed and path length of each vehicle in one day is 10 km, according to the calculation of vehicle fuel consumption in 2010 amounted to 1.589.866.708 liters/year for gasoline, and diesel as many as 28.652.850 liters/year. Consumption of gasoline and diesel fuel in 2010 produces CO₂ emissions by 4.364.276 tonnes of CO₂.

The growth of motor vehicle is directly proportional to the increase in fuel consumption and emissions produced. Emissions from motor vehicle fuels such as

a greenhouse gas whose presence in the atmosphere should be controlled because it resulted in the threat of *global warming*. DKI Jakarta Provincial Government policy to build the MRT is expected to be a mode of mass transport with a relatively high speed and large passenger capacity, so expect a decline in traffic volume.

This research approach uses a quantitative approach. The method used to determine the potential reduction in CO₂ emissions, the potential revenue funds from the application of *Traffic Demand Management* through *Electronic Road Pricing* is a survey method. Data is collected through a literature study, interviews, and analysis of the calculation.

Based on analysis of data obtained, the obtained results as follows:

1. Jakarta MRT construction is estimated to affect the decline in private vehicles by 275.134 vehicles during the third year of operation, with reduced CO₂ emissions by 113.429 tons CO₂/year but the decline is not large enough to obtain CDM funds, due to emissions of the electricity used comes from burning coal according to the calculation of estimated emissions by 411.720 tons CO₂/year.
2. Application of Traffic Demand Management influence on the volume of vehicles on the road, reduce congestion, encourage use of mass transportation, reduce pollution and potentially a source of revenue for transport sector expenditures. From the calculation results obtained funds amounting to Rp.9.916.240.000, -
3. Factors that may impede the acquisition of CDM because the MRT is still using electricity that produce emissions, the baseline calculation methods and a lot of complex assumptions, experts are still limited.

Number of Reference: 28 (issued from 1993 to 2011)

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan isu strategis dunia. Penyebab utamanya adalah peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Peningkatan gas rumah kaca dimulai sejak revolusi industri pada abad ke 18. Semakin berkembangnya tingkat perekonomian dan peradaban dunia, semakin meningkatkan aktifitas manusia di segala sektor untuk memenuhi kebutuhannya. Revolusi Industri mengawali peningkatan penggunaan bahan bakar fosil, deforestasi, perluasan hunian dan lain-lain. Penggunaan bahan bakar fosil secara signifikan meningkatkan konsentrasi CO₂ di atmosfer yang mengakibatkan efek rumah kaca.

Efek rumah kaca ini sebenarnya sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, karena tanpa efek rumah kaca planet ini akan menjadi sangat dingin. Akan tetapi sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah berlebihan di atmosfer akan mengakibatkan pemanasan global.

Dalam laporan yang dikeluarkan pada tahun 2001, *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* menyimpulkan bahwa temperatur udara global telah meningkat 0,6 °C (1 derajat Fahrenheit) sejak 1861. Panel menyetujui bahwa pemanasan tersebut terutama disebabkan oleh aktivitas manusia yang menambah gas-gas rumah kaca ke atmosfer. IPCC memprediksi peningkatan temperatur rata-rata global akan meningkat 1,1 hingga 6,4 °C (2,0 hingga 11,5 °F) antara tahun 1990 dan 2100.

Menurut IPCC dalam 100 tahun terakhir telah terjadi peningkatan permukaan air laut setinggi 10-25 cm. Sementara itu diperkirakan bahwa tahun 2100 mendatang akan terjadi peningkatan air laut setinggi 15-95 cm (Greenpeace-1998 *dalam* Suparmoko, 2008). Peningkatan air laut setinggi 1m akan sangat mempengaruhi kehidupan di daerah pantai menyebabkan hilangnya 1% daratan Mesir, Belanda 6%, Bangladesh sebesar 17,5% dan 80% atol di Kepulauan Marshall menghilang (Fred Pearce-2001 *dalam* Suparmoko, 2008).

Berbagai studi IPCC memperlihatkan bahwa telah terjadi kenaikan permukaan air laut sebesar 1-2 meter dalam 100 tahun terakhir. Menurut IPCC, pada tahun 2030 permukaan air laut akan bertambah antara 8-29 cm dari permukaan air laut saat ini. Ketika tinggi lautan mencapai muara sungai, banjir akibat air pasang akan meningkat di daratan. Negara-negara kaya akan menghabiskan dana yang sangat besar untuk melindungi daerah pantainya, sedangkan negara-negara miskin mungkin hanya dapat melakukan evakuasi ke daerah yang lebih tinggi.

Pemanasan global akan menyebabkan suhu air laut meningkat 2-3°C. Temperatur air laut di Indonesia akan meningkat 0,2 sampai dengan 2,5°C yang menyebabkan sebagian alga mati karena tidak mampu beradaptasi dengan perubahan suhu air laut. Alga sebagai sumber makanan bagi terumbu karang ketersediaannya menipis sehingga mempengaruhi kehidupan terumbu karang. Terumbu karang pun mati dan memutih (*coral bleaching*). Pemutihan terumbu karang telah mengakibatkan ikan-ikan yang bernilai ekonomi tinggi seperti ikan kerapu macan, kerapu sunu, napoleon, dan lain-lain menjadi menurun jumlahnya karena tidak ada lagi terumbu karang yang dapat dihuni untuk berkembangbiakkan ikan-ikan tersebut (Sutamihardja, 2009).

Perubahan iklim berpengaruh pada penyebaran penyakit melalui air (*waterborne diseases*) maupun penyebaran penyakit melalui vektor (*vector-borne diseases*). Seperti meningkatnya penderita demam berdarah karena munculnya ruang baru untuk nyamuk ini berkembang biak. Demam berdarah dapat meningkat sebanyak tiga kali lipat pada tahun 2070 (IPCC, 2006). Perubahan iklim akan terus terjadi jika tidak dilakukan upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Oleh karenanya pada tahun 1992 negara-negara yang tergabung dalam Dewan Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) menyelenggarakan sebuah konvensi untuk perubahan iklim yaitu *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Tujuan utama konvensi adalah tercapainya kestabilan konsentrasi GRK di atmosfer.

Kemudian pada tahun 1997 disepakati sebuah protokol yaitu Protokol Kyoto yang mengemban amanat UNFCCC untuk melakukan mitigasi perubahan iklim yang wajib dilaksanakan oleh semua pihak konvensi. Ketentuan penting dalam Protokol Kyoto adalah kewajiban bagi negara-negara maju yang tergabung dalam *Annex I Countries* untuk menurunkan emisi GRK rata-rata 5% dari emisi pada tahun 1990.

Protokol Kyoto menyediakan beberapa mekanisme untuk melakukan upaya penurunan emisi GRK yaitu *Joint Implementation (JI)*, *Emission Trading (ET)*, *Clean Development Mechanism (CDM)*. Mekanisme CDM merupakan instrumen dalam Protokol Kyoto yang memungkinkan negara-negara berkembang termasuk Indonesia ikut dalam pelaksanaannya. Sebagai negara berkembang, Indonesia mempunyai peluang yang besar untuk memperoleh pendanaan CDM dalam kegiatan pembangunannya. Sektor-sektor yang potensial untuk memperoleh pendanaan CDM diantaranya adalah sektor energi, termasuk di dalamnya adalah sektor transportasi.

Sektor transportasi di Indonesia khususnya kota Jakarta masih perlu disempurnakan sehingga menjadi sistem transportasi yang efektif yang dapat menunjang percepatan laju perekonomian. Transportasi umum sebaiknya menjadi tulang punggung bagi sistem transportasi di Jakarta. Karena pertumbuhan kendaraan bermotor maupun mobil pribadi tidak sebanding dengan pembangunan infrastruktur jalan, dan jika tidak dibenahi jumlah kendaraan bermotor dan mobil pribadi akan menyamai kapasitas jalan yang berarti kemacetan sempurna. Transportasi yang efektif tidak saja akan menunjang percepatan ekonomi, akan tetapi banyak hal yang dapat diperoleh yaitu efektivitas waktu, efektivitas penggunaan bahan bakar, efektivitas penggunaan ruang, peningkatan kapasitas daya angkut, penurunan pencemaran udara dan lain-lain. Pada saat ini Jakarta berencana untuk membangun sistem transportasi massal MRT yang diharapkan dapat meningkatkan efektivitas transportasi di kota Jakarta. Akan tetapi untuk membangun sistem transportasi yang efektif diperlukan biaya yang tidak sedikit.

Dalam konteks Indonesia sebagai negara yang turut berperan serta aktif dalam upaya mitigasi perubahan iklim global, perencanaan transportasi dalam hal ini pembangunan MRT dapat diarahkan untuk memperoleh pendanaan CDM sebagai salah satu mekanisme Protokol Kyoto yang memungkinkan Indonesia sebagai negara berkembang dapat turut serta.

Dalam *National Strategy Study On Clean Development Mechanism in Indonesia*, disampaikan bahwa proyeksi emisi CO₂ sejak tahun 2000 hingga tahun 2025, sektor transportasi dengan proyeksi pada tahun 2000 sebesar 54,91 juta ton dan pada tahun 2025 dengan proyeksi sebesar 167,58 juta ton dengan kenaikan rata-rata 3,4%/tahun. Sedangkan menurut studi yang dilaksanakan oleh Bank Dunia dan pemerintah Inggris, disampaikan bahwa Indonesia merupakan negara penghasil emisi GRK ketiga di dunia. Total emisi CO₂ tahunan Indonesia adalah 3,014 miliar ton; USA sebagai penghasil emisi terbesar di dunia menghasilkan 6,005 miliar ton; diikuti oleh Cina dengan 5,017 miliar ton (*PEACE-2007 dalam Mulyani, 2009*). Melihat kenyataan ini Indonesia sebagai penghasil GRK terbesar ketiga di dunia dan sebagai negara berkembang yang perlu meningkatkan sistem transportasinya mempunyai kepentingan yang besar dalam upaya menurunkan emisi gas rumah kaca melalui mekanisme CDM dalam pembangunan sarana transportasi di Jakarta.

Beberapa proyek CDM Transportasi di dunia yang telah didaftarkan pada *Executive Board CDM* terdapat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Proyek Transportasi di dunia yang telah didaftarkan pada Executive Board CDM

	Pola	Kode Metodologi	Negara Pengusul	Karakteristik Proyek	Masukan dari EB	Estimasi CER (ton CO ₂)	Tahapan Persetujuan
Penggantian Moda Transport (sektor swasta)	Perubahan moda dari transportasi darat ke transportasi laut	NM128	Brazil	a. Ide dasar: meningkatkan efisiensi transportasi	a. Menggunakan baseline yang bersifat statis	63.799	Tidak disetujui
	Perubahan moda dari jalan ke transportasi menggunakan pipeline	SSC58	India	b. Tujuan : Mengubah dari moda transportasi darat ke moda transportasi yang lebih kecil emisinya	b. Emisi transportnya tidak berhubungan dgn output dari pabrik	63.210	Tidak disetujui
	Proyek Penggantian Moda Transport Cosipar	NM201	Brazil	c. NM0128 + NM0201: transportasi stok bahan makanan menggunakan kapal menggantikan penggunaan truk d. SSC58 Transportasi penyimpanan bahan makanan menggunakan saluran pipa (pipeline)/kapal menggantikan truk/kapal	c. Pembuktian additionality dinilai masih kurang	47.172	Metodologi sdg dipertimbangkan
Peningkatan Efisiensi Sistem Transportasi (+ Penggantian Moda)	Transmillenio sistem transportasi massal kota	NM52/NM105	Columbia	a. Tujuan : Memperkenalkan Sistem BRT sebagai rute bus utama b. Pengurangan emisi dilakukan melalui: meningkatkan kemampuan armada bus dengan mengganti bus tua, mengurangi hambatan waktu perjalanan, melakukan penggantian kendaraan pribadi ke bus	c. Skenario Baseline kemungkinan tidak dapat menggambarkan emisi GRK jika proyek tidak ada d. Menggunakan baseline yang bersifat statik e. Proyek secara spesifik diakui sebagai additionality tanpa mengajukan suatu metodologi Banyak menggunakan asumsi (adanya rebound effect)	3.332.859	Disetujui, Proyek dalam validasi
	BRT Project, Mexico	NM 158	Mexico			181.209	Tidak disetujui

Sumber:(dari berbagai sumber, diolah)

CDM Transportasi memiliki kriteria yang lebih sulit dibandingkan dengan CDM sektor lain dalam hal metode yang digunakan untuk mengukur *baseline*. Proyek Transportasi mencakup wilayah yang luas dan berhubungan dengan banyak sektor dibandingkan proyek sampah atau industri. Selain itu, dalam sektor transportasi diperlukan banyak data dan banyak digunakan asumsi. Baru satu proyek transportasi di dunia yang berhasil mendapatkan *CERs*, yaitu Transmillenio Bogota. Pemda DKI Jakarta pernah mengusulkan *bussway* untuk memperoleh dana CDM, akan tetapi belum berhasil, karena proyek tersebut sudah berjalan sebelum pengajuan ke *Executive Board CDM* selain itu sulitnya untuk mengukur kondisi *baseline*.

Saat ini Pemda DKI Jakarta sedang merencanakan pembangunan transportasi massal MRT. Jaringan MRT Jakarta yang berbasis rel rencananya akan dibangun ± 100 km terdiri atas jalur Selatan–Utara (Lebak Bulus sampai Kampung Bandan) sepanjang ± 22 km dan jalur Timur–Barat sepanjang ± 80 km. Koridor yang akan dibangun terlebih dahulu adalah Selatan–Utara dari Lebak Bulus sampai dengan Dukuh Atas sepanjang 14,5 km yang ditargetkan mulai beroperasi pada akhir 2016. Pembangunan perpanjangan lintas MRT Jakarta (sepanjang $\pm 7,2$ km) akan melanjutkan jalur Selatan–Utara dari Dukuh Atas ke Kota (koridor *extension*) dan koridor *east-west* menghubungkan wilayah di sebelah barat Jakarta dengan wilayah di sebelah timur Jakarta.

Proyek MRT Jakarta diharapkan dapat menjadi transportasi yang efektif untuk menunjang pertumbuhan ekonomi. Selain itu pada masa konstruksi diperkirakan dapat membuka 48.000 lowongan pekerjaan (aspek *social welfare*), dan proyek ini diharapkan dapat menurunkan pencemaran gas rumah kaca dalam hal ini CO₂ sebesar 0,7% dari total emisi CO₂, yaitu sekitar 93.663 ton per tahun (aspek kelestarian lingkungan). Selain itu dengan dibangunnya MRT dapat menurunkan waktu tempuh antara Lebak Bulus dan Dukuh Atas diharapkan turun dari 1-1,5 jam menjadi 28 menit. Peningkatan kapasitas angkut sekitar 300.000 penumpang/hari. Pembangunan MRT berbasis *Transport Oriented Development* (TOD) dimana sistem MRT dapat mendorong restorasi tata ruang kota. Integrasi

transit-urban diharapkan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi pada area sekitar stasiun (PT. MRT Jakarta, 2010).

Dampak sosial dan budaya yang diharapkan dari kehadiran MRT antara lain: (1) mendorong terjadinya perubahan perilaku bertransportasi dari moda kendaraan pribadi ke angkutan umum, (2) mendorong hadirnya budaya antri, (3) menumbuhkan budaya tepat waktu sebagai akibat dari ketepatan waktu keberangkatan dan kedatangan MRT, dan (4) terjadinya interaksi sosial dalam lingkup yang lebih luas terkait dengan terintegrasinya ruang-ruang publik dengan sistem transportasi massal.

Pendanaan untuk proyek MRT ini diperoleh pinjaman dari JICA, dan jaminan dari pemerintah pusat. Dengan kata lain, proyek MRT ini merupakan proyek nasional yang diselenggarakan oleh Pemprov DKI Jakarta. Pada Oktober 2005 telah dikeluarkan surat keputusan Menko Perekonomian no. 057/2005 yang menetapkan pembayaran pinjaman tersebut ditanggung bersama oleh Pemerintah Pusat dan Pemprov DKI Jakarta dengan komposisi 42% : 58%. Segera setelah keluarnya SK tersebut, pada tahun 2005, juga disepakati struktur proyek dan konsep pendanaan yang disepakati oleh Bappenas, Departemen Perhubungan, Departemen Keuangan, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dan JICA.

Untuk keperluan pembangunan dan pengoperasian sistem MRT Jakarta, dibentuklah PT. MRT Jakarta yang sahamnya sepenuhnya dimiliki Pemprov DKI, pada tanggal 17 Juni 2008, setelah terlebih dulu mendapatkan persetujuan DPRD Provinsi DKI Jakarta melalui Peraturan Daerah No. 3 Tahun 2008 mengenai Pembentukan BUMD PT. MRT Jakarta dan Peraturan Daerah No. 4 Tahun 2008 mengenai Penyertaan Modal Daerah di PT. MRT Jakarta. Kegiatan usaha yang dimiliki oleh PT. MRT Jakarta terdiri atas penyelenggaraan prasarana dan sarana perkeretaapian umum perkotaan yang meliputi pembangunan, pengoperasian, perawatan dan pengusahaan prasarana dan sarana MRT, dan termasuk juga pengembangan dan pengelolaan properti dan bisnis di stasiun dan kawasan sekitar serta depo dan kawasan sekitar sepanjang jalur MRT Jakarta.

Perumusan Masalah

Permasalahan transportasi kota Jakarta hingga kini belum dapat diselesaikan oleh para pengambil kebijakan. Eksternalitas dari permasalahan transportasi kota Jakarta adalah polusi udara, inefisiensi energi, inefisiensi waktu dan beberapa efek ekonomi, sosial maupun psikologis lainnya. Sektor Transportasi Jakarta menyumbang 80% pencemaran udara dari sumber bergerak dibandingkan pencemaran udara dari sumber tidak bergerak yaitu sektor industri sekitar 20%.

Untuk membangun sistem transportasi umum yang efektif diperlukan biaya yang sangat besar. Akan tetapi CDM sebagai salah satu mekanisme Protokol Kyoto memberikan peluang pendanaan bagi proyek di negara-negara berkembang termasuk Indonesia yang dapat menurunkan emisi gas rumah kaca. Pendanaan CDM sektor transportasi di dunia yang tercatat, belumlah banyak karena banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam kriteria penilaian proyek transportasi untuk CDM. Transportasi massal *bussway* Jakarta pernah diajukan untuk memperoleh dana CDM, akan tetapi belum berhasil.

Permasalahan di dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: **“Belum adanya pendanaan CDM di Sektor Transportasi kota Jakarta, padahal Jakarta memiliki potensi yang besar untuk memperoleh pendanaan CDM di sektor transportasi”**.

Berdasarkan perumusan masalah di atas, diajukan tiga buah pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Berapakah potensi penurunan emisi CO₂, karena peningkatan efektifitas transportasi karena pembangunan MRT?
2. Berapakah potensi pemasukan dari pemberlakuan *Traffic Demand Management* melalui *Electronic Road Pricing*?
3. Upaya apakah yang dilakukan dalam hal penurunan emisi CO₂ agar MRT Jakarta dapat memperoleh dana CDM?

Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi proyek MRT Jakarta untuk memperoleh pendanaan CDM.

Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi potensi penurunan emisi gas CO₂, karena peningkatan efektivitas transportasi bersamaan dengan pergantian moda transportasi
2. Mengetahui potensi pemasukan dana dari pemberlakuan *Traffic Demand Management* melalui *Electronic Road Pricing* dalam kontribusi sebagai sumber pendapatan untuk belanja sektor transportasi
3. Mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menghambat MRT Jakarta memperoleh pendanaan CDM dalam hal penurunan emisi CO₂.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Bagi pemerintah daerah setempat, penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu masukan untuk merencanakan sistem transportasi yang dapat memperoleh pendanaan CDM.
2. Masyarakat akademis, sebagai bahan kajian ilmu lingkungan bahwa CDM dapat mendukung upaya pembangunan berkelanjutan di Indonesia.
3. Bagi Ilmu Lingkungan, sebagai bahan kajian bahwa CDM dapat menunjang pembangunan berkelanjutan

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah pelaksanaan CDM sektor transportasi di kota Jakarta, dengan pembatasan lingkup penelitian semua moda transportasi dalam hal ini kendaraan pribadi dan angkutan umum, kecuali kereta api. Hal ini dengan alasan bahwa tujuan penelitian adalah untuk mengetahui potensi penurunan emisi CO₂, yang disebabkan oleh peralihan moda angkutan kendaraan pribadi dan

angkutan umum yang mayoritas bahan bakarnya adalah bensin yang memiliki potensi mengeluarkan emisi gas CO₂.



2.TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerangka Teoretik

2.1.1. Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

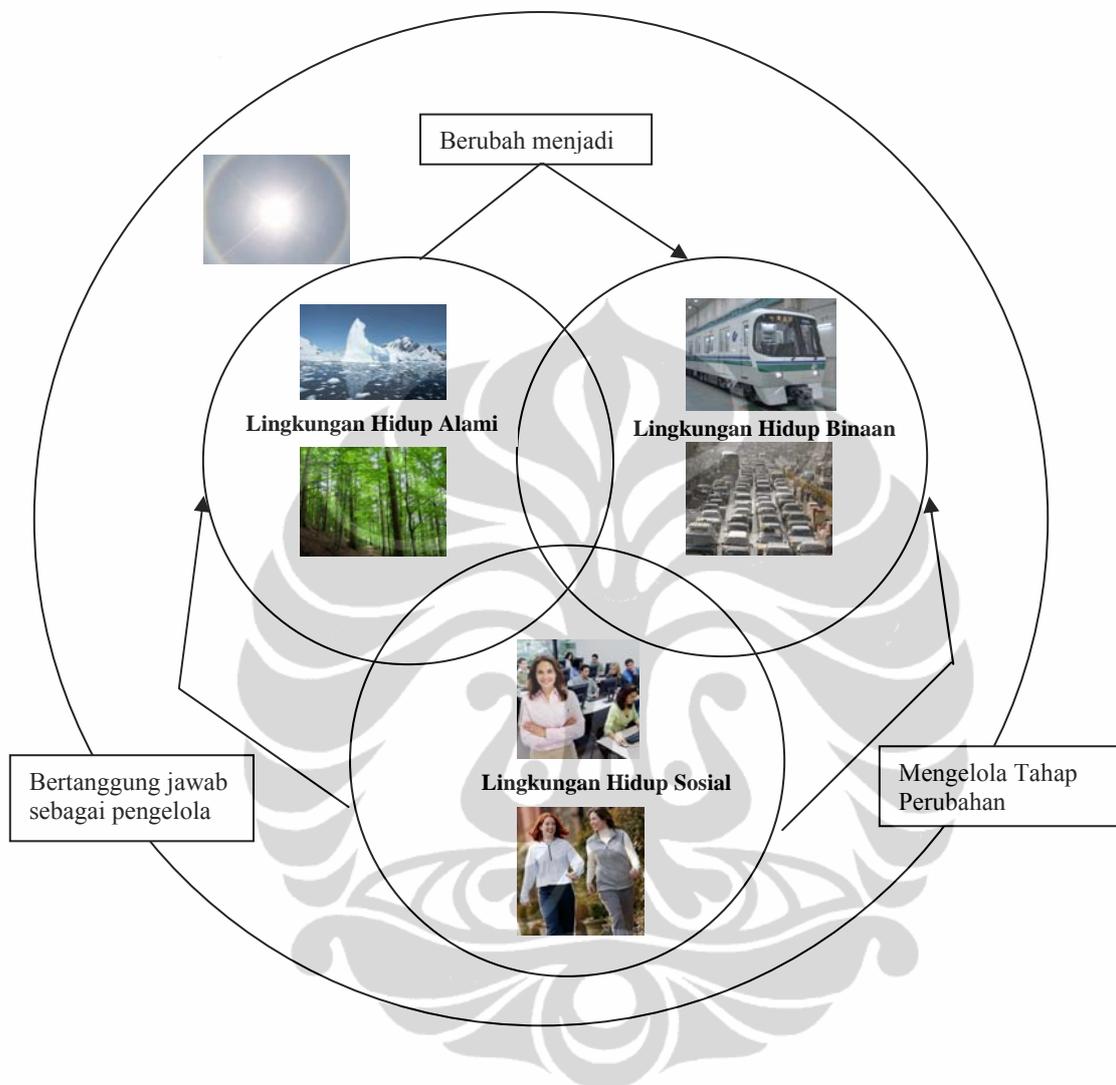
Lingkungan Hidup menurut UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

Pengelolaan lingkungan hidup menurut Undang-undang No.32 tahun 2008 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yaitu: “upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum”.

Pemanasan global yang semakin meningkat mengakibatkan perubahan iklim sehingga mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan hidup karena itu perlu dilakukan upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup oleh seluruh negara di dunia, termasuk Indonesia. Pada tahun 1994, Indonesia meratifikasi UNFCCC sesuai dengan Undang-undang No. 6 Tahun 1994, dan meratifikasi Protokol Kyoto pada tahun 2004 sesuai dengan Undang-undang No.17 Tahun 2004 tentang Pengesahan Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim. Berarti bahwa Indonesia turut berperan serta aktif dalam upaya-upaya penurunan emisi gas rumah kaca, yang mengakibatkan pemanasan global.

Lingkungan Hidup memuat 3 (tiga) komponen utama yaitu Lingkungan Hidup Alami, Lingkungan Hidup Binaan dan Lingkungan Hidup Sosial. Dalam merencanakan proyek transportasi yang salah satu tujuannya adalah untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang dapat mengakibatkan pemanasan global,

keterkaitan antara ketiga komponen lingkungan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Lingkaran Lingkungan Hidup pada proyek MRT Jakarta beserta hubungan antara komponen-komponennya. Sumber: (Soerjani, 2006 diolah)

2.1.2. Perubahan Iklim

2.1.2.1. Definisi Perubahan Iklim

Perubahan iklim menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) di dalam laporan *Fourth Assessment* (2007), adalah:

“Climate change to a change in the state of the climate that can be identified (e.g., by using statistical tests) by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer. Climate change may be due to natural internal processes or external forcing, or

to persistent anthropogenic changes in the composition of the atmosphere or in land use”.

Dapat diartikan bahwa perubahan iklim menunjuk pada suatu perubahan yang terjadi di dalam keadaan iklim yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan uji statistik, baik perubahan-perubahan pada rata-rata tengahnya dan/atau variabilitas komponen-komponennya, dan berlangsung dalam periode yang panjang, biasanya dekade atau lebih panjang. Perubahan iklim dapat disebabkan karena proses-proses internal atau pun kekuatan-kekuatan eksternal, atau adanya perubahan-perubahan antropogenik yang berlangsung terus menerus di dalam komposisi atmosfer atau di dalam penggunaan lahan.

Menurut artikel 1 (satu) “*United Nations Framework Convention on Climate Change*” (UNFCCC), perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan baik secara langsung maupun tidak langsung oleh aktivitas manusia, yang merubah komposisi atmosfer global, dan bersamaan dengan variabilitas iklim alami, teramati dalam kurun waktu yang dapat diperbandingkan:

(“Climate change means a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods”).

UNFCCC membuat perbedaan definisi antara perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas-aktivitas manusia yang merubah komposisi atmosferic dan variabilitas iklim oleh sebab-sebab alami:

“the UNFCCC thus makes a distinction between climate change attributable to human activities altering the atmospheric composition and climate variability attributable to natural cause” (IPCC, 2007)

Suhu rata-rata global pada permukaan bumi telah meningkat $0,74 \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ ($1,33 \pm 0,32^{\circ}\text{F}$) selama seratus tahun terakhir. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyimpulkan bahwa, “sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke 20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia. Kesimpulan dasar ini setidaknya telah dikemukakan oleh setidaknya 30 badan

ilmiah dan akademik, termasuk semua akademi sains nasional dari negara-negara G8.

2.1.2.2. Penyebab Perubahan Iklim

Kegiatan manusia sejak era industri telah menghasilkan gas-gas rumah kaca utama yang jumlahnya terus meningkat. Laporan *Fourth Assessment IPCC 2007* menyatakan bahwa konsentrasi CO₂ saat ini 379 ppmv dan CH₄ lebih besar dari 1774 ppbv keduanya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan masa-masa sekitar 650 ribu tahun yang lalu (dimana konsentrasi CO₂ berkisar antara 180 dan 300 ppmv dan CH₄ antara 320 dan 790 ppbv). Peningkatan konsentrasi CO₂ belum pernah melampaui 30 ppmv dalam seribu tahun, saat ini CO₂ telah meningkat sebesar 30 ppmv hanya dalam 17 tahun terakhir.

Tabel 2.1 Karakteristik Gas-gas Rumah Kaca Utama

Karakteristik	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Konsentrasi pada Pra-Industri	290 ppmv	700 ppbv	275 ppbv
Konsentrasi pada tahun 1992	355 ppmv	1714 ppbv	311 ppbv
Konsentrasi pada tahun 1998	360 ppmv	1745 ppbv	314 ppbv
Konsentrasi pada tahun 2000	379 ppmv	1774 ppbv	319 ppbv
Laju pertumbuhan pertahun	1.5 ppmv	7 ppbv	0.8 ppbv
% pertumbuhan per tahun	0.4	0.8	0.3
Masa hidup (tahun)	5-200	12 - 17	114
Kemampuan memperkuat radiasi	1	21	206

Sumber: IPCC, 2007

Keterangan:

Ppmv: *part per million by volume*; Ppbv: *Part per billion by volume*

Dalam Tabel 2.2 berikut ini disampaikan enam jenis gas rumah kaca berdasarkan Protokol Kyoto yaitu CO₂ (karbondioksida), CH₄ (metana), N₂O (dinitrogen oksida), HFCs (hidroflorokarbon), PFCs (perflorokarbon), SF₆ (sulfur heksaflorida) dengan masing-masing *Global Warming Potential Index* (GWPI).

Tabel 2.2 Enam Jenis Gas Rumah Kaca berdasarkan Protokol Kyoto

No	GRK	GWPI
1	Karbondioksida (CO ₂)	1
2	Metana (CH ₄)	21
3	Nitrogenoksida (N ₂ O)	310
4	Hidroflorokarbon (HFCs)	140 – 11,700
5	Perflorokarbon (PFCs)	6,500 – 9,200
6	Sulfur heksaflorida (SF ₆)	23,900

Nilai potensi pemanasan global dari keenam gas rumah kaca ini tidak persis sama. Potensi pengukuran pemanasan global mengukur efek relatif dari radiasi yang ditimbulkan oleh GRK dibandingkan terhadap CO₂. Sebagai contoh, 1 ton metana memiliki potensi pemanasan global (GWP) setara dengan 21 ton CO₂.

2.1.2.3. Karbondioksida (CO₂)

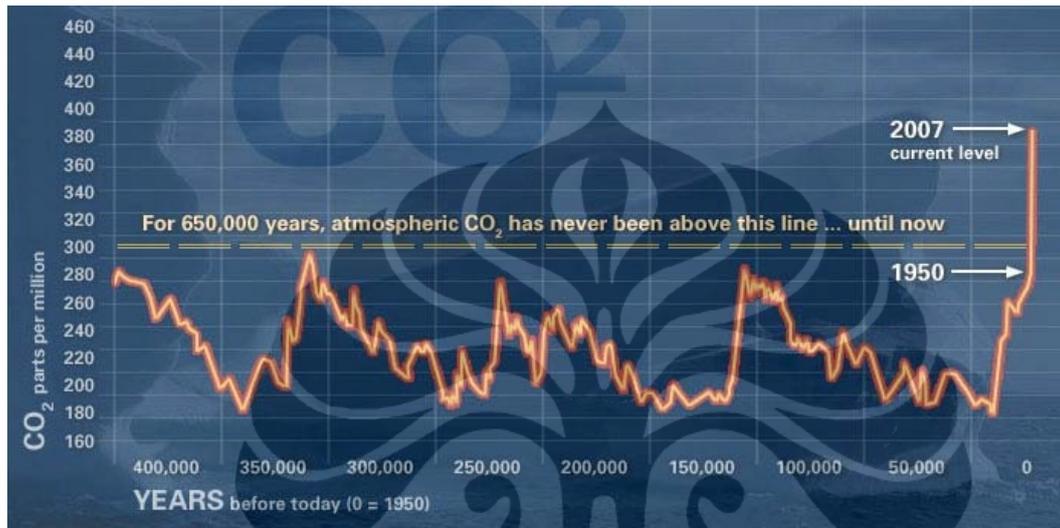
Merupakan salah satu gas rumah kaca yang memiliki *Global Warming Potential Index* sebesar 1. Keberadaannya di alam diperlukan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis, menurut reaksi : $12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2 + 6\text{O}_2$

Gas CO₂ dihasilkan dari proses respirasi makhluk hidup, hasil pembakaran bahan bakar fosil, pembukaan hutan, dan lain-lain. Jika jumlahnya berlebih dan tidak mampu dinetralisir oleh alam melalui tumbuhan maka akan mencemari lingkungan.

Karbondioksida (CO₂) adalah GRK yang paling penting. Emisi tahunan telah bertambah tinggi antara 1970 dan 2004 kira-kira sebesar 80%, dari 21 ke 38 gigatons(Gt), yang menggambarkan jumlah emisi GRK antropogenik sebesar 77% pada tahun 2004. Kecepatan pertambahan emisi CO₂-eq pada tahun 1995-2004 (0,92 GiCO₂-eq per tahun) lebih tinggi dibandingkan dengan periode sebelumnya pada tahun 1970 sampai 1994 sebesar (0,43 GiCO₂-eq per tahun). Pertambahan emisi GRK di antara tahun 1970 dan 2004 berasal dari suplai energi, transport dan industri, sedangkan yang berasal dari bangunan pemukiman dan perumahan dan komersial, kehutanan (termasuk deforestasi) dan sektor pertanian bertambah dengan kecepatan lebih rendah (Sutamihardja, 2009).

2.1.2.4. Dampak Pemanasan Global

Kegiatan manusia sejak revolusi industri telah menghasilkan gas-gas rumah kaca utama yang jumlahnya terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah pembakaran fosil. Pertumbuhan gas CO₂ dalam kurun waktu 400.000 tahun terakhir dapat diamati pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Konsentrasi gas CO₂ dan suhu rata-rata global dalam kurun waktu 400.000 tahun terakhir (IPCC 2007)

Peningkatan konsentrasi CO₂ secara signifikan berdampak pada perubahan iklim secara global. Posisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim. Penelitian dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) menyebutkan bahwa pada bulan Februari 2007 merupakan periode dengan intensitas curah hujan tertinggi selama 30 tahun terakhir di Indonesia. Perubahan iklim memberikan dampak yang nyata dan langsung pada sektor-sektor utama kehidupan pertanian, perikanan, pariwisata dan kehutanan.

Perubahan iklim juga mengakibatkan naiknya permukaan air laut sebagai akibat melelehnya es di kutub. Menurut studi ALGAS (1997), jika tidak ada upaya untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, maka diperkirakan permukaan air laut akan naik setinggi 60 cm. Bagi Indonesia yang merupakan negara kepulauan, hal ini adalah ancaman karena kenaikan muka air laut berpotensi untuk menenggelamkan

pulau-pulau kecil di Indonesia, dan menyebabkan mundurnya garis pantai di sebagian wilayah Indonesia. Akibatnya, bila ditarik garis batas 12 mil dari garis pantai, maka luas wilayah Indonesia akan berkurang (Suparmoko, 2008).

2.1.3. Mitigasi Pemanasan Global

Mitigasi dapat diartikan sebagai berbagai tindakan aktif untuk mencegah/memperlambat terjadinya perubahan iklim/pemanasan global dan mengurangi dampak perubahan iklim melalui upaya penurunan emisi gas rumah kaca, peningkatan penyerapan gas rumah kaca dan lain-lain (Sutamihardja, 2009). Melihat dampak yang diakibatkan oleh pemanasan global yang akan mengancam keberlangsungan planet bumi, perwakilan negara-negara anggota PBB pada tanggal 9 Mei 1992 di New York menandatangani Konvensi Kerangka Kerja mengenai Perubahan Iklim atau UNFCCC. Tujuan Konvensi adalah kesepakatan bersama untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Mitigasi perubahan iklim sebaiknya diintegrasikan dalam setiap kegiatan pembangunan yang berpotensi meningkatkan emisi gas rumah kaca.

Pada tanggal 12 Desember 1997 dilakukan penandatanganan Protokol Kyoto yang bertujuan untuk mitigasi perubahan iklim yang harus dilaksanakan oleh semua pihak. Ketentuan penting dalam Protokol Kyoto adalah penetapan target mengikat bagi negara-negara maju untuk menurunkan emisi GRK rata-rata 5% dari tingkat emisi tahun 1990.

SOLUTIONS GLOBAL WARMING

PREVENTION

- Cut fossil fuel use (especially coal)
- Shift from coal to natural gas
- Improve energy efficiency
- Shift to renewable energy resources
- Transfer energy efficiency and renewable energy technologies to developing countries
- Reduce deforestation
- Use more sustainable agriculture and forestry
- Limit urban sprawl
- Reduce poverty
- Slow population growth



CLEANUP

- Remove CO₂ from smokestack and vehicle emissions
- Store (sequester) CO₂ by planting trees
- Sequester CO₂ deep underground
- Sequester CO₂ in soil by using no till cultivation and taking cropland out of production
- Sequester CO₂ in the deep ocean
- Repair leaky natural gas pipelines and facilities
- Use animal feeds that reduce CH₄ emissions from cows (belching and flatulence)

Gambar 2.3 *Solution Global Warming* (Sumber: Miller, 1993).

2.1.4. Status Emisi Indonesia

Pada tahun 2000, total emisi gas rumah kaca untuk gas-gas rumah kaca utama yaitu CO₂, CH₄, dan N₂O tanpa sektor kehutanan, *Land Use, Land Use Change and Forestry* (LULUCF) mencapai angka 556.499 Gg CO₂e. Jika sektor kehutanan diikutsertakan dalam perhitungan, maka emisi gas rumah kaca meningkat menjadi 1.205.753 Gg CO₂e yang terdiri atas 78% gas CO₂ sebesar 940.87 Gg, 20% gas CH₄ sebesar 236.388 Gg CO₂e dan 2% gas N₂O sebesar 28.341 Gg CO₂e.

Tahun 2007 dilakukan studi bersama *PEACE*, *World Bank* dan Pemerintah Inggris menyampaikan bahwa Indonesia merupakan negara ketiga yang menghasilkan emisi gas rumah kaca terbesar di dunia. Totalnya sekitar 3.014.000 Gg CO₂ dan sektor kehutanan berkontribusi sebesar 85% atau 2.563.000 Gg CO₂e (*Second National Communication*, 2010). Emisi gas rumah kaca tiap sektor di Indonesia, dapat dilihat pada tabel 2.3

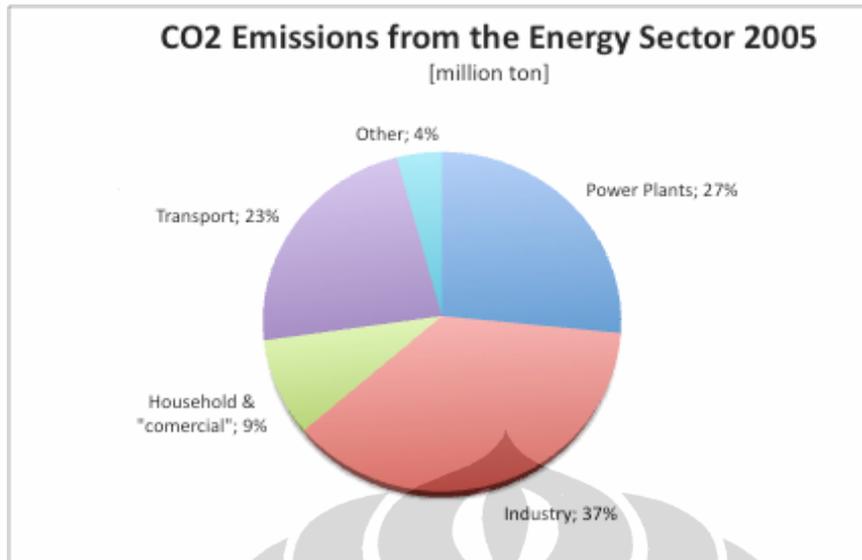
Tabel 2.3 Emisi Gas Rumah Kaca Tiap Sektor di Indonesia (dalam ton CO₂e)

Sektor	Emisi
1. Energi	222.102.000
2. Proses-proses industri	8.213.000
3. Pertanian	84.507.000
4. Sampah	8.440.000
5. Emisi dari LULUCF	164.113.000
Total Emisi Gas Rumah Kaca	487.375.000

Sumber: *Country Profile Indonesia*, IGES, 2008

2.1.5. Emisi Sektor Transportasi

Sektor Transportasi merupakan sumber utama gas rumah kaca (GRK) di Indonesia. Pada tahun 2005, memberikan kontribusi 23% dari total emisi CO₂ dari sektor energi atau 20,7% dari keseluruhan emisi CO₂ negara. Sektor ini menghasilkan emisi tahunan sekitar 68 juta ton CO₂e, yang mewakili 23% dari total emisi CO₂ sektor energi pada tahun 2005. Ini adalah kontribusi emisi terbesar ketiga untuk sektor energi, dikalahkan hanya oleh emisi dari sumber industri dan pembangkit listrik (*Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap*, 2010).



Gambar 2.4 CO₂ Emission From Energy Sector 2005,
 Sumber: *Indonesian National Greenhouse Gas Inventory under the UNFCCC, Enabling activities for the preparation of Indonesia's Second National*

Selain menjadi sumber utama gas rumah kaca (GRK), sektor transportasi juga merupakan penyumbang terbesar polusi udara, terutama di daerah perkotaan di mana terkonsentrasi penggunaan kendaraan bermotor. Emisi polutan lokal dari transportasi jalan telah tumbuh pada tingkat tahunan rata-rata 8-12%. Berdasarkan penelitian Kementerian Lingkungan Hidup pada tahun 2005, di kota-kota besar Jawa (termasuk Jakarta, Bandung, Semarang, dan Surabaya), kendaraan bermotor adalah sumber utama dari polusi udara. Sektor Transportasi menyumbang hampir 99% dari polutan di Jakarta, sekitar 73% NO_x dan 89% dari emisi gas hidrokarbon (*Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap*, 2010). Pengurangan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor secara bersamaan akan mengurangi emisi polutan CO₂ dan mengurangi emisi gas rumah kaca dan memiliki manfaat besar bagi penduduk kota.

2.1.6 Permasalahan Transportasi Jakarta

Permasalahan transportasi di DKI Jakarta dikarenakan Jakarta terlanjur tumbuh sebagai Ibukota negara, pusat perdagangan, kota pelabuhan, dan banyak kegiatan

lain dilakukan di Jakarta. Kemajuan kota Jakarta juga mengakibatkan kota-kota di sekitar Jakarta seperti Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi terus berkembang.

Berdasarkan studi SITRAMP Tahun 2004 pada Tabel 2.3, terjadi pergerakan lebih dari 1,3 juta orang dari wilayah Bodetabek ke Jakarta dan sebaliknya. Volume pergerakan kendaraan menunjukkan angka 400 ribu kendaraan/hari. Pertumbuhan kendaraan bermotor di wilayah hukum Polda Metro Jaya Tahun 2002 – 2007, dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan Tabel 2.6

Tabel 2.4 Volume Pergerakan Komuter/Ulang Alik di Jabodetabek

Arah Pergerakan	Volume Pergerakan (kendaraan/hari)	Volume Pergerakan (orang/hari)
DKI Jakarta – Tangerang	412.543	1.221.079
DKI Jakarta – Bekasi	499.198	1.503.654
DKI Jakarta – Bogor/Depok	424.219	1.369.626

Sumber: SITRAMP, 2004

Tabel 2.5 PERTAMBAHAN JUMLAH KENDARAAN BERMOTOR DI DKI JAKARTA (2002 s/d 2007)

s.d Tahun	Jumlah			Pertambahan						Pertumbuhan Jml kend (%/tahun)
	Mobil	Motor	Mobil + Motor	Jml mobil		Jml Motor		Jml Mobil + Motor		
				Per tahun	Per hari	Per tahun	Per hari	Per tahun	Per hari	
2002	1.817.047	1.941.923	3.758.970							
2003	1.908.012	2.202.637	4.110.649	90.965	249	260.714	714	351.679	964	9.4
2004	2.016.237	2.534.480	4.550.717	108.225	297	331.843	909	440.068	1.206	10.7
2005	2.110.249	2.887.172	4.997.421	94.012	258	352.692	966	446.704	1.224	9.8
2006	2.161.653	3.242.090	5.403.743	51.404	141	354.918	972	406.322	1.113	8.1
2007	2.218.380	3.579.622	5.798.002	56.727	155	337.532	925	394.259	1.080	7.3
Rata2					220		897	407.806	1.117	9.1

**Tabel 2.6 PERTAMBAHAN JUMLAH KENDARAAN BERMOTOR
DI JABODETABEK (WILAYAH HUKUM POLDA METRO JAYA)**

s.d Tahun	Jumlah			Pertambahan						Pertumbuhan Jml kend (%/tahun)
	Mobil	Motor	Mobil + Motor	Jml mobil		Jml Motor		Jml Mobil + Motor		
				Per tahun	Per hari	Per tahun	Per hari	Per tahun	Per hari	
2002	2.191.022	2.816.442	5.007.464							
2003	2.310.806	3.310.318	5.621.124	119.784	328	493.876	1.353	613.660	1.681	12.3
2004	2.450.219	3.940.700	6.390.919	139.413	382	630.382	1.727	769.795	2.109	13.7
2005	2.575.373	4.602.852	7.178.225	125.154	343	662.152	1.814	787.306	2.157	12.3
2006	2.657.430	5.309.261	7.966.691	207.211	568	1.368.561	3.749	1.575.772	4.317	24.7
2007	2.753.792	5.974.173	8.727.965	178.419	489	1.371.321	3.757	1.549.740	4.246	21.6
Rata2					422		2.480		2.902	16.9

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta

Pada tahun 2003 kerugian ekonomi yang disebabkan oleh kemacetan lalu lintas di Jabodetabek mencapai Rp. 3 triliun untuk biaya operasi kendaraan dan Rp.2,5 triliun untuk waktu perjalanan. Sehingga total kerugian ekonomi mencapai Rp. 5,5 triliun. Sementara itu nilai kerugian ekonomi akibat pencemaran udara mencapai Rp.500 milyar berdasarkan dampaknya terhadap kesehatan (SITRAMP, 2003).

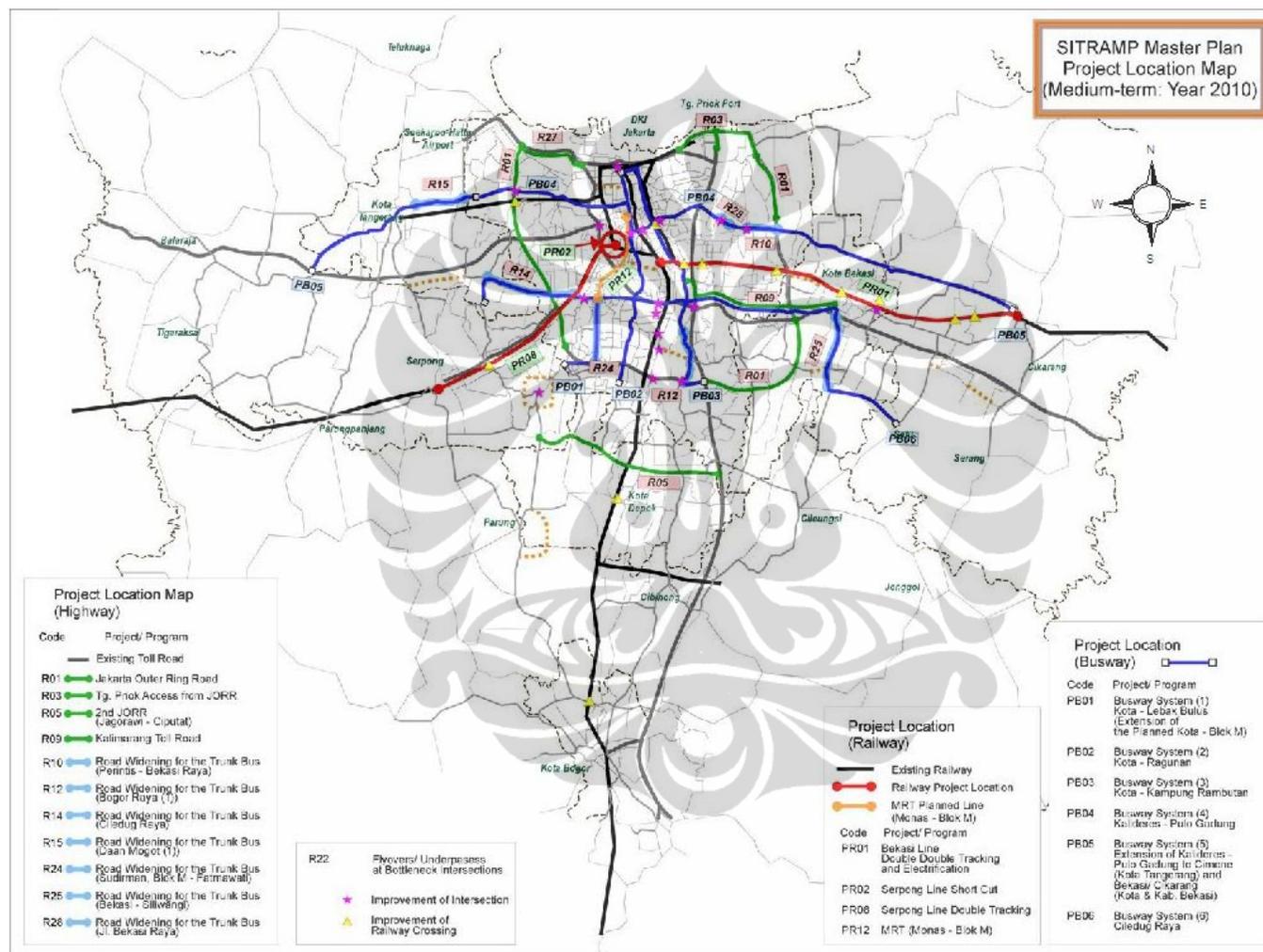
Jika tidak ada peningkatan yang dilakukan hingga tahun 2020, maka jika dibandingkan dengan kondisi dimana sistem transportasi dikembangkan sesuai usulan Rencana Induk, maka akumulasi kerugian ekonomi akan mencapai Rp.70,3 triliun, yang terdiri atas Rp. 35 triliun untuk tambahan biaya operasi kendaraan dan Rp.35,3 triliun untuk waktu perjalanan yang lebih lama. Skenario *Do Nothing* mengindikasikan bahwa kinerja sistem transportasi akan sangat memburuk di masa datang bila tidak dilakukan investasi dalam dua puluh tahun ke depan. Rata-rata kecepatan perjalanan di seluruh Jabodetabek akan turun dari 34,5 km/jam pada tahun 2002 menjadi 24,6 km/jam pada tahun 2020 (SITRAMP, 2003).

Kecepatan kendaraan memiliki dampak yang signifikan pada konsumsi bahan bakar. Penggunaan bahan bakar minimum per kilometer (berbanding lurus dengan emisi CO₂ minimum per kilometer) terjadi dalam rentang kecepatan 56-72 km/jam. Kecepatan kendaraan 104 km/jam biasanya menghasilkan 20–25% emisi CO₂/km dari pada kecepatan kendaraan 88 km/jam. Kecepatan kendaraan pada 120 km/jam menghasilkan emisi sekitar 50% lebih, sementara kecepatan yang lebih rendah dari 56 km/jam selain diakibatkan oleh kemacetan lalu lintas, juga menyebabkan emisi yang lebih tinggi (Suharyono, 2002)

Pada kondisi macet dengan kecepatan kendaraan sekitar 30km/jam, bensin mengalami pembakaran yang tidak sempurna sehingga menghasilkan lebih banyak gas CO. Sebagai contoh, pada kecepatan kendaraan 7km/jam akan dihasilkan emisi gas CO lima kali lipat dibandingkan kecepatan 30km/jam. (McRobe dan J Carbonnelle *dalam* Studi SITRAMP 2003).

Mengingat kerugian yang dicapai akibat transportasi yang tidak efektif begitu besar, maka Pemerintah DKI Jakarta berupaya untuk membangun sistem transportasi dengan transportasi massal sebagai tulang punggung. Pada saat ini Jakarta berencana untuk membangun sistem transportasi massal *Mass Rapid Transit* (MRT) yang diharapkan dapat meningkatkan efektivitas transportasi di kota Jakarta. Pembangunan MRT sebagai transportasi massal termasuk dalam perencanaan jangka menengah dan panjang dalam pola transportasi makro. Dalam kategori ini juga terdapat langkah untuk membangun transportasi massal yang lain yaitu *bussway* koridor 5 dan 6, lihat gambar 2.5.





Gambar 2.5 Master Plan Medium Term 2010 (Sumber: SITRAMP 2004)

2.1.7 Perencanaan Transportasi Berkelanjutan

Untuk mengatasi permasalahan transportasi kota Jakarta, diperlukan tidak hanya perencanaan transportasi yang mencakup perencanaan transportasi kota Jakarta, akan tetapi kota-kota di sekitar Jakarta. Hal ini tertuang dalam Rencana Induk Transportasi Terpadu Jabodetabek, yang meliputi Perencanaan Jangka Pendek Tahun 2007, Perencanaan Jangka Menengah Tahun 2010, dan Perencanaan Jangka Panjang Tahun 2020. Perencanaan transportasi, tujuan dasarnya adalah memperkirakan jumlah serta lokasi kebutuhan akan transportasi misalnya dengan menentukan total pergerakan, baik untuk angkutan umum maupun angkutan pribadi pada masa mendatang atau pada tahun rencana yang akan digunakan untuk berbagai kebijakan investasi perencanaan transportasi (Tamin, 1997).

Pembangunan ekonomi membutuhkan jasa angkutan yang cukup serta memadai. Tanpa adanya transportasi sebagai sarana penunjang tidak dapat diharapkan tercapainya hasil yang memuaskan dalam usaha pengembangan ekonomi dari suatu negara (Salim, 1997).

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah transportasi perkotaan adalah mengembangkan sistem transportasi kota yang berkelanjutan. Sistem ini diharapkan dapat mengakomodasikan semaksimal mungkin aksesibilitas dan mendukung mobilitas penduduk, yang pada saat yang bersamaan pula, dapat menekan dampak negatif transportasi bagi lingkungan serta adanya jaminan kesetaraan dan akses bagi semua warga masyarakat (Soejachmoen, 2006).

Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dalam Sistem Transportasi Kota Berkelanjutan adalah (1) akses ke orang lain, tempat, barang, dan jasa; (2) persamaan sosial, interregional, dan intergenerasi; (3) tanggung jawab individu dan masyarakat; (4) memperhatikan kesehatan dan keselamatan; (5) terdapat unsur pendidikan dan partisipasi publik; (6) disusun dalam perencanaan yang terintegrasi (*integrated planning*); (7) penggunaan tanah dan sumber daya alam yang proporsional; (8) terkait pula dengan pencegahan polusi; (9)

kesejahteraan ekonomi (Dalkman, 2007). Selain itu di dalam Studi SITRAMP (2004), dikemukakan bahwa empat prinsip utama pengembangan sistem transportasi perkotaan adalah (1) Efisiensi sistem Transportasi untuk mendukung kegiatan ekonomi; (2) Prinsip keadilan dalam transportasi bagi seluruh anggota masyarakat; (3) Peningkatan kualitas lingkungan berkaitan dengan transportasi; (4) Keselamatan dan keamanan transportasi.

2.1.8 Biaya Transportasi

Transportasi yang efektif tidak saja akan menunjang percepatan ekonomi, akan tetapi banyak hal yang dapat diperoleh yaitu efektivitas waktu, efektivitas penggunaan bahan bakar, efektivitas penggunaan ruang, peningkatan kapasitas daya angkut, penurunan pencemaran udara dan lain-lain. Akan tetapi untuk membangun sistem transportasi yang efektif diperlukan biaya yang tidak sedikit.

Tabel 2.7 Biaya Publik untuk Sektor Transportasi

No		Biaya (2004 – 2020) Rp. milyar
	Biaya Rencana Induk (Beban Publik)	67.240
	Biaya Pemeliharaan Jalan Yang Ada	
	Pemerintah Pusat	2.600
	Pemprov Jawa Barat	520
	Pemprov Banten	150
	DKI Jakarta	6.060
	Kota Bekasi	570
	Kota Bogor	380
	Kota Depok	210
	Kabupaten Bekasi	860
	Kabupaten Bogor	860
	Kota Tangerang	360
	Kabupaten Tangerang	650
	Total biaya pemeliharaan jalan	13.220
	Total biaya publik untuk sektor transportasi	80.460

Sumber: Estimasi SITRAMP 2004

Besarnya anggaran yang dialokasikan untuk sektor transportasi Jabodetabek pada tahun anggaran 2002, termasuk dari pemerintah pusat, pemerintah provinsi maupun pemerintah kota/kabupaten, telah dapat diperhitungkan. Untuk memperkirakan jumlah dana yang dapat disediakan pemerintah pusat dan daerah di masa mendatang digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Pada prinsipnya pengeluaran transportasi akan meningkat secara proporsional sejalan dengan pertumbuhan PDRB selama periode rencana induk
2. Pemerintah pusat saat ini mengalokasikan sekitar 0,08% PDRB ke wilayah Jabodetabek, atau kurang dari satu per lima dari rata-rata sharing nasional sebesar 0,46% pada tahun anggaran 2003. Dimasa yang akan datang, pemerintah pusat perlu meningkatkan porsi sharing tersebut dan diasumsikan mengalokasikan sedikitnya 0,2% dari PDRB.
3. Untuk anggaran sektor transportasi pemerintah kota dan kabupaten, diasumsikan bahwa mereka mampu mengalokasikan *porsi sharing* yang sama di masa yang akan datang, dimana 70%nya akan menjadi pengeluaran langsung untuk pemeliharaan, rehabilitasi dan pengembangan sektor transportasi. Sisanya diasumsikan akan digunakan sebagai biaya tidak langsung atau biaya administrasi yang berhubungan dengan sektor transportasi.
4. Secara rata-rata pemerintah daerah perlu mengalokasikan 0,25% dari PDRB untuk belanja transportasi.

Lambatnya pembangunan jaringan jalan terutama karena kurang tersedianya dana untuk itu. Bahkan jalan-jalan yang telah ada kurang dapat dipelihara dengan baik, khususnya setelah krisis ekonomi. Jumlah dana pembangunan transportasi tidak mencukupi untuk memberikan layanan umum yang baik.

Tabel 2.8
Belanja Sektor Transportasi Pemda di Jabodetabek Tahun Anggaran 2002

Pemda	Total Belanja (Rp.milyar)	BelanjaTransportasi (Rp. Milyar)	Share of total expenditure	% PDRB
DKI Jakarta	9,346	453	4.80%	0.18%
Kota Bekasi	396	44.3	11.20%	0.37%
Kota Depok	286	49.8	17.40%	1.07%
Kota Bogor	245	15	6.10%	0.49%
Kab.Bekasi	474	50.9	10.70%	0.24%
Kab.Bogor	716	78.6	11.00%	0.54%
Kota Tangerang	378	59.5	15.70%	0.24%
Kab.Tangerang	589	42.2	7.20%	0.26%
Jabodetabek Total	12,430	793.3	6.40%	0.23%

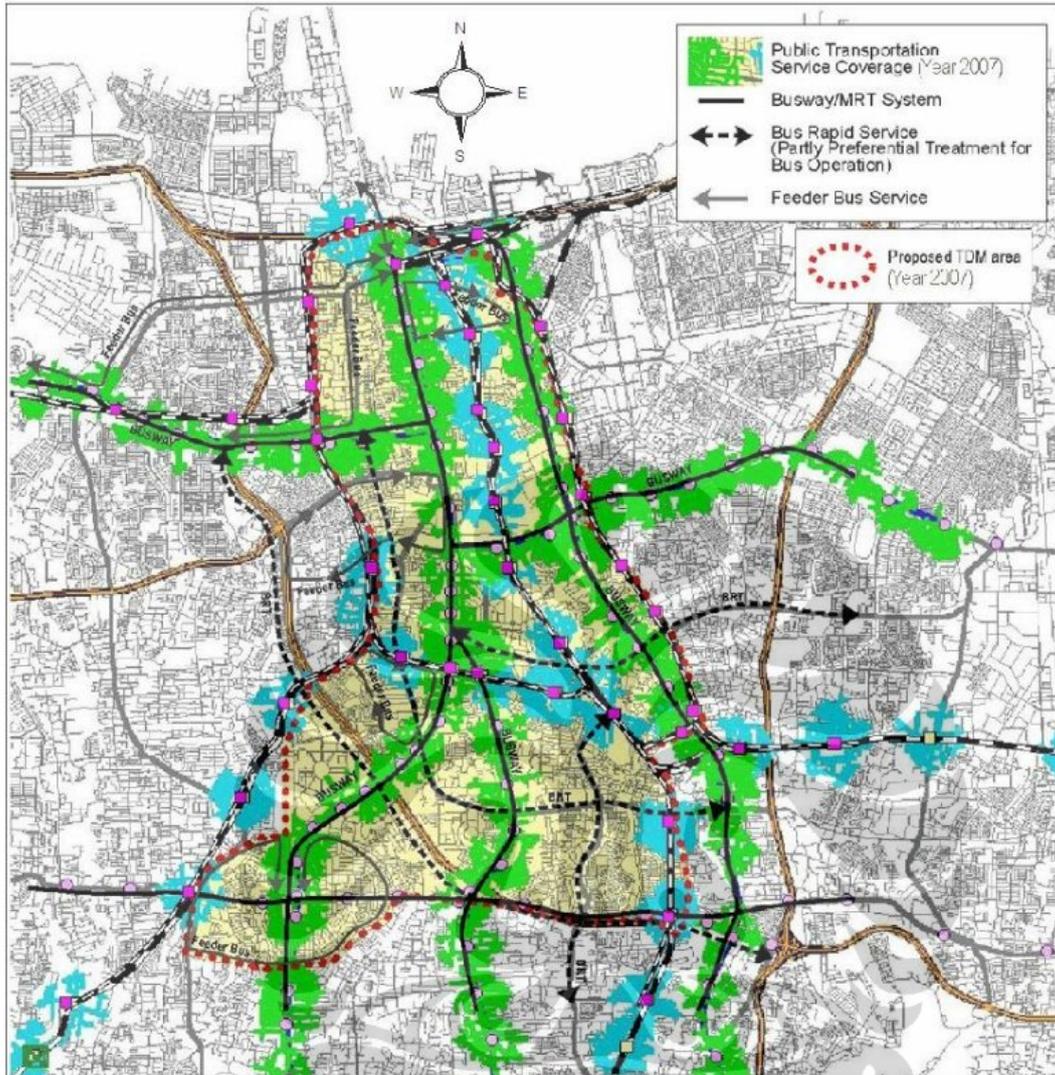
Sumber: Departemen Keuangan (dalam SITRAMP 2003)

Dengan alokasi anggaran transportasi saat ini, beberapa pemerintah daerah tidak mampu mencukupi untuk biaya pemeliharaan jalan dan jembatan sekalipun. Oleh karenanya diperlukan strategi untuk memperoleh dana tambahan bagi pembangunan sektor transportasi.

2.1.9 Traffic Demand Management (TDM) dengan Electronic Road Pricing (ERP)

Salah satu strategi dalam kebijakan sistem transportasi yang berkelanjutan (*sustainable transport system policy*) adalah manajemen permintaan perjalanan (*traffic demand management*) (Susantono, 2007). Secara umum, tujuan dari kebijakan *traffic demand management* adalah untuk mendorong pengguna jalan untuk mengurangi perjalanan yang relatif tidak perlu (terutama pengguna kendaraan pribadi) dan mendorong penggunaan moda transportasi yang lebih efektif, lebih sehat, dan ramah lingkungan. Berkenaan dengan pembangunan MRT Jakarta, pemberlakuan TDM di jalur MRT bertujuan untuk mengurangi para pengguna kendaraan pribadi sehingga diharapkan pengguna kendaraan pribadi di jalur MRT dapat berkurang dan mendorong para pengguna kendaraan pribadi agar menggunakan transportasi massal.

Menurut studi yang telah dilakukan oleh SITRAMP II pada tahun 2004, wilayah di DKI Jakarta yang memiliki *demand* lalu lintas yang tinggi dan dilalui oleh transportasi publik dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.6 *Traffic Demand Management*, Sumber: SITRAMP 2004

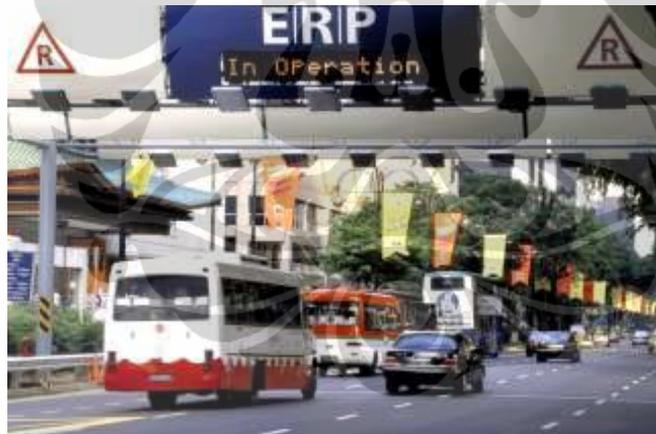
Electronic Road Pricing adalah kebijakan pengenaan biaya secara langsung terhadap pengguna jalan karena melewati ruas jalan tertentu. Pada dasarnya terdapat dua tujuan dari pengenaan *Electronic Road Pricing* yaitu untuk menambah pendapatan suatu daerah atau negara, atau suatu sarana untuk mengatur penggunaan kendaraan agar tidak terjadi kemacetan. Terdapat beberapa tujuan utama dari *road pricing*, yaitu mengurangi kemacetan, menjadi sumber pendapatan daerah, mengurangi dampak lingkungan, mendorong penggunaan angkutan umum massal.

Electronic Road Pricing telah sukses diterapkan di beberapa kota di dunia diantaranya Singapore, Stockholm dan London. Dana yang terkumpul, bisa juga dijadikan sebagai salah satu sumber pembiayaan untuk mendukung beroperasinya moda transportasi yang lebih efektif, sehat, dan ramah lingkungan seperti *Bus Rapid Transit*, *Mass Rapid Transit*, dan lain-lain.

a. Singapore

Singapore adalah kota pertama yang mengaplikasikan ERP, yaitu sejak tahun 1998. Tujuannya adalah untuk membatasi lalu lintas yang masuk CBD pada saat jam puncak untuk mengurangi kemacetan. Harga untuk memasuki daerah atau koridor ERP bervariasi berdasarkan rata-rata kecepatan jaringan. Harga yang bervariasi tersebut ditujukan untuk mempertahankan kecepatan antara 45-65 km/jam pada *expressways* dan 20-30 km/jam pada jalan arteri.

Dampak diterapkannya ERP di Singapore cukup signifikan. Prosentase penggunaan carpools dan bus meningkat dari 41% menjadi 62%, dan volume lalu lintas yang menuju daerah diterapkannya ERP menurun sampai dengan 44%.



Gambar 2.7 Aplikasi *Electronic Road Pricing* di Singapore

b. London

ERP diaplikasikan di London pada 17 Pebruari 2003. Tujuan dari aplikasi ERP di London adalah untuk mengurangi kemacetan, meningkatkan reliabilitas waktu perjalanan, dan mengurangi polusi udara. Aplikasi ERP di London memberikan beberapa hasil positif antara lain: penurunan volume lalu lintas 15%, penurunan kemacetan 30%, penurunan polusi 12% (NO_x, PM₁₀), perjalanan menjadi lebih *reliable*, reliabilitas bus schedule meningkat signifikan, kecelakaan lalu lintas

menurun, peningkatan kecepatan tidak meningkatkan fatalitas kecelakaan, tidak terjadi dampak lalu lintas yang besar di daerah di luar area *congestion charging*, menjadi sumber pendapatan yang sebagian besar dipakai untuk perbaikan pelayanan angkutan umum.



Gambar 2.8 Aplikasi *Electronic Road Pricing* di London

c. Stockholm

Diaplikasikan secara resmi mulai 1 Agustus 2007, setelah diuji cobakan sejak tahun 2006. Tujuannya mengurangi kemacetan, meningkatkan aksesibilitas, memperbaiki kualitas lingkungan. Beberapa hasil positif yang bisa dicatat adalah: Menurunnya persentase lalu lintas ke/dari pusat kota dari 20-25% menjadi 10-15%, meningkatnya aksesibilitas yang ditandai dengan penurunan antrian di pusat kota dan daerah-daerah dekat pusat kota sebesar 30-50%, menurunnya total emisi kendaraan bermotor antara 10-14% di pusat kota, dan antara 2-3% untuk total satu kota.



Gambar 2.9 Aplikasi *Electronic Road Pricing* di Stockholm

ERP tidak akan berhasil apabila diterapkan secara *parsial*, tidak terintegrasi dengan strategi lain. ERP akan berhasil apabila merupakan salah satu bagian dari sebuah *integrated transport policy*. Beberapa teknik manajemen permintaan lalu lintas yang akan bersinergi baik dengan ERP seperti pajak bahan bakar; kontrol penggunaan dan kepemilikan kendaraan; pengawasan *land-use development* dan *Transit Oriented Development* (TOD); *Intelligent Transport systems* (ITS); *parking controls* dan *pricing*. ERP tidak akan berhasil apabila diterapkan secara *parsial*, tidak terintegrasi dengan strategi lain. ERP akan berhasil apabila merupakan salah satu bagian dari sebuah *integrated transport policy*. Beberapa teknik manajemen permintaan lalu lintas yang akan bersinergi baik dengan ERP seperti pajak bahan bakar; kontrol penggunaan dan kepemilikan kendaraan; pengawasan *land-use development* dan *Transit Oriented Development* (TOD); *Intelligent Transport systems* (ITS); *parking controls* dan *pricing*, dan lain-lain (Susantono, 2007).

Kebijakan pemberlakuan ERP dalam waktu dekat di Jakarta Pusat dianggap sebagai pengganti strategi “3in1” untuk pengurangan mobil pribadi dan sepeda motor. Kebijakan ERP akan membuat pengaruh pada pilihan media transportasi masyarakat. Biaya ERP sebesar Rp.15.000,- untuk mobil penumpang dan Rp.5.000,- untuk sepeda motor, diharapkan dapat menjadi motivator bagi pengguna kendaraan pribadi untuk berpindah ke transportasi umum .

2.1.10 Transportasi Massal

Penggunaan kendaraan pribadi cenderung meningkat dan harus dilakukan usaha untuk memperbaiki keseimbangan sistem transportasi secara menyeluruh. Kecenderungan kinerja kendaraan angkutan penumpang adalah sebagai berikut:

- a. Jika jumlah kendaraan di jalan raya terus bertambah, termasuk armada bus kota, kecepatan rata-rata akan terus menurun. Hal ini berarti jumlah orang yang terangkut per arah per jam akan semakin berkurang.
- b. Jika mengangkut orang dilakukan dengan kendaraan di jalan rel, apalagi dengan menambah jumlah kereta, kecepatan rata-rata masih dapat dipertahankan dan jumlah orang yang terangkut dapat meningkat.

Untuk menekan laju peningkatan penggunaan angkutan pribadi, dan mengatasi *demand* lalu lintas yang tinggi, kebijakan pemerintah suatu negara adalah dengan membangun sistem transportasi massal dan yang harus dilakukan adalah perbaikan sistem angkutan umum berdasarkan daya angkut yang besar, kecepatan yang tinggi, keamanan dan kenyamanan perjalanan yang memadai dan dengan biaya yang terjangkau. Sehingga harus ada sistem transportasi baru yang tidak terikat oleh jalan raya yang memenuhi semua persyaratan itu (Tamin, 1997).

Mass Rapid Transit System (MRTS) adalah layanan penumpang massal perkotaan yang beroperasi pada tingkat kinerja yang tinggi, khususnya yang berkaitan dengan waktu tempuh dan daya angkut penumpang. MRTS dirancang untuk memindahkan sejumlah besar orang pada satu waktu. Semua jenis MRT beroperasi dengan kecepatan yang relatif tinggi dan kapasitas penumpang yang besar, dan hal ini merupakan kebutuhan bagi kota yang sedang berkembang (*Mass Transit Option*, 2002).

Mass Rapid Transit System dapat dibangun pada permukaan dengan tingkat yang lebih tinggi dari jalan raya, jalan bawah tanah atau sistem rel. MRTS bisa berbasis sistem kereta api seperti kereta api bawah tanah/metro, *Light Rail Transit* (LTRs) termasuk rel trem. MRTS juga dapat dibangun dengan sistem jalur bus yang juga dapat disebut *Bus Rapid Transit* (BRT) sistem. Metro merupakan jenis MRT

dengan kecepatan tinggi, sementara sistem LRT dan BRT biasanya beroperasi pada kecepatan rata-rata antara 20 dan 30 km/jam (*Mass Transit Option*, 2002). MRT yang akan dibangun di Jakarta adalah MRT yang menggunakan rel dengan jenis *heavy rail transit* yang memiliki kapasitas seperti kereta api listrik (KRL) yang ada di wilayah Jabodetabek.

Beberapa type MRT yang ada di dunia, dapat dilihat pada tabel berikut ini:



Tabel 2.9 Beberapa jenis MRT yang ada di dunia

EXAMPLE	CARACAS (Line 4)	BANGKOK (BTS)	MEXICO (LINE B)	KUALA LUMPUR (PUTRA)	TUNIS (SMLT)	RECIFE (LINHA SUL)	QUITO BUSWAY	BOGOTA (Transmilenio, Phase I)	PORTO ALEGRE BUSWAYS
Category	Rail metro	Rail metro	Rail metro	Light rail	Light rail	Suburban rail conversion	Busway	Busway	Busway
Technology	Electric Steel rail	Electric, steel rail	Electric, rubber tyre	Electric Driverless	Electric steel rail	Electric steel rail	AC Electric duo trolley bus	Articulated diesel buses	Diesel buses
Length (km)	12.3	23.1	23.7	29	29.7 km	14.3	11.2 (+ext 5.0)	41	25
Vertical segregation	100% tunnel	100% elevated	20% elevated 55% at grade 25% tunnel	100% elevated	At grade	95% at grade 5% elevated	At grade, Partial signal priority	At grade Mainly segregated	At grade No signal priority
Stop spacing (km)	1.5	1.0	1.1	1.3	0.9	1.2	0.4	0.7	0.4
Capital cost, (\$m) of which	1.110	1.700	970	1.450	435	166	110.3	213 (inf only)	25
Infrastructure/TA/ Equipment (\$m)	833	670	560	n.a	268	149	20.0	322	25
Vehicles (\$m)	277	1.030	410	n.a	167	18	80 (113 vehs)	not included (private operation)	not included (private operation)
Capital cost/route km (\$m)	90.25	73.59	40.92	50.0	13.3	11.6	10.3	5.2	1.0
Initial (ultimate) vehicles or trains/hour/direction	20 (30)	20 (30)	13 (26)	30	n/a	8	40 (convoy operation planned)	160	n.a
Initial maximum pass capacity	21.600	25.000	19.500	10.000	12000	9.600	9.000		20.000
Maximum pass, carrying capacity	32.400	50.000	39.300	30.000	12000	36.000	15.000	35.000	20.000
Ave operating speed (kph)	50	45	45	50	13/20	39	20	20+ (stopping) 30+ (express)	20
Rev/operating cost ratio	n.a	100	20	> 100	115% in 1998	n.a	100	100	100
Ownership	Public	Private (BOT)	Public	Private, (BOT)	Public	Public	Public (BOT under consideration)	Public infrastructure, private vehicles	Public infrastructure, private vehicles
Year completed	2004	1999	2000	1998	1998	2002	1995 (ext 2000)	2000 (1998 prices)	Mostly 1990s

Sumber: *Mass Transit Options, A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities*

Dalam konteks Indonesia sebagai negara yang turut berperan serta aktif dalam upaya mitigasi perubahan iklim global, perencanaan transportasi dapat diarahkan untuk memperoleh pendanaan CDM sebagai salah satu mekanisme Protokol Kyoto yang memungkinkan Indonesia sebagai negara berkembang dapat turut serta.

Proyek MRT Jakarta diharapkan dapat menjadi transportasi yang efektif untuk menunjang pertumbuhan ekonomi. Selain itu pada masa konstruksi diperkirakan dapat membuka 48.000 lowongan pekerjaan (aspek *social welfare*), dan proyek ini diharapkan dapat menurunkan pencemaran gas rumah kaca dalam hal ini CO₂ sebesar 0,7% dari total emisi CO₂, yaitu sekitar 93.663 ton per tahun (aspek kelestarian lingkungan).

Transmillenio di Bogota Columbia merupakan contoh transportasi massal yang telah menghasilkan CER, dan merupakan satu-satunya proyek CDM dari sektor transportasi. Transmillenio menggunakan metodologi AM0031 yang sudah disetujui oleh Executive Board.

Pendekatan Metodologi Perhitungan Penurunan Emisi Transmillenio (AM0031):

1. Perhitungan didasarkan pada perbandingan antara emisi per penumpang per sekali jalan sebelum dan sesudah pembangunan koridor BRT baru (bukan per kilometer).
2. Metodologi perhitungan ini mencakup emisi per penumpang per sekali jalan dari beragam moda transportasi: Angkutan umum, mobil, taksi, sepeda motor, kendaraan tidak bermotor (sepeda, jalan kaki) yang kemudian dibandingkan dengan emisi per penumpang saat naik busway di koridor baru.
3. Integrasi sistem BRT (*main trunks* dan *feeders*)
4. Bukan sistem BRT yang sudah beroperasi.

(Swiss Contact, 2007)

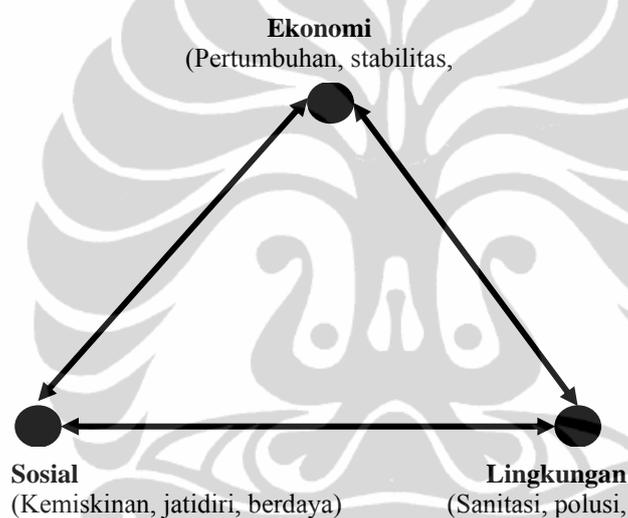
2.1.11 CDM dan Pembangunan Berkelanjutan

Istilah pembangunan berkelanjutan pertama kali muncul pada tahun 1980 dalam *World Conservation Strategy* dari *the International Union for the Conservation of Nature (IUCN)*, lalu pada tahun 1981 dipakai oleh Brown dalam buku *Building a Sustainable Society* (Keraf, 2002). Istilah tersebut kemudian menjadi sangat populer ketika pada tahun 1987 *World Commission on Environment and Development* atau dikenal sebagai *Brundtland Commission* menerbitkan buku berjudul *Our Common Future* (Fauzi, 2004). Tahun 1992 merupakan puncak dari proses politik yang akhirnya pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Bumi di Rio de Janeiro, Brasil, paradigma pembangunan berkelanjutan diterima sebagai sebuah agenda politik pembangunan untuk semua negara di dunia (Keraf, 2002).

Sehubungan dengan paradigma pembangunan berkelanjutan tersebut, *The United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)* yang berlangsung pada musim panas tahun 1992 telah menandatangani perjanjian internasional dan memfokuskan diri pada dua isu utama, yaitu isu tentang perubahan iklim (*climate change*) dan keanekaragaman hayati (*biodiversity*) (Barbier, 1993). Pokok perhatian dalam pembangunan berkelanjutan adalah hubungan antara ekonomi dan ekologi (Panayotou, 1994). Menurut Barbier (1993), ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan kunci yang dapat mengharmonisasikan ekonomi dengan lingkungan.

Konsep berkelanjutan merupakan konsep yang sederhana namun kompleks, sehingga pengertian berkelanjutan pun sangat multi-dimensi dan multi-interpretasi. Karena adanya multi-dimensi dan multi-interpretasi ini, para ahli sepakat untuk sementara mengadopsi pengertian yang telah disepakati oleh Komisi Brundtland yang menyatakan bahwa “pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka” (Fauzi, 2004).

Menurut Munasinghe (1993), pembangunan berkelanjutan mempunyai tiga tujuan utama, yaitu: tujuan ekonomi (*economic objective*), tujuan ekologi (*ecological objective*) dan tujuan sosial (*social objective*). Tujuan ekonomi terkait dengan masalah efisiensi (*efficiency*) dan pertumbuhan (*growth*); tujuan ekologi terkait dengan masalah konservasi sumberdaya alam (*natural resources conservation*); dan tujuan sosial terkait dengan masalah pengurangan kemiskinan (*poverty*) dan pemerataan (*equity*). Dengan demikian, tujuan pembangunan berkelanjutan pada dasarnya terletak pada adanya harmonisasi antara tujuan ekonomi, tujuan ekologi dan tujuan sosial.



Gambar 2.10 Pilar-pilar pembangunan berkelanjutan dengan tujuan-tujuan sosial, ekonomi dan lingkungan (Munasinghe, 1993 *dalam* Murdiyarso, 2007)

Kriteria dan indikator pembangunan berkelanjutan yang digunakan oleh Komisi Nasional Mekanisme Pembangunan Bersih dalam penilaian usulan proyek adalah:

Kelestarian Lingkungan

1. Kelestarian lingkungan dengan menerapkan konservasi dan diversifikasi pemanfaatan sumber daya alam: (a) Terjaganya kelestarian fungsi ekologis; (b) Tidak melampaui ambang batas baku mutu lingkungan yang ditetapkan di tingkat nasional dan lokal dengan tidak mengijinkan adanya polusi tanah, air dan udara; (c) Terjaganya keanekaragaman hayati (genetik, spesies,

ekosistem) dan mencegah terjadinya penurunan plasma nutfah;
(d) Dipatuhinya peraturan tata guna lahan dan tata ruang.

2. Keselamatan dan kesehatan masyarakat lokal: (a) Tidak menyebabkan timbulnya gangguan kesehatan; (b) Dipatuhinya peraturan keselamatan kerja; (c) Adanya dokumentasi prosedur yang menjelaskan usaha-usaha yang memadai untuk mencegah kecelakaan dan cara mengatasinya bila terjadi kecelakaan.

Kelestarian Ekonomi

3. Kesejahteraan masyarakat lokal: (a) Tidak menurunkan pendapatan masyarakat lokal; (b) Adanya upaya untuk mengatasi kemungkinan dampak penurunan pendapatan bagi sekelompok masyarakat; (c) Adanya kesepakatan dari pihak terkait untuk menyelesaikan masalah PHK sesuai dengan peraturan prundang-undangan yang berlaku; (d) Tidak menurunkan kualitas pelayanan umum.

Kelestarian dari Aspek Sosial

4. Partisipasi masyarakat: (a) Adanya proses konsultasi dengan masyarakat; (b) Adanya tanggapan dan tindak lanjut terhadap komentar, keluhan masyarakat lokal.
5. Tidak merusak integritas sosial masyarakat: Tidak ada konflik di tengah masyarakat lokal.

Keberlanjutan Teknologi

6. Terjadi alih teknologi: (a) Tidak menimbulkan ketergantungan pada pihak asing dalam hal pengetahuan dan pengoperasian alat (*know-how*); (b) Tidak menggunakan teknologi yang masih dalam percobaan dan teknologi usang; (c) Adanya upaya peningkatan kemampuan dan pemanfaatan teknologi lokal.

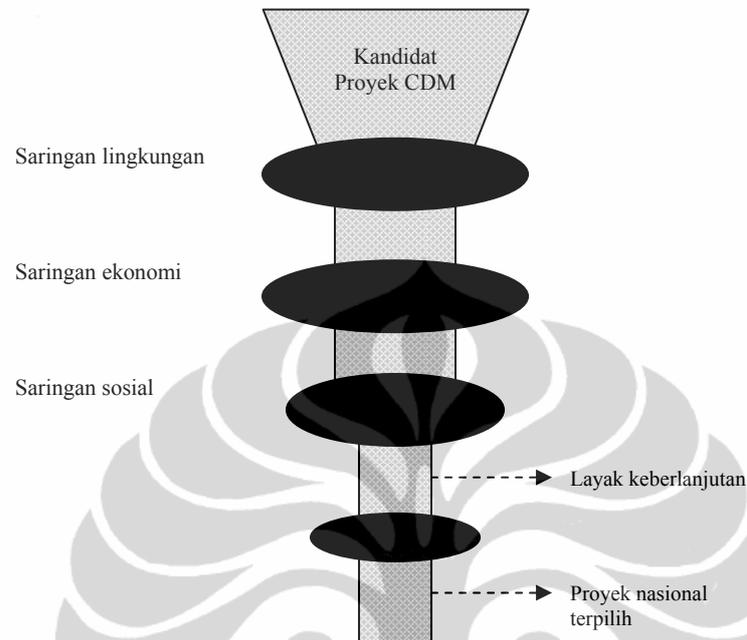
(Komnas MPB, 2008)

Agenda 21 sebagai acuan pelaksanaan pembangunan yang berwawasan lingkungan memuat dimensi lingkungan yang mencakup pokok-pokok berikut:

1. Mengintegrasikan aspek lingkungan hidup dalam pengambilan keputusan pembangunan;
2. Mengelola sumberdaya alam untuk pembangunan yang berwawasan lingkungan;
3. Memperkuat peranan kelompok-kelompok masyarakat kunci, yang meliputi kelompok wanita, kelompok anak dan pemuda, kelompok swasta, kelompok industriawan, serikat kerja, cendekiawan, dan petani;
4. Memperkuat alat pelaksanaan yang mencakup sumber dana, ilmu dan teknologi, komunikasi, informasi dan pendidikan, serta mekanisme kerjasama Internasional.

Pada prinsipnya CDM mendukung pembangunan berkelanjutan. Proyek-proyek CDM tidak seharusnya diimplementasikan jika ternyata tidak memenuhi kriteria dan tidak menunjang pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan. Tiga komponen utama yang harus diperhatikan dalam upaya ini adalah bahwa kegiatan proyek harus menunjang terjadinya pertumbuhan ekonomi (*economic growth*), kegiatan tersebut juga harus meningkatkan kesejahteraan sosial (*social welfare*), dan memperhatikan kelestarian lingkungan (*environmental integrity*).

Kandidat proyek CDM harus melalui beberapa penapisan diantaranya adalah aspek lingkungan, ekonomi, sosial, dan penapisan terakhir adalah apakah proyek tersebut mendukung pembangunan berkelanjutan.



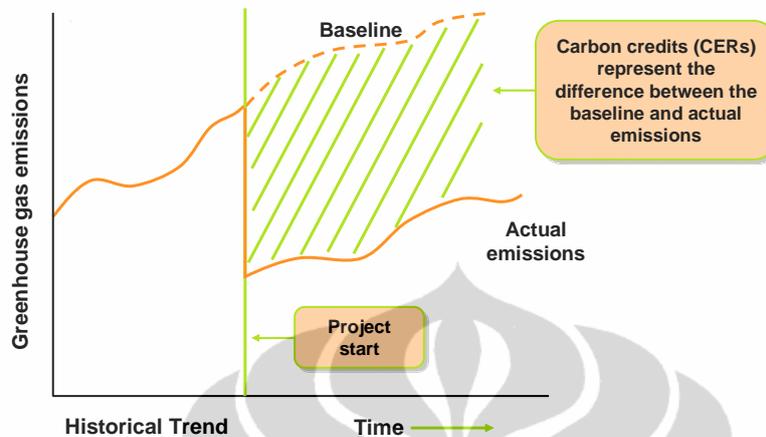
Gambar 2.11 Penyaringan kandidat proyek CDM sebelum dikatakan layak dan memiliki kualifikasi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan dan dijadikan proyek CDM nasional (Hamwey dan Szekely, 1998 dalam Murdiyarso 2007)

Siklus Proyek CDM

Prinsip Dasar Proyek CDM adalah:

1. Partisipasi negara berkembang dilakukan atas dasar sukarela dan pihak-pihak yang terlibat menyetujuinya.
2. Hasil penurunan emisi harus nyata, dapat diukur dan memberi dampak penting dalam hal mitigasi perubahan iklim. Proyek CDM yang disetujui akan mendapatkan CERS bergantung pada berapa besar emisi yang diturunkan relatif pada *baseline*-nya, yakni emisi sebelum proyek CDM diimplementasikan.

How a CDM project generates carbon credits



Gambar 2.12 *Baseline* (World Bank, 2009)

3. *Additionality*, kegiatan CDM harus menghasilkan keuntungan dalam hal pengurangan emisi dibanding jika tanpa kegiatan CDM.

Pada bulan Desember 2001 modaliti dan prosedur mekanisme fleksibel Protokol Kyoto termasuk CDM diputuskan yang kemudian terangkum dalam *Marakesh Accords*. Badan Eksekutif CDM dibentuk untuk mengendalikan proses CDM. Untuk melaksanakan CDM pengembang harus melalui proses tahapan sebagai berikut:

Formulasi proyek

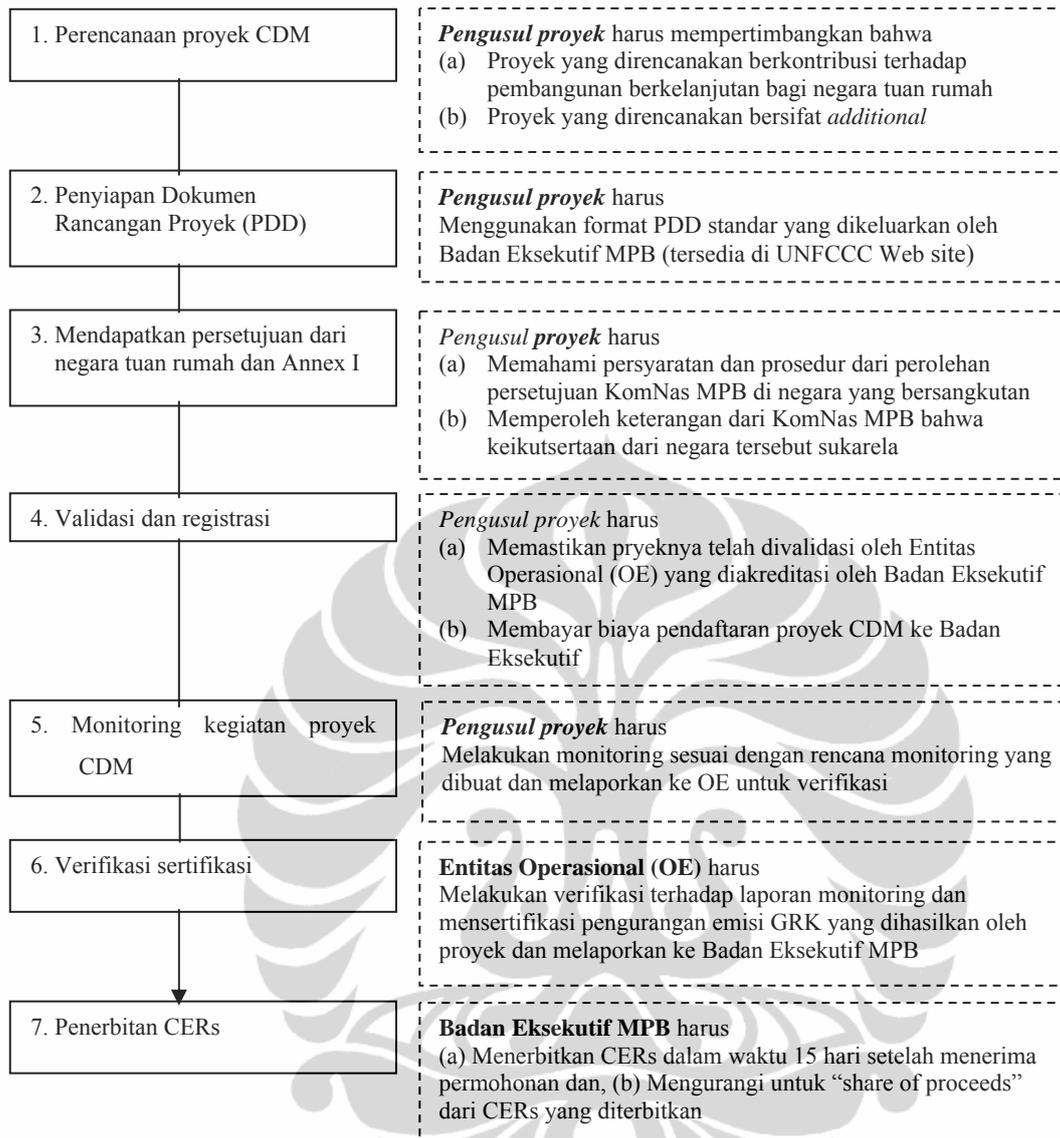
Langkah pertama dalam formulasi proyek adalah identifikasi kegiatan dan mengkaji kelayakan untuk CDM. Adalah penting untuk menghimpun informasi tentang otoritas nasional KomNas MPB negara yang bersangkutan termasuk persyaratan dan prosedur perolehan persetujuan dari KomNas MPB. Karena KomNas MPB merupakan mekanisme yang dirancang untuk berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan dari negara tuan rumah (non-Annex 1), informasi tentang kriteria dan indikator pembangunan berkelanjutan yang ditetapkan oleh KomNas MPB perlu diketahui untuk dapat menilai kemungkinan

diterima/tidaknya usulan proyek CDM. Beberapa negara termasuk Indonesia menetapkan kriteria dan indikator pembangunan berkelanjutan, terdapat juga negara yang membuat *list* tentang proyek-proyek prioritas untuk CDM.

Pengembang proyek juga harus mengidentifikasi apakah proyek yang direncanakan berskala besar atau berskala kecil, mengingat adanya perbedaan perlakuan keduanya antara lain bahwa untuk proyek A/R CDM skala kecil terdapat beberapa penyederhanaan prosedur untuk beberapa hal seperti berikut:

1. Dokumen rancangan proyek (PDD) yang lebih sederhana,
2. Metodologi penentuan *baseline* yang lebih sederhana,
3. Rencana dan metodologi monitoring lebih sederhana,
4. Diperbolehkan untuk menggunakan satu Entitas Operasional (OE) untuk validasi, verifikasi, dan sertifikasi,
5. Pengenaan biaya administrasi yang lebih rendah
6. Waktu penilaian untuk registrasi lebih pendek

Banyak pengembang proyek mencoba mencari pembeli CERs potensial. Untuk CERs memulai diskusi umumnya para pengembang tersebut menyediakan ringkasan deskripsi proyek yang dikenal sebagai *project idea note (PIN)* atau *project concept note (PCN)*. Beberapa organisasi penyanggah dana yang membeli CERs memiliki standar format untuk aplikasi, sedang organisasi lainnya dapat menerima format umum PIN dari *World Bank* atau format PCN yang dipilih oleh negara tuan rumah.



Gambar 2.13 Siklus proyek MPB (Sumber: Panduan Kegiatan MPB di Indonesia)

Tabel 2.10 Proyek-Proyek Mekanisme Pembangunan Bersih yang potensial di Indonesia (per 16 September 2004)

No	Nama proyek/deskripsi	Perkiraan pengurangan GRK/tahun (ton)	Institusi/perusahaan	Kontak
1	Proyek pulau-pulau terluar (The Outer Islands Project)	1.730.343	PT. PLN (Persero)	Jl.Trunojoyo MI/135 Kebayoran Baru Jakarta Selatan
2	Unit IV geotermal Kamojang, (Kamojang Geothermal Unit IV), 60 Mwe	454.000	PERTAMINA	Gd. Kwarnas Lt.5 Jl.Medan Merdeka Timur 6 Jakarta 10110 3521563, 3521549
3	Pembangkit Listrik tenaga air Lodoyo (Lodoyo Hydro Power Plant Project) (10MW). Energy generated/year: 52 GW/h	51.480	PT. PLN Pembangkit Jawa Bali	PT.PLN (Persero) Building, 2nd Fl. Jl.Gatot Subroto Kav.18 Jakarta 12950 (62-21) 525 1651; 525 0871
4	Proyek pembangkit listrik tenaga panas bumi Darajat unit 3 (Darajat Unit 3 Geothermal Power Project)	552.913	AMOSEAS Indonesia	Sarana Jaya Building , 1st Fl. Jl. Budi Kemuliaan I No.1 Jakarta 10110 (62-21) 351 2141; dwsu@ptcpi.com
5	Produksi semen berkelanjutan (Sustainable cement production)	1000.000	PT. Indocement	Jl.Mayor Oking Jayaatmaja Citeureup Bogor 16810; (62 21) 875 5785
6	Kombinasi siklus gas turbin Tanung Priok (611 MW)	1.092.203	PT. Indonesia Power	Jl.Jend. Gatot Subroto Kav. 18 Jakarta 12950; (62 21) 526 666 x 2202; Harijanti.kadri@indonesiapower.co.id
7	Penggabungan pembangkit listrik tenaga air skala kecil di perkebunan teh (Bundling Small Hydro in Tea Estate)	1.400	PT. Chakra	Jl. Pasirkaliki No.145 Bandung 40173; (62 22) 603 2070; imanns@yahoo.com
8	Pembangkit listrik dari pengolahan sekam padi (3-MW Rice Husk Power Plant) Lampung	26.873	PT. Lunto BioEnergi Prima	Jl. Senen Raya 135-137, Jakarta 0811 155647; lpm@centrin.net.id
9	Konversi energi panas bumi ke listrik (Geothermal energy conversion to electricity) Dieng, Wonosobo	940.000	PT. Geo Dipa Energi	Jl.Karawitan No.32 Bandung 40264; 022 7313375 ps 306
10	Pembangkit listrik dari pengolahan limbah kota (Municipal Waste Power Plant Project) Sidoarjo	123.631	PT. Iman Manunggal Widjaja	Jl. Medokan Asri Barat IX MA-I/M6 Surabaya 60295 031 8700308, 767 4556, 0811342814 smd_nawawi@hotmail.com

Lanjutan Tabel 8. (Lanjutan)

11	Efisiensi energi dalam industri pembuatan lempeng baja (Energy efficiency on steel making plant ladle and tundish heating)	40.000	PT. Krakatau Steel	Jl. Industri No.5 PO.Box 14 Cilegon 42435 (0254) 371 685/095; 0812 997 9757 (0254) 371 625; 398 814
12	Penangkapan metan dari limbah penyulingan minyak kelapa sawit untuk membangkitkan listrik melalui sel bahan bakar (Methane capturing from POME for generating electricity through fuel cells)	828.900	PT. Smart Group Sinar Mas	Jalan Teuku Umar 19 Pekanbaru, Riau 281120761-32986 liwang@cbn.net.id

2.1.12 Peraturan Perundang-undangan

Beberapa peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan substansi penelitian ini adalah:

1. Undang-undang No.32 Tahun 2009 tentang Lingkungan Hidup
2. Undang-undang No.6 Tahun 1994 tentang Pengesahan *United Nation Framework Convention on Climate Change* (Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim)
3. Undang-undang No.17 Tahun 2004 tentang Pengesahan Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim.
4. Undang-undang No.32 Tahun 2004 tentang Otonomi Daerah
5. Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
6. Permen No.14 Tahun 2004 tentang prosedur perizinan dan mekanisme penyediaan jasa lingkungan termasuk perdagangan karbon
7. Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta No.2 Tahun 2005 mengenai Pengendalian Pencemaran Udara

2.2. Kerangka Berpikir

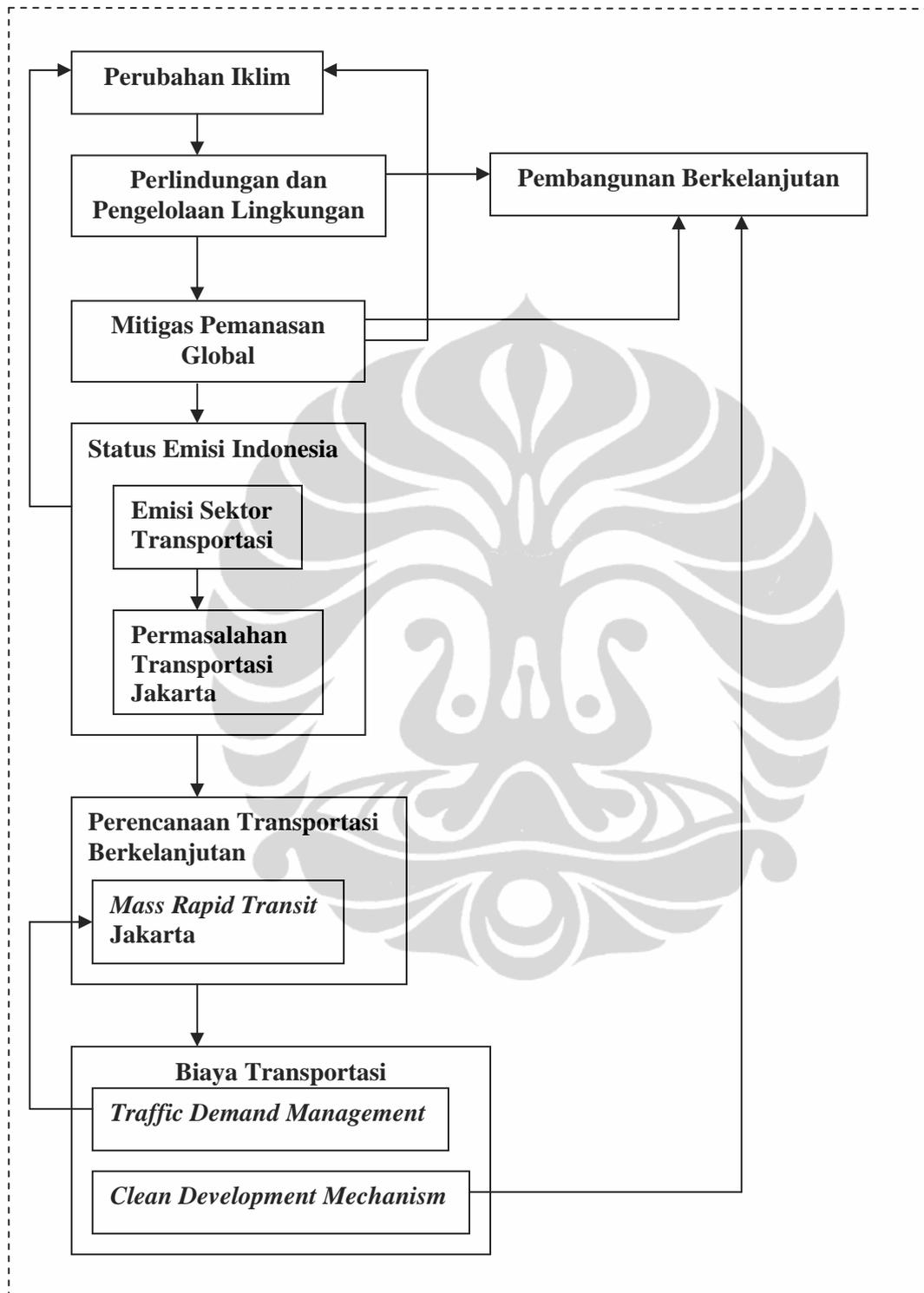
Perubahan iklim global yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akan memberikan pengaruh pada lingkungan hidup dan kehidupan manusia.

Upaya mitigasi terhadap peningkatan gas rumah kaca merupakan kewajiban bagi setiap bangsa di dunia termasuk Indonesia sesuai dengan amanah UU No.6 Tahun 1994 tentang Pengesahan *United Nations Framework Convention On Climate Change* dan UU No.32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Indonesia sebagai negara berkembang perlu berusaha mensejajarkan diri dengan negara lain. Peningkatan di berbagai sektor misalnya ekonomi, merupakan hal yang perlu diupayakan sebagai salah satu indikator kemajuan suatu bangsa. Percepatan ekonomi perlu ditunjang oleh berbagai sektor diantaranya sektor transportasi. Masalah transportasi di Indonesia khususnya kota Jakarta sebagai Ibukota negara perlu mendapat perhatian serius untuk menunjang percepatan ekonomi.

Mekanisme CDM memberikan peluang untuk pendanaan bagi proyek pembangunan transportasi massal di DKI Jakarta. Hal yang perlu dikaji adalah seberapa besar potensi pendanaan yang dapat diperoleh, faktor-faktor yang dapat menghambat proses perolehan CERs dan seberapa besar pengaruh insentif CDM terhadap faktor ekonomi dalam pembangunan MRT Jakarta dibandingkan jika tidak memperoleh insentif CDM.

2.3. Kerangka Teori



Gambar 2.14 Kerangka Teori

Menurut artikel 1 (satu) “*United Nations Framework Convention on Climate Change*” (UNFCCC), perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan baik secara langsung maupun tidak langsung oleh aktivitas manusia, yang merubah komposisi atmosfer global, dan bersamaan dengan variabilitas iklim alami, teramati dalam kurun waktu yang dapat diperbandingkan:

(“Climate change means a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods”).

Perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia telah mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan hidup karena itu perlu adanya upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakkan hukum.

Dalam teori perubahan iklim tersebut disampaikan bahwa aktivitas manusia telah berpengaruh baik langsung atau tidak langsung terhadap perubahan iklim yang berdampak secara global. Oleh karenanya sebagai salah satu negara di dunia yang turut serta meratifikasi UNFCCC sesuai dengan Undang-undang No.6 Tahun 1994 dan meratifikasi Protokol Kyoto tahun 2004, Indonesia turut berperan serta aktif dalam upaya-upaya penurunan emisi gas rumah kaca, yang mengakibatkan pemanasan global.

Indonesia merupakan negara ketiga yang menghasilkan emisi gas rumah kaca terbesar di dunia yaitu sekitar 3.014.000 Gg CO₂ dan sektor kehutanan berkontribusi sebesar 85% atau 2.563.000 Gg CO₂e (*Second National Communication*, 2010). Pada tahun 2005, sektor transportasi memberikan kontribusi 23% dari total emisi CO₂ dari sektor energi atau 20,7% dari keseluruhan emisi CO₂ negara yaitu sekitar 68 juta ton CO₂e.

Emisi yang tinggi dari sektor transportasi merupakan hasil dari sistem transportasi yang tidak efektif. Kemacetan telah menyebabkan kecepatan kendaraan minimum

yang berdampak signifikan terhadap konsumsi bahan bakar. Kecepatan kendaraan pada 120 km/jam menghasilkan emisi sekitar 50% lebih, sementara kecepatan yang lebih rendah dari 56 km/jam selain diakibatkan oleh kemacetan lalu lintas, juga menyebabkan emisi yang lebih tinggi (Suharyono, 2002).

Sistem transportasi yang berkelanjutan diharapkan dapat mengakomodasikan semaksimal mungkin aksesibilitas dan mendukung mobilitas penduduk, yang pada saat yang bersamaan pula, dapat menekan dampak negatif transportasi bagi lingkungan serta adanya jaminan kesetaraan dan akses bagi semua warga masyarakat (Soejachmoen, 2006).

Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dalam Sistem Transportasi Kota Berkelanjutan adalah (1) akses ke orang lain, tempat, barang, dan jasa; (2) persamaan sosial, interregional, dan intergenerasi; (3) tanggung jawab individu dan masyarakat; (4) memperhatikan kesehatan dan keselamatan; (5) terdapat unsur pendidikan dan partisipasi publik; (6) disusun dalam perencanaan yang terintegrasi (*integrated planning*); (7) penggunaan tanah dan sumber daya alam yang proporsional; (8) terkait pula dengan pencegahan polusi; (9) kesejahteraan ekonomi (Dalkman, 2007).

Untuk menekan laju peningkatan penggunaan angkutan pribadi, dan mengatasi *demand* lalu lintas yang tinggi, kebijakan pemerintah suatu negara adalah dengan membangun sistem transportasi massal dan yang harus dilakukan adalah perbaikan sistem angkutan umum berdasarkan daya angkut yang besar, kecepatan yang tinggi, keamanan dan kenyamanan perjalanan yang memadai dan dengan biaya yang terjangkau. Sehingga harus ada sistem transportasi baru yang tidak terikat oleh jalan raya yang memenuhi semua persyaratan itu (Tamin, 1997).

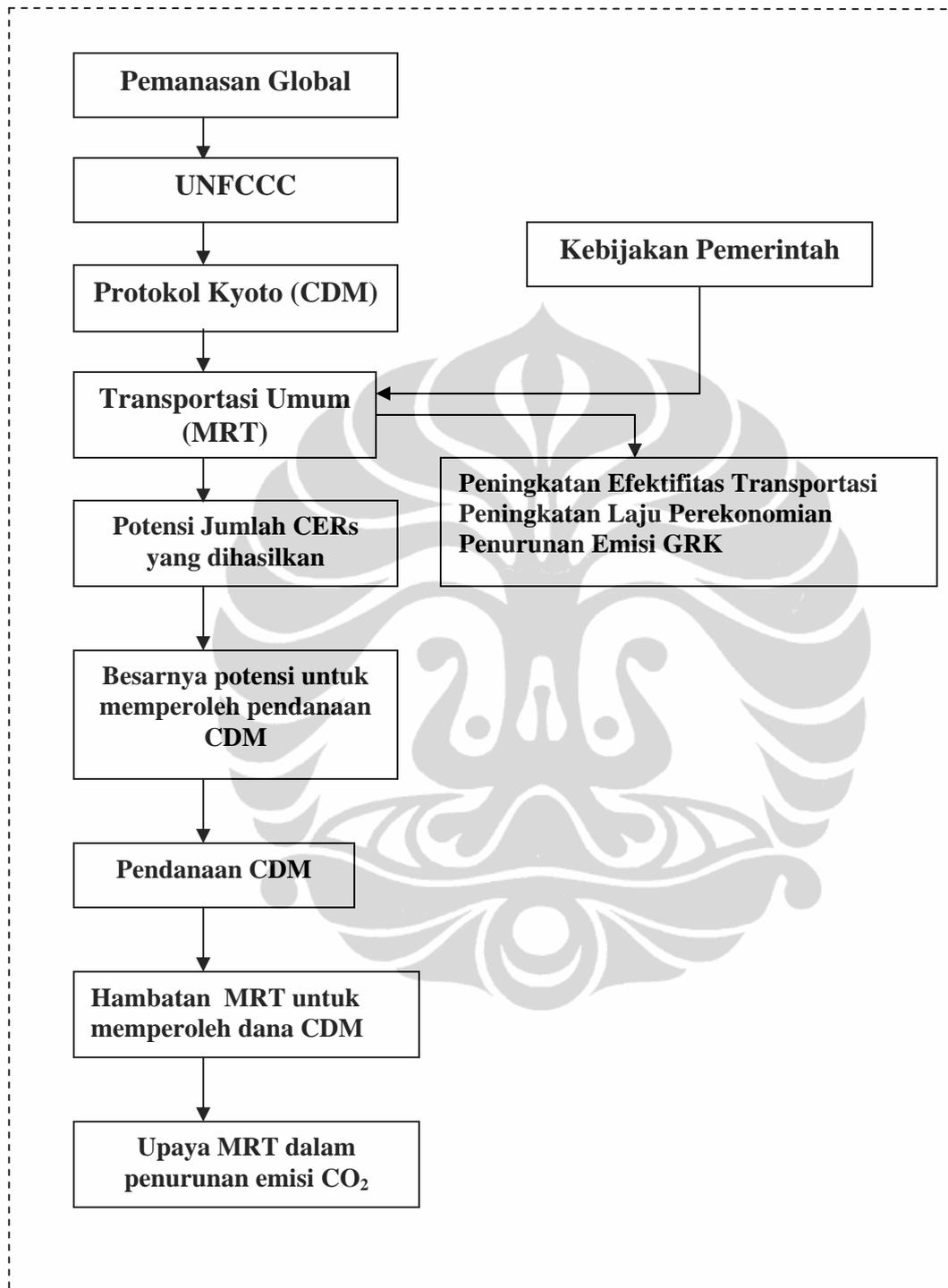
Mass Rapid Transit System (MRTS) adalah layanan penumpang massal perkotaan yang beroperasi pada tingkat kinerja yang tinggi, khususnya yang berkaitan dengan waktu tempuh dan daya angkut penumpang. MRTS dirancang untuk memindahkan sejumlah besar orang pada satu waktu. Semua jenis MRT

beroperasi dengan kecepatan yang relatif tinggi dan kapasitas penumpang yang besar, dan hal ini merupakan kebutuhan bagi kota yang sedang berkembang (*Mass Transit Option*, 2002).

Untuk membangun sistem transportasi yang baik diperlukan dana yang tidak sedikit, oleh karenanya perlu dicari sumber pendanaan untuk belanja sektor transportasi tersebut. Jika pembangunan transportasi diarahkan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, maka pembangunan sektor transportasi diarahkan untuk memperoleh pendanaan *Clean Development Mechanism* (CDM). Hal-hal yang terkait dengan upaya penurunan emisi CO₂ dengan mendorong adanya peralihan moda angkutan pribadi ke transportasi massal, diberlakukan kebijakan *traffic demand management* yang mendorong pengguna jalan untuk mengurangi perjalanan yang relatif tidak perlu (terutama pengguna kendaraan pribadi) dan mendorong penggunaan moda transportasi yang lebih efektif, lebih sehat dan ramah lingkungan (Susantono, 2007).

Peran CDM dalam hal mendukung pembangunan berkelanjutan, menurut Munasinghe (1993), pembangunan berkelanjutan mempunyai tiga tujuan utama, yaitu: tujuan ekonomi (*economic objective*), tujuan ekologi (*ecological objective*) dan tujuan sosial (*social objective*). Tujuan ekonomi terkait dengan masalah efisiensi (*efficiency*) dan pertumbuhan (*growth*); tujuan ekologi terkait dengan masalah konservasi sumberdaya alam (*natural resources conservation*); dan tujuan sosial terkait dengan masalah pengurangan kemiskinan (*poverty*) dan pemerataan (*equity*).

2.4. Kerangka Konsep



Gambar 2.15 Kerangka Konsep

Pemanasan global merupakan ancaman bagi keberlangsungan planet bumi dan menjadi tanggung jawab bagi seluruh negara di dunia termasuk Indonesia. Untuk mengatasi hal tersebut negara-negara di dunia sepakat untuk menyetujui Konvensi Perubahan Iklim atau *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) pada tahun 1992. Tujuan utama Konvensi adalah tercapainya kestabilan konsentrasi GRK di atmosfer pada tingkat yang akan mampu mencegah intervensi bahaya antropogenik pada sistem iklim.

Protokol Kyoto pada tahun 1997 disepakati untuk mengimplementasikan amanat utama Konvensi, yakni upaya mitigasi perubahan iklim yang harus dilaksanakan oleh semua Pihak Konvensi. Salah satu ketentuan penting di dalam Protokol Kyoto adalah penetapan target mengikat dan cara-cara penurunan emisi GRK bagi negara-negara maju di dalam *Annex 1 Countries*, rata-rata 5% dari tingkat emisi GRK tahun 1990. Periode pencapaian target ini adalah tahun 2008-2012 (Mulyani, 2009).

Pada penyelenggaraan Protokol Kyoto dibentuklah sebuah instrumen yang disebut *Clean Development Mechanism* (CDM) atau Mekanisme Pembangunan Bersih yang dapat mengikutsertakan negara-negara berkembang termasuk Indonesia di dalam hal mencapai pembangunan berkelanjutan dengan adanya alih teknologi, bantuan finansial, tenaga ahli dalam kegiatan-kegiatan pembangunan untuk menurunkan emisi GRK yang menjadi amanah dari UNFCCC.

Berawal dari permasalahan kemacetan di kota Jakarta yang telah memberikan dampak kerugian di berbagai sektor ekonomi dalam hal inefisiensi waktu, pemborosan bahan bakar, dampak kesehatan akibat emisi yang ditimbulkan karena kemacetan, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta bermaksud untuk membangun sarana transportasi publik MRT Jakarta, yang diharapkan dapat meningkatkan efektifitas transportasi, meningkatkan laju perekonomian dan menurunkan emisi gas CO₂ karena adanya pengurangan kendaraan pribadi dan peralihan moda angkutan.

Untuk membangun sistem transportasi MRT diperlukan dana yang tidak sedikit, sehingga untuk memperoleh sumber dana tersebut pembangunan MRT dapat diarahkan untuk memperoleh pendanaan CDM yang diperoleh dari adanya penurunan emisi CO₂ dari kegiatan MRT tersebut. Akan tetapi selain memiliki potensi dalam hal menurunkan emisi CO₂, MRT Jakarta juga memiliki kemungkinan untuk tidak memperoleh dana CDM. Sehingga untuk memaksimalkan penurunan emisi CO₂ dari kegiatan MRT, diperlukan beberapa upaya diantaranya pemilihan pembangkit tenaga listrik yang memiliki emisi rendah, pemberlakuan *Traffic Demand Management* dan peningkatan *Transit Oriented Development* untuk meningkatkan jumlah penumpang di area transit.



3. METODE PENELITIAN

3.1. Pendekatan dan Metode Penelitian

3.1.1. Pendekatan

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dan penggunaan teori masih diperlukan sebagai alat penelitian sejak menemukan masalah, pengumpulan data sampai analisis data. Peneliti juga menggunakan pendekatan deskriptif untuk mengumpulkan informasi tentang keadaan-keadaan nyata saat ini sesuai dengan topik penelitian. Tujuannya adalah untuk menggambarkan sifat atau keadaan yang berlangsung pada saat penelitian dilakukan, dan memeriksa sebab-sebab gejala tertentu. Hasil yang diperoleh adalah data yang representatif, guna mengambil tindakan atau keputusan lebih lanjut.

3.1.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *survey* untuk memperoleh data sekunder. Metode untuk mengumpulkan data tentang berbagai variabel suatu masalah.

Tabel 3.1 Metode Penelitian

No	Tujuan Penelitian	Metode
1	Mengetahui potensi penurunan emisi gas CO ₂ , karena peningkatan efektivitas transportasi bersamaan dengan pergantian moda transportasi.	Studi literatur, analisis perhitungan dengan metode IPCC 2006
2	Mengetahui potensi pemasukan dana dari <i>Traffic Demand Management</i> melalui <i>Electronic Road Pricing</i>	Studi literatur, analisis perhitungan jumlah kendaraan dikalikan nilai biaya yang harus dibayarkan
3	Mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menghambat MRT Jakarta memperoleh pendanaan CDM dalam hal penurunan emisi CO ₂ .	Studi literatur, analisis perhitungan emisi CO ₂ dari listrik

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah DKI Jakarta sesuai dengan keberadaan proyek MRT yang akan dibangun. Terpilihnya lokasi penelitian yang merupakan proyek transportasi yang belum terbangun dengan pertimbangan bahwa untuk memperoleh pendanaan CDM, maka kegiatan harus menganut prinsip *additionality*, yang berarti proyek tersebut belum dilaksanakan. Jika proyek tersebut sudah dapat dilaksanakan tanpa dana CDM, maka dana CDM kemungkinan tidak akan diberikan. Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2010 hingga bulan Februari 2011.

Variabel Penelitian

Tabel 3.2 Variabel penelitian dan definisi operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Unit	Sifat Data
1	Protokol Kyoto	Konvensi Internasional mengenai perubahan iklim	-	Sekunder
2	Kebijakan Pemerintah Indonesia	Beberapa peraturan pemerintah mengenai perubahan iklim, pencemaran udara, transportasi	-	Sekunder
3	Data Penumpang	Data orang yang menggunakan moda angkutan	orang	Sekunder
4	Bahan bakar	Bahan bakar yang digunakan untuk energi kendaraan bermotor (bensin, solar)	liter	Sekunder
5	Faktor Emisi	Faktor emisi dari muatan bahan bakar	kg/liter	Sekunder
6	Kendaraan bermotor	Moda transportasi yang digunakan sebelum MRT beroperasi (mobil pribadi, bis, dan lain-lain)	Unit	Sekunder
8	Dana CDM	Biaya yang akan digunakan untuk membiayai proyek transportasi MRT	\$	Sekunder

Data Penelitian

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder. Data sekunder diperoleh dari beberapa instansi pemerintah maupun swasta yang terkait, dan studi pustaka.

Metode Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur yaitu teknik pengumpulan data dengan mendalami, mencermati, menelaah pengetahuan yang ada di dalam kepustakaan (dokumen resmi, buku-buku referensi, hasil penelitian terdahulu) yang masih relevan dan valid untuk keperluan penelitian. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai mekanisme CDM sebagai salah satu kebijakan Protokol Kyoto dari beberapa kajian dan penelitian sebelumnya, dari institusi pemerintahan maupun akademisi. Selain itu studi literatur juga dilakukan untuk mendapatkan data transportasi di DKI Jakarta untuk mengetahui potensi dan peluang sektor transportasi di DKI Jakarta memperoleh pendanaan CDM.

3.5. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data sekunder yang diperoleh akan dianalisis dengan teknik analisis kuantitatif. Hasil-hasil studi literatur akan disusun berdasarkan masing-masing faktor untuk menjawab tujuan penelitian 1, 2 dan 3.

Metode Perhitungan Emisi CO₂

Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories Chapter 3. Mobile Combustion*.

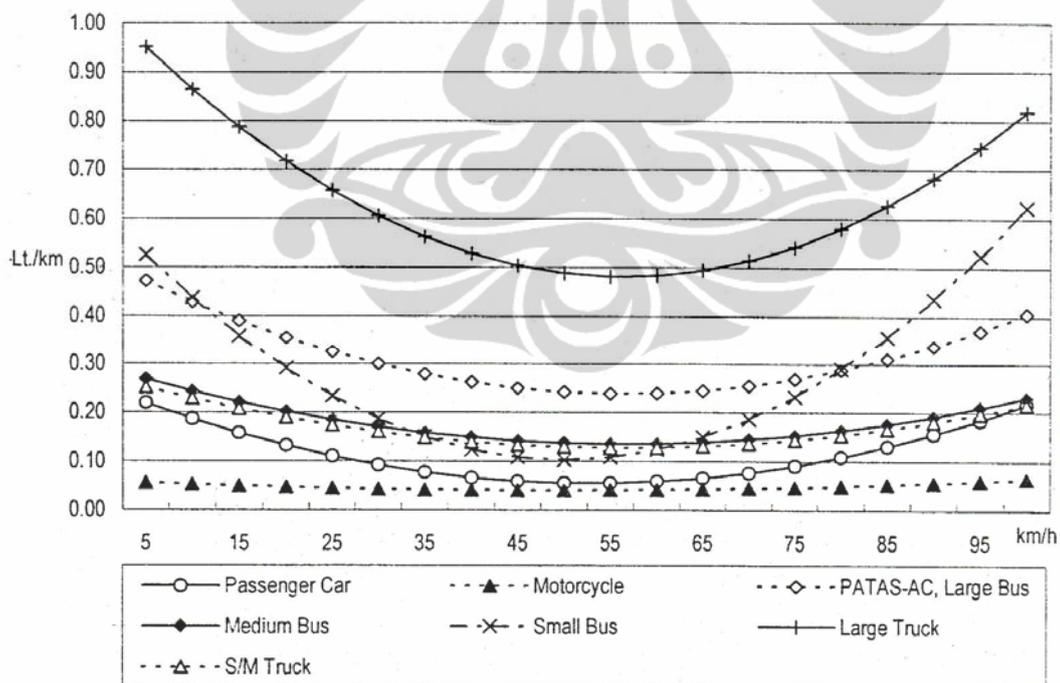
IPCC mendasarkan pada 2 (dua) pendekatan penghitungan data yaitu pertama jumlah bahan bakar yang terjual atau dikonsumsi dan kedua jumlah perjalanan kendaraan. Secara umum, penghitungan melalui konsumsi bahan bakar digunakan dalam menghitung emisi CO₂, sedangkan pendekatan penghitungan jarak perjalanan sesuai tipe kendaraan dan tipe jalan diaplikasikan untuk menghitung tingkat emisi dari CH₄ dan N₂O. (IPCC, 2006).

1. Langkah pertama menentukan jumlah kendaraan dari berbagai moda transportasi (kendaraan pribadi maupun kendaraan umum), dengan data sekunder (jumlah kendaraan bermotor).
2. Langkah kedua, mengklasifikasikan jenis kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan.
3. Langkah ketiga, menghitung konsumsi bahan bakar masing-masing kendaraan dalam satu tahun menggunakan tabel *Fuel Consumption Rate (FCR)*, hasil studi SITRAMP 2004, *Technical Report 8: Environmental Improvement*, dengan asumsi kecepatan rata-rata kendaraan 50 km/jam yang merupakan kecepatan kendaraan dengan konsumsi bahan bakar minimum, dan asumsi panjang lintasan masing-masing kendaraan dalam satu hari yaitu 10 km.

Konsumsi bahan bakar (liter) =

$$\text{Jumlah kendaraan} \times \text{FCR (liter/km)} \times 10 \text{ km} \times 365 \text{ hari} \dots \dots \dots (3.1)$$

Fuel Consumption Rate



Gambar 3.1 *Fuel Consumption Rate*, Sumber: *The Study on Integrated Transportation Master Plan (SITRAMP Phase II, 2004), Technical Report 8: Environmental Improvement*

4. Langkah keempat, menghitung jumlah emisi CO₂

$$\text{Emisi} = \sum_a [\text{Konsumsi Bahan Bakar (liter)} \times \text{Faktor Emisi (Kg/liter)}] \dots (3.2)$$

Tabel 3.3 CO₂ Emission Factors of Gasoline and Diesel

Fuel Type	Carbon Emission Factor (kg-CO ₂ /liter)	Carbon Emission Factor (kg CO ₂ /GJ)	Net Calorific Value (GJ/t)	Fraction of Carbon Oxidized (-)	Specific Gravity (kg/liter)
Gasoline	2.259	69.3	44.80	0.99	0.735
Diesel	2.697	74.1	43.33		0.849

Sumber: IAQMS (specific gravity), IPCC (the others)

Metode Perhitungan Finansial Reduksi Emisi CO₂

Penurunan emisi dinyatakan terjadi jika emisi-emisi dari aktivitas proyek CDM terukur di bawah garis dasar yang dimaksud.

$$\text{Jumlah CERs} = \text{Emisi Baseline} - \text{Emisi Proyek} \dots (3.3)$$

Perolehan CERs kemudian dikalikan dengan US\$ 9/t CO₂e (World Bank, 2005)

Emisi Baseline: Emisi kendaraan bermotor di jalur MRT Lebak Bulus – Dukuh Atas, sebelum adanya proyek MRT Jakarta

Emisi Proyek: Emisi kendaraan bermotor di jalur MRT, setelah adanya proyek MRT Jakarta ditambah dengan emisi listrik MRT.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Interaksi Sistem Transportasi terhadap Lingkungan Alam, Lingkungan Binaan dan Lingkungan Sosial

Dampak pada lingkungan alam yang disebabkan oleh transportasi yang tidak tertata di kota Jakarta adalah bahwa sektor transportasi menyumbang hampir 99% dari polutan yang terdiri atas sekitar 73% NO_x dan 89% dari emisi gas hidrokarbon. Sektor Transportasi merupakan sumber utama gas rumah kaca (GRK) di Indonesia, yang memberikan kontribusi 23% dari total emisi CO₂ dari sektor energi atau 20,7% persen dari keseluruhan emisi CO₂ negara. Sektor ini menghasilkan emisi tahunan sekitar 68 juta ton CO₂e, yang mewakili 23% dari total emisi CO₂ sektor energi pada tahun 2005 (*Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap*, 2010).

Dampak pada lingkungan binaan adalah meningkatnya biaya untuk pembangunan sarana transportasi kota dengan membangun *under pass*, *fly over*, dan jalan bebas hambatan untuk mengatasi kemacetan di Jabodetabek. Biaya publik untuk sektor transportasi pada tahun 2004-2020 di wilayah Jabodetabek, menurut estimasi SITRAMP pada tahun 2004 adalah sebesar Rp. 80.460 milyar yang merupakan beban dari Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah dan Pemerintah Kota di wilayah Jabodetabek.

Dampak pada lingkungan sosial, kemacetan di Jakarta menyebabkan kerugian waktu efektif warga, pemborosan bahan bakar kendaraan bermotor, polusi yang menyebabkan gangguan kesehatan. Berdasarkan hasil penelitian Yayasan Pelangi pada tahun 2005, kerugian yang disebabkan oleh kemacetan lalu lintas di Jakarta diperkirakan sebesar Rp. 12,8 triliun/tahun yang meliputi nilai waktu, biaya bahan bakar dan biaya kesehatan. Selain itu menurut studi yang dilakukan oleh *Study Integrated Transportation Master Plan II (SITRAMP II)* pada tahun 2004, menunjukkan bahwa bila sampai tahun 2020 tidak ada perbaikan yang dilakukan pada sistem transportasi di Jabodetabek, maka kerugian ekonomi diperkirakan

mencapai Rp.70,3 triliun/tahun, yang terdiri atas Rp. 35 triliun untuk tambahan biaya operasi kendaraan dan Rp. 35,3 triliun untuk waktu perjalanan yang lebih lama.

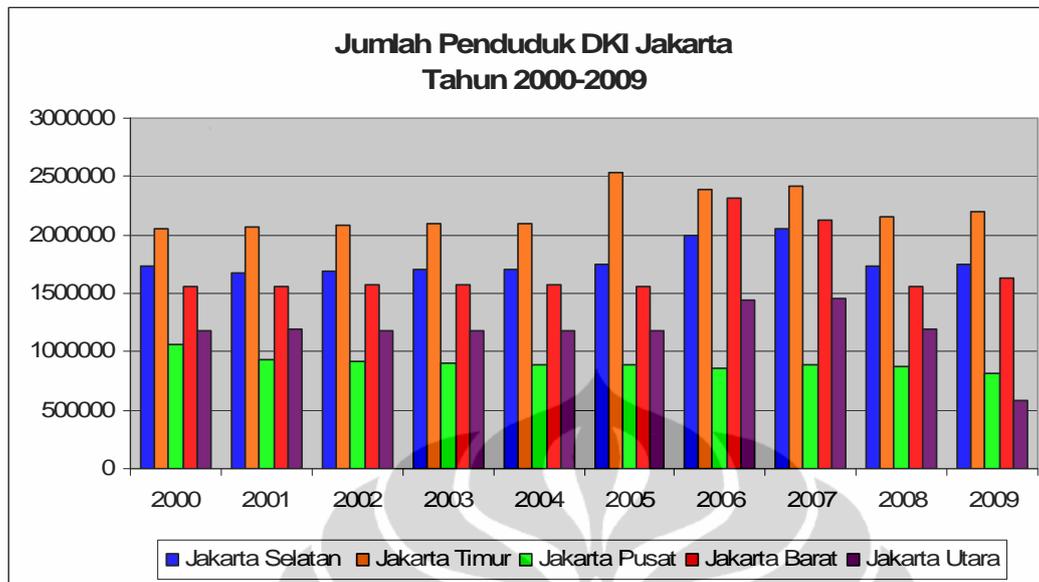
Kebijakan yang dihasilkan dari lingkungan sosial untuk merencanakan sistem transportasi yang baik pada lingkungan binaan, diharapkan pada akhirnya dapat mengatasi kemacetan, meminimalkan kerugian waktu efektif warga, mengurangi emisi gas rumah kaca pada lingkungan alam di tingkat wilayah Jakarta yang juga berkontribusi pada jumlah emisi sektor transportasi tingkat yang lebih tinggi yaitu nasional dan dunia.

4.2 Demografi

Jumlah rata-rata penduduk Provinsi DKI Jakarta sejak tahun 2000 hingga tahun 2009 adalah 7,77 juta jiwa. Dengan luas wilayah 662,33 km² kepadatan penduduk pada saat ini mencapai 11,73 ribu/km², menjadikan Provinsi DKI Jakarta sebagai wilayah terpadat penduduknya di Indonesia. Jumlah penduduk di Jakarta Timur adalah yang tertinggi yaitu (2.529.536 jiwa) dalam kurun waktu 2000–2009 yaitu pada tahun 2005, sedangkan jumlah penduduk Jakarta Pusat paling rendah (813.905 jiwa) di luar kepulauan Seribu (Badan Pusat Statistik, 2010).

Laju pertumbuhan penduduk selama kurun waktu 2000-2009 mengalami fluktuasi. Pada periode 2000-2005, laju pertumbuhan penduduk meningkat menjadi 1,2 persen per tahun. Pada periode 2005-2008, laju pertumbuhan menurun menjadi 0,95 persen per tahun. Jakarta Pusat adalah wilayah dengan laju pertumbuhan paling rendah (-0,01 persen dan 0,08 persen per tahun masing-masing pada periode 2000-2005 dan 2005-2008). Dinamika pertumbuhan penduduk selain karena faktor alamiah (kelahiran dan kematian) juga disebabkan oleh migrasi (urbanisasi) dan relokasi ke luar wilayah. Selain itu disebabkan adanya alih fungsi peruntukkan lahan, misalnya dari semula daerah pemukiman menjadi kawasan komersial.

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk DKI Jakarta Tahun 2000 - 2009



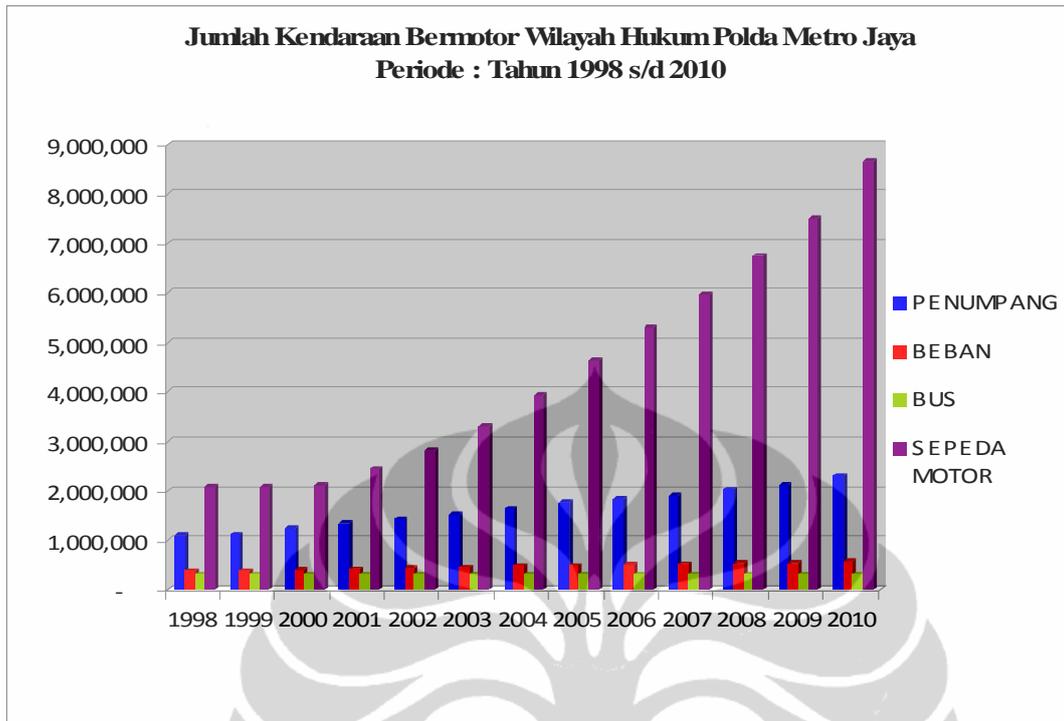
Sumber: Badan Pusat Statistik, 2010 (diolah)

4.3 Kondisi Transportasi di DKI Jakarta dan sekitarnya

Pertumbuhan kendaraan sejak tahun 1998 hingga 2010 memiliki persentase kenaikan rata-rata per tahun sebesar 9,83%, dengan rincian persentase kenaikan rata-rata pertahun untuk mobil penumpang sebesar 6,34%, untuk mobil beban sebesar 3,61 %, untuk bis mengalami penurunan jumlah sebesar 0,03% per tahun, untuk sepeda motor mengalami kenaikan sebesar 12,78% per tahun.

Sepeda motor memiliki persentase kenaikan tertinggi rata-rata per tahun atau sekitar 548.319 sepeda motor/tahun. Sampai bulan November 2010, jumlah sepeda motor di wilayah hukum Polda Metro Jaya adalah sebanyak 8.657.805, melampaui jumlah kendaraan pribadi 2.308.332, mobil beban sebanyak 580.090, dan mobil bus 310.547. Pertumbuhan kendaraan secara keseluruhan yang terdata di Wilayah Hukum Polda Metro Jaya yang meliputi daerah Jakarta, Tangerang dan Bekasi sejak tahun 1998 sampai dengan tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Jumlah Kendaraan Bermotor Wilayah Hukum Polda Metro Jaya

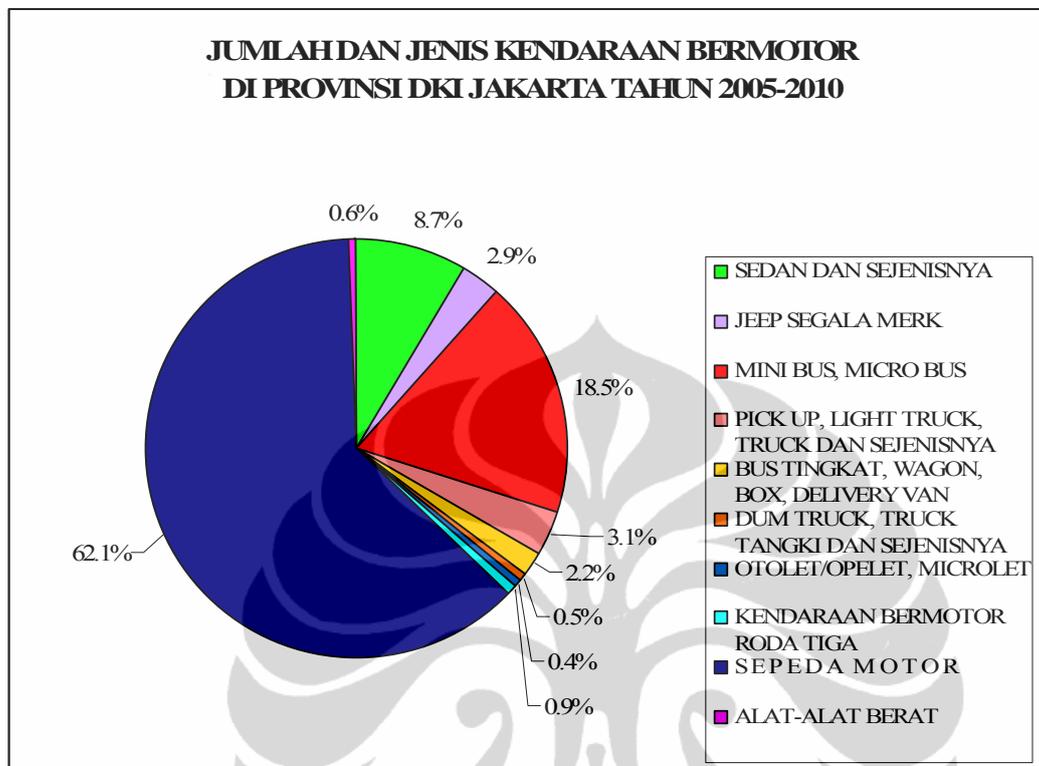


Sumber: Ditlantas Polda Metro Jaya, 2010 (diolah)

Peningkatan jumlah sepeda motor disebabkan oleh menurunnya tingkat layanan angkutan umum dan semakin murahnya harga sepeda motor. Pada tahun 2003, sebanyak 22% perjalanan kendaraan bermotor dilakukan dengan sepeda motor, dan merupakan moda transportasi yang terjangkau bagi masyarakat berpendapatan menengah (SITRAMP, 2003).

Sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan kepemilikan kendaraan bermotor dalam dua puluh tahun mendatang, total perjalanan di Jabodetabek pada tahun 2020 akan meningkat 40% dibandingkan tahun 2002. Jika tidak dilakukan perbaikan pada sistem transportasi di Jabodetabek, maka rata-rata kecepatan perjalanan di seluruh Jabodetabek akan turun dari 34,5 km/jam pada tahun 2002 menjadi 24,6 km/jam pada tahun 2020 (SITRAMP, 2003).

4.4 Jumlah kendaraan bermotor di DKI Jakarta



Gambar 4.1 Jumlah dan Jenis Kendaraan Bermotor di Provinsi DKI Jakarta
Sumber: Dinas Komunikasi dan Informasi Provinsi DKI Jakarta (diolah)

Jumlah dan jenis kendaraan yang berada di Provinsi DKI Jakarta tahun 2005-2010, menurut data yang diperoleh dari Dinas Komunikasi dan Informasi Provinsi DKI Jakarta yaitu kendaraan bermotor yang pembayaran pajaknya di Dinas Pelayanan Pajak Provinsi DKI Jakarta dapat dilihat pada diagram di atas. Pada tahun 2010 jumlah sedan dan jenis mobil penumpang sebesar 8,7% atau sejumlah 258.875, jeep sebanyak 2,9% yaitu 104.394, minibus 18,5% atau sejumlah 731.580, pick up 3,1% atau sejumlah 105.823, bus tingkat 2,2% atau sejumlah 82.311, dump truck 0,5% atau sejumlah 18.621, mikrolet 0,4% atau sejumlah 12.652, kendaraan roda tiga 0,9% atau sejumlah 133.077, alat-alat berat sebesar 0,6% atau sejumlah 25.372, dan jumlah tertinggi yaitu sepeda motor sebesar 62,1% atau sejumlah 2.559.511

4.4.1 Analisis Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar di DKI Jakarta

Analisis perhitungan konsumsi bahan bakar menggunakan data jumlah kendaraan dan jenis bahan bakarnya yang terdapat pada lampiran 3 dan 4. Kemudian jenis kendaraan dikalikan dengan konsumsi rata-rata bahan bakar dari Lampiran 9.

Contoh perhitungan:

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar sedan pada tahun 2005

Sedan yang menggunakan bensin sebanyak 353.110

Sedan yang menggunakan solar sebanyak 3.125

Konsumsi bahan bakar bensin:

353.110 mobil x *Fuel Consumption Rate* x panjang lintasan rata-rata 10 km x 365
Fuel Consumption Rate diasumsikan pada kecepatan kendaraan 50 km/jam, yaitu nilai konsumsi bahan bakar rata-rata dalam liter/jam pada tingkat minimum yaitu 0,05 liter/jam. Sehingga perhitungannya adalah :

$$353.110 \times 0,05 \text{ liter/km} \times 10 \text{ km} \times 365 = 64.442.575 \text{ liter}$$

Emisi CO₂ dari bahan bakar bensin:

Jumlah konsumsi bahan bakar x CO₂ *Emission Factor*

$$64.442.575 \text{ liter} \times 2,259 \text{ kg CO}_2/\text{liter} = 145.575.776,9 \text{ kg CO}_2 \\ = 145.575,77 \text{ ton CO}_2$$

Konsumsi bahan bakar solar:

3.125 mobil x *Fuel Consumption Rate* x panjang lintasan rata-rata 10 km x 365
Fuel Consumption Rate diasumsikan pada kecepatan kendaraan 50 km/jam, yaitu nilai konsumsi bahan bakar rata-rata dalam liter/jam pada tingkat minimum yaitu 0,05 liter/jam. Sehingga perhitungannya adalah:

$$3.125 \times 0,05 \text{ liter/km} \times 10 \text{ km} \times 365 = 570.312,5 \text{ liter}$$

Emisi CO₂ dari bahan bakar bensin:

Jumlah konsumsi bahan bakar x CO₂ *Emission Factor*

$$570.312,5 \text{ liter} \times 2,697 \text{ kg CO}_2/\text{liter} = 1.538.132,813 \text{ kg CO}_2 \\ = 1.538,133 \text{ ton CO}_2$$

Dengan cara yang sama, dihitung untuk semua jenis kendaraan dan bahan bakarnya yang hasilnya dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6 untuk konsumsi

bahan bakar, sedangkan lampiran 7 dan 8 untuk nilai emisi CO₂. Jumlah konsumsi rata-rata bahan bakar bensin tahun 2005-2010 adalah sebesar 1.010.494.736 liter, sedangkan konsumsi rata-rata solar adalah 214.495.492,4 liter, dengan emisi CO₂ rata-rata sebesar 3.663.811,88 ton CO₂.

Hasil perhitungan tersebut merupakan simulasi dengan asumsi kecepatan rata-rata kendaraan adalah 50 km/jam dan panjang lintasan rata-rata per hari adalah 10 km. Pada kenyataannya, di Jakarta lalu lintas padat dan kecepatan kendaraan lebih rendah dari pada 50 km/jam. Dari total perjalanan beberapa ruas jalan di Jakarta, 40% merupakan waktu bergerak sedangkan 60% merupakan waktu hambatan. Kecepatan rata-rata lalu lintas Jakarta adalah 20,21 km/jam (Kedepuitian V Menko Perekonomian, 2007).

4.5 Mass Rapid Transit Jakarta

4.5.1 Lokasi Proyek MRT Jakarta

Rute jalur MRT Jakarta sepanjang (15,10 km) yaitu Lebak Bulus (awal proyek) - jalan Kartini - jalan Fatmawati - jalan Panglima Polim - jalan Sisingamangaraja - jalan Sudirman - jalan MH.Thamrin - Dukuh Atas - Bundaran Hotel Indonesia (akhir proyek). Terletak pada 2 (dua) wilayah kota Administrasi yang mencakup 6 (enam) kecamatan, 23 (dua puluh tiga) kelurahan, terdiri atas:

I. Jakarta Selatan

- a. Kecamatan Kebayoran Lama, meliputi kelurahan Pondok Pinang;
- b. Kecamatan Cilandak, meliputi kelurahan Lebak Bulus, Gandaria Selatan, Cipete Selatan dan Cilandak Barat;
- c. Kecamatan Kebayoran Baru meliputi kelurahan Cipete Utara, Gandaria Utara, Pulo, Kramat Pela, Gunung Melawai, Selong, dan Senayan;
- d. Kecamatan Setiabudi meliputi kelurahan Karet Semanggi, Karet, Setiabudi;

II. Jakarta Pusat

- a. Kecamatan Tanah Abang meliputi kelurahan Gelora, Bendungan Hilir, Karet Tengsin, Kebun Melati dan Kebon Kacang;
- b. Kecamatan Menteng meliputi kelurahan Menteng dan Gondangdia

Pembangunan MRT Jakarta tidak mengurangi *space* jalan yang sudah ada, seperti halnya transportasi massal *busway*, tetapi dibangun tidak sebidang dengan jalan. MRT Jakarta ini meliputi 3 (tiga segmen): Area Depo, segmen layang (*elevated*), dan segmen bawah tanah (*underground*). Area Depo berlokasi di Terminal Lebak Bulus, sedangkan segmen layang mulai dari stasiun Lebak Bulus sampai ke stasiun Sisingamangaraja, dan bagian transisi (*transition section*) antara stasiun Sisingamangaraja dan stasiun Senayan. Segmen Bawah Tanah (*underground*), mulai dari *transition section*, stasiun Senayan dan berakhir di stasiun Bundaran Hotel Indonesia.

Jumlah stasiun yang akan dibangun dari stasiun Lebak Bulus sampai stasiun Bundaran Hotel Indonesia, yang terdiri dari stasiun layang dan stasiun bawah tanah, dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3 berikut ini.



Gambar 4.2 *Elevated Station*, Sumber: PT. MRT Jakarta

Posisi Antar Stasiun Layang

1. Lebak Bulus	0 km + 000 m
2. Fatmawati	2 km + 020 m
3. Cipete Raya	3 km + 830 m
4. Haji Nawi	5 km + 140 m
5. Blok A	6 km + 360 m
6. Blok M	7 km + 660 m
7. Sisingamangaraja	8 km + 250 m



Gambar. 4.3 *Underground Station*, Sumber: PT. MRT Jakarta

Posisi Antar Stasiun Bawah Tanah

1. Senayan	9 km + 780 m
2. Istora	10 km + 610 m
3. Bendungan Hilir	11 km + 890 m
4. Setia Budi	12 km + 660 m
5. Dukuh Atas	13 km + 590 m
6. Bundaran HI	14 km + 640 m

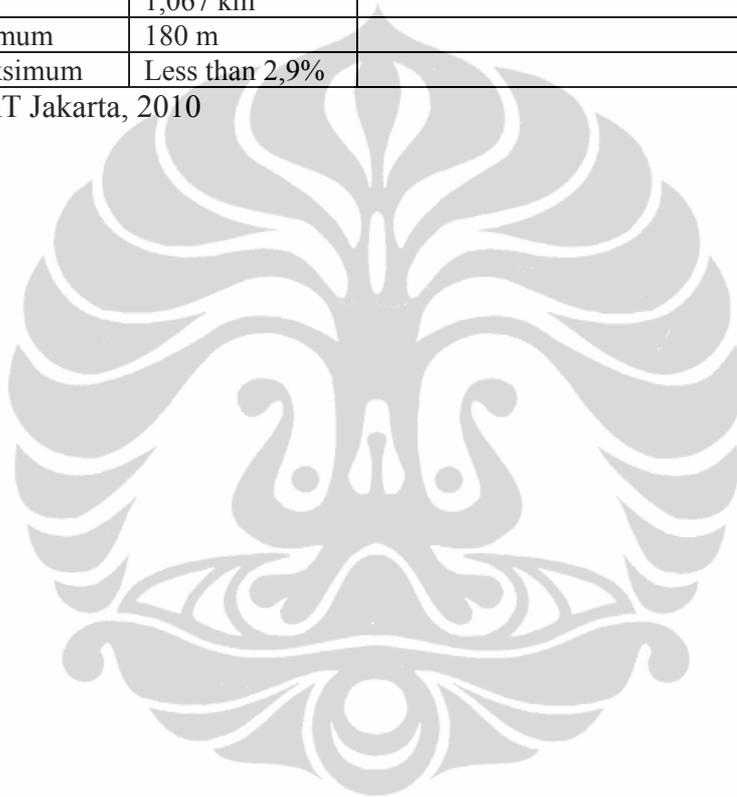
4.5.2 Jalur Kereta MRT Jakarta

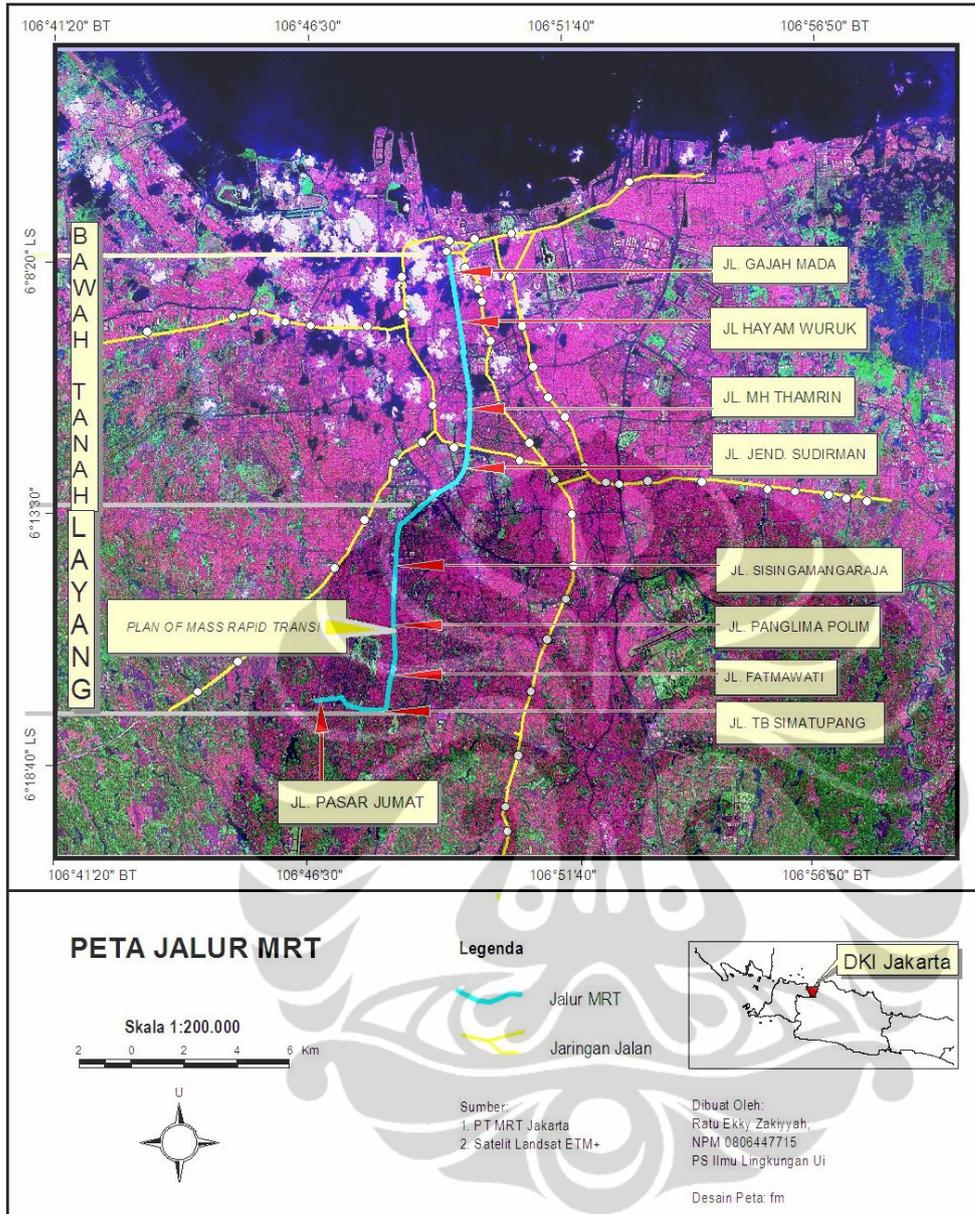
Jalur/lintasan MRT Jakarta merupakan jalur ganda (*double track*), dengan panjang lintasan keseluruhan 15,74 km dengan pembagian panjang lintasan untuk layang 9,954 km; transisi sepanjang 0,990 km dan panjang lintasan untuk bawah tanah 4,796 km, data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Fasilitas Pendukung MRT Jakarta

No	Fasilitas	Uraian	Keterangan
1	Panjang Total	15,740 km	Termasuk Area Depo
2	Track configuration	Double track	
3	Operation direction	Left side	
4	Depo Area	Approx 9,42 ha	
5	Bagian layang	9,954 km	Dari Lebak Bulus Depo sampai transition section
6	Transisi	0,990 km	Transisi Sisingamangaraja – Senayan
7	Segmen bawah tanah	4,796 km	Dari Transition section sampai Bundaran HI station
8	Gauge	1,067 km	
9	Radius minimum	180 m	
10	Gradien maksimum	Less than 2,9%	

Sumber: PT. MRT Jakarta, 2010





4.5.3 Sistem Operasi

a. Pengelola

Pengoperasian MRT Jakarta akan dikelola oleh PT. MRT Jakarta. Perusahaan ini merupakan BUMD Pemerintah DKI Jakarta yang berdiri pada tanggal 17 Juni 2008 setelah mendapat persetujuan DPRD Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dengan diterbitkannya Peraturan Daerah No.3 Tahun 2008 tentang pembentukan BUMD PT. MRT Jakarta dan Peraturan Daerah No.4 Tahun 2008 tentang Penyertaan Modal Daerah di PT. MRT Jakarta.

PT. MRT Jakarta bergerak dalam bidang pengangkutan darat, dimana kegiatan usahanya terdiri atas penyelenggaraan prasarana dan sarana perkeretaapian umum perkotaan yang meliputi pembangunan, pengoperasian, perawatan dan pengusahaan prasarana dan sarana MRT termasuk juga pengembangan dan pengelola kawasan di sekitar depo dan stasiun MRT.

b. Kapasitas Penumpang

Tabel 4.4 Kapasitas penumpang MRT Jakarta

No	Parameter	Uraian	Keterangan
1	Demand forecast (PHPDT*)	a. Tahun 2017: 12.800 penumpang per jam b. Tahun 2020: 18.700 penumpang per jam	Blok A ke Blok M - sda-
2	Kapasitas Penumpang	a. Kapasitas Penumpang per kereta: 147 pax (Tc), and 162 pax (M) b. Jumlah kereta per one set KA: 6 kereta (4M2Tc) c. Kapasitas penumpang per kereta 942 pax / satu set kereta	
3	Tingkat kepadatan (Congestion Ratio)	a. Tahun 2017: 113% b. Tahun 2020: 175%	Interval pemberangkatan setiap 5 menit per kereta

Note : *PHPDT: Peak Hour Peak Direction Traffic Sumber: PT. MRT Jakarta, 2010

c. Jam operasi kereta

MRT Jakarta direncanakan akan beroperasi selama 19 jam per hari (jam 05.00–24.00) dengan interval pemberangkatan setiap 5–10 menit. Jam puncak diperkirakan sekitar 4 jam (pagi hari: jam 7.00–9.00; sore hari jam 17.00–19.00). Setiap rangkaian keretanya terdiri atas 6 kereta, dengan kapasitas maksimal 942 penumpang (duduk dan berdiri), akan mampu mengangkut penumpang sebanyak 12.800 orang per jam untuk setiap arah. Waktu tempuh antara Lebak Bulus ke Bundaran Hotel Indonesia selama 28 menit, dengan kecepatan maksimum 100

km/jam. Jumlah keseluruhan kereta yang akan dioperasikan adalah sebanyak 13 set rangkaian kereta MRT Jakarta setiap harinya, dan 2 unit merupakan rangkaian cadangan.

Tabel 4.5 Rencana Operasi MRT Jakarta

No	Stasiun	Rangkaian kereta
1	Jam operasi	a. Pelayanan: Dari jam 5:00 pagi sampai 24:00 malam b. Jam Pemeliharaan: Dari jam 1:00 pagi sampai jam 4:00 pagi
2	Headway (Interval pemberangkatan)	a. 5 menit pada jam puncak b. 10 menit di luar jam puncak, termasuk akhir minggu dan hari libur c. 5-7 menit di dini hari dan tengah malam
3	Waktu Turn - back (pada stasiun)	a1. Stasiun Lebak Bulus: 6 menit pada jam puncak a2. Stasiun Lebak Bulus: 8 menit di luar jam puncak termasuk akhir minggu dan hari libur b1. Stasiun Bundaran Hotel Indonesia: 2,5 menit pada jam puncak b2. Stasiun Bundaran Hotel Indonesia: 5 menit di luar jam puncak termasuk akhir minggu dan hari libur
4	Waktu perjalanan	a. Jam Puncak: 70 menit b. Di luar jam puncak: 70 menit
5	Jumlah rangkaian kereta	Dibutuhkan jumlah rangkaian kereta 16 set

Sumber: PT. MRT Jakarta, 2010

Tabel 4.6 Fitur Proyek MRT Jakarta

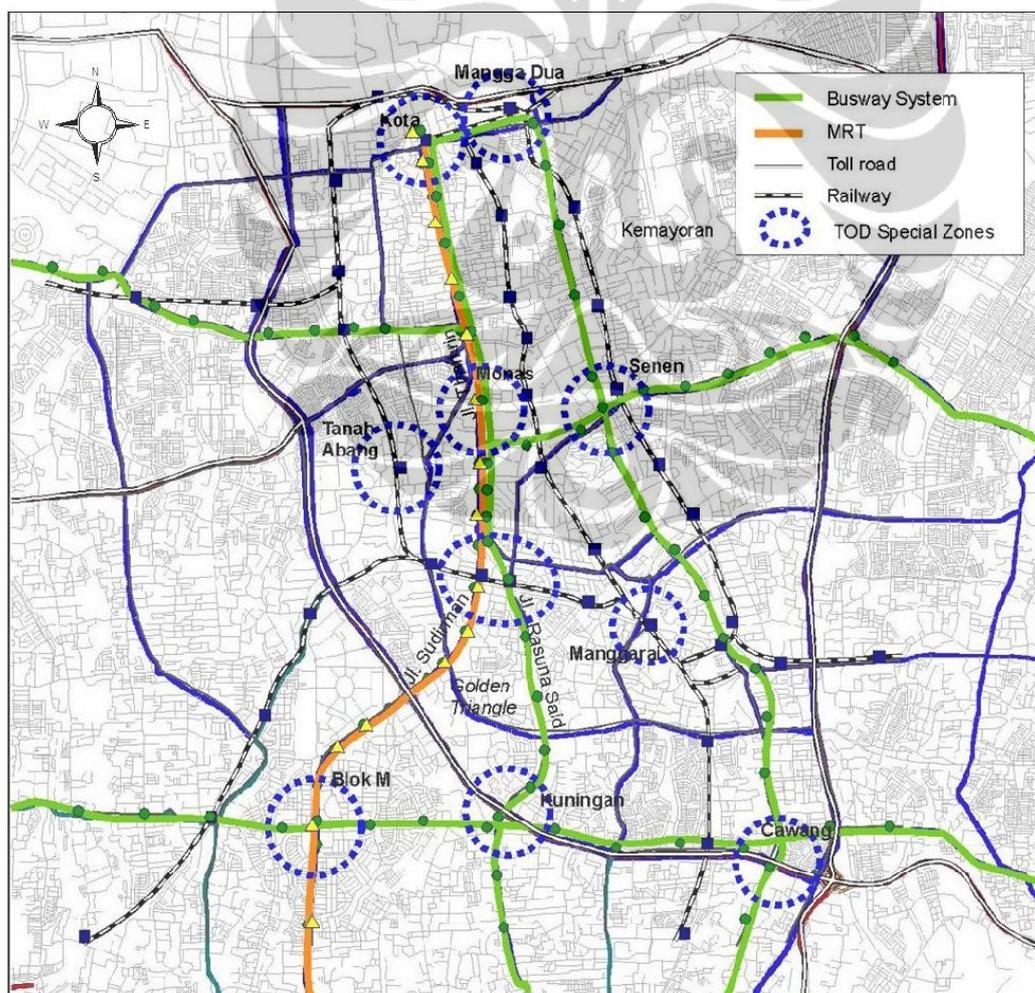
	Tahap I Lebak Bulus-Bundaran HI	Tahap II Bundaran HI-Kampung Bandan
Panjang Lintasan	15.2 km (9.2 km layang, 6 km bawah tanah)	8.1 km
Stasiun	13 (7 layang, 6 km bawah tanah)	+ 7 bawah tanah dari Bundaran HI - Kota, + 1 at grade (Kampung Bandan)
Waktu tempuh	30 menit	22.5 menit (Lebak Bulus - Kampung Bandan : 52,5 menit)
Jarak antar stasiun	0,6 - 2,0 km	0,8 - 2,0 km
Headway	5 menit (2016)	5 menit (2018)
Target penumpang/hari	412.700 (2020/tahun ketiga operasi) dengan <i>Traffic Demand Management (TDM)</i> dan <i>Transit Oriented Development (TOD)</i>	629.900 (2037) dengan <i>Traffic Demand Management (TDM)</i> dan <i>Transit Oriented Development (TOD)</i>
Target Operasi	Akhir 2016	2018

Sumber: PT. MRT Jakarta, 2010

4.5.4 Transit Oriented Development

MRT Jakarta berbasis transit yang mendorong restorasi ruang kota. Pembangunan stasiun transit yang terintegrasi dengan perkantoran, pemukiman, pusat perbelanjaan, pedestrian untuk pejalan kaki, juga moda transportasi lain. Interaksi transit urban diharapkan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi pada area sekitar stasiun, sehingga dapat berdampak langsung kepada peningkatan jumlah MRT Jakarta. Selain itu stasiun transit yang terintegrasi dengan moda transportasi umum lainnya, akan memudahkan masyarakat untuk berpindah moda transportasi dengan hanya berjalan kaki.

Beberapa lokasi yang direncanakan sebagai *Transit Oriented Development Zone*, dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.5 *Transit Oriented Development Zone*, Sumber: SITRAMP 2004

Berbagai kegiatan proyek konstruksi MRT Jakarta, Lebak Bulus – Bunderan HI (Tahap I) akan membawa dampak terhadap sarana transportasi lainnya di Jakarta dan wilayah sekitarnya. Berbagai kegiatan penting tersebut adalah sebagai berikut:

1. Terminal Bis Lebak Bulus

Depo akan dibangun pada *at grade* di terminal bis Lebak Bulus dan tanah akan ditinggikan sampai 1-5 m lebih tinggi dari kondisi sekarang. Terminal bus yang akan dibangun di atas daerah depo ini dan gedung perkantoran baru atau bangunan tempat tinggal dapat dibangun pada tahap selanjutnya. *Deck slab* akan dibangun di atas halaman depo pada saat yang sama dengan pembangunan depo jika rencana tersebut diselesaikan oleh Pemda Provinsi DKI Jakarta.

2. Terminal Bis Blok M

Terminal bis untuk transportasi kota (bis kota dan Metromini) yang melayani rute transportasi dari Kebayoran Baru ke beberapa daerah di Jakarta. MRT Jakarta akan melalui daerah Blok M dan stasiun Blok M akan dibangun. Oleh karena itu, stasiun MRT Blok M dan Terminal Bis Blok M akan saling mendukung satu sama lain untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas untuk penumpang di perkotaan.

3. Trans Jakarta Busway

Sebagian dari jalur MRT Jakarta, yaitu bagian Blok M – Bunderan HI, akan dibangun di sepanjang koridor yang sama dengan jalur *Busway* Trans Jakarta.

4. Stasiun Kereta Api Sudirman

Pada daerah Dukuh Atas di Jl. Sudirman, jalur MRT Jakarta akan berpotongan dengan jalur stasiun kereta api Dukuh Atas yang ada (Manggarai–Tanah Abang). Dekat stasiun kereta api ini, stasiun MRT Dukuh Atas akan dibangun, sehingga penumpang dapat berpindah dari satu sarana transportasi ke sarana transportasi lainnya. Ini adalah dampak positif bagi kelancaran perjalanan pengguna kedua moda transportasi ini.

5. Monorail

Jalur MRT Jakarta juga bersinggungan dengan jalur monorail yang direncanakan, baik pada jalur hijau/biru. Pada persimpangan, masing-masing sarana transportasi tersebut memiliki stasiun yang berdekatan, sehingga pengguna sarana transportasi tersebut dapat dengan mudah berpindah dari sarana transportasi yang satu ke sarana transportasi yang lainnya. Persimpangan Jalur MRT dengan jalur hijau monorail di dua tempat yakni stasiun Istora (Jalan Sudirman) dan Stasiun Sudirman (Dukuh Atas dekat stasiun MRT). Persimpangan Jalur MRT dengan jalur biru monorail (yang direncanakan) berlokasi di dekat stasiun MRT Bendungan Hilir.

4.5.4.1 Meningkatnya Kinerja Sistem Transportasi

Dampak meningkatnya sistem transportasi ini, terutama disebabkan rute atau jalur MRT akan terintegrasi dengan moda transportasi lainnya, antara lain:

a. Terminal Bis Lebak Bulus

Terminal bus Lebak Bulus merupakan terminal bus antar kota antar provinsi dan juga terminal bus kota serta mikrolet yang melayani angkutan dalam kota, dengan kondisi lalu lintas yang cukup padat. Stasiun (layang) MRT Lebak Bulus juga akan dibangun dekat (di depan) terminal bus Lebak Bulus tersebut. Dengan demikian keberadaan dan pengoperasian stasiun MRT dan terminal bus Lebak Bulus ini akan saling menunjang (terjadi sinergi) dan menimbulkan dampak positif bagi para pengguna sarana transportasi tersebut, karena memudahkan perpindahan antar moda angkutan/transportasi.

b. Terminal Blok M

Terminal Blok M merupakan terminal angkutan kota (Bus kota dan Metromini) yang melayani rute angkutan kota dari daerah Kebayoran Baru ke berbagai wilayah kota Jakarta. Pembangunan MRT Lebak Bulus–Bundaran Hotel Indonesia akan melalui daerah Blok M. Dengan demikian, keberadaan stasiun bus Blok M ini akan saling menunjang sehingga berdampak positif bagi kelancaran lalu lintas penumpang dalam kota.

c. Stasiun Kereta Api Sudirman

Di Dukuh Atas, jalur MRT Lebak Bulus–Bundaran Hotel Indonesia berpotongan dengan jalur kereta api yang sudah ada yaitu Stasiun KA Sudirman. Dekat stasiun KA tersebut juga akan dibangun Stasiun MRT Dukuh Atas yang letaknya berdekatan dengan stasiun Kereta Api Sudirman, sehingga penumpang dapat pindah dari moda yang satu ke moda lainnya. Hal ini merupakan dampak positif bagi kelancaran perjalanan para pengguna kedua moda transportasi tersebut

d. Stasiun Kereta Api Gambir

Rute MRT Lebak Bulus – Bundaran Hotel Indonesia akan berakhir di stasiun bundaran Hotel Indonesia yang terletak di pinggir jalan Thamrin. Walaupun jarak antara stasiun kereta api Gambir yang merupakan stasiun pusat kota Jakarta dengan stasiun MRT Bundaran Hotel Indonesia lumayan jauh, tetapi stasiun MRT masih merupakan pertimbangan alternatif kendaraan karena dapat dilanjutkan dengan Trans Jakarta. Karena itu, pada tahap pasca konstruksi, keberadaan MRT ini akan menimbulkan dampak positif bagi para penumpang yang akan melanjutkan perjalanannya ke berbagai daerah melalui stasiun Gambir.

e. Monorail

Jalur MRT Lebak Bulus – Bundaran Hotel Indonesia juga berpotongan dengan jalur monorail, baik rute/jalur hijau (*green line*) maupun biru (*blue line*). Pada lokasi perpotongan tersebut, kedua moda transportasi ini mempunyai stasiun masing-masing yang berdekatan, sehingga penumpang dapat pindah dari moda yang satu ke moda lainnya. Perpotongan jalur MRT dengan monorail jalur hijau terdapat di dua lokasi, yaitu di Stasiun Istora (Jalan Sudirman) dan Stasiun Sudirman (dekat Stasiun MRT Dukuh Atas), sementara perpotongan jalur MRT dengan monorail jalur biru terdapat di dekat Stasiun MRT Bendungan Hilir.

(Sumber: PT.MRT Jakarta, 2010)

4.5.5 Analisis Perhitungan Emisi Sebelum MRT Jakarta Beroperasi di Jalur MRT Lebak Bulus-Dukuh Atas

Data yang diperoleh merupakan data sekunder yang telah diolah berdasarkan kriteria pemilihan moda angkutan. Model pemilihan moda (Mode Choice models), bertujuan untuk mengetahui proporsi orang yang akan menggunakan setiap moda. Proses ini dilakukan dengan maksud untuk mengkalibrasi model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengetahui peubah atribut yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Setelah dilakukan proses kalibrasi, model dapat digunakan untuk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai peubah atribut untuk masa mendatang.

Pemilihan moda sangat sulit dijadikan model, walaupun hanya dua buah moda yang akan digunakan (umum atau pribadi). Ini disebabkan oleh banyak faktor yang sulit dikuantifikasi dan juga ketersediaan mobil pada saat diperlukan. Dengan lebih dari dua moda (misalnya bus, oplet, sepeda motor, kereta api), proses pemodelan menjadi lebih sulit. Untuk angkutan barang, pemilihan biasanya antara kereta api dan truk.

Faktor yang mempengaruhi pemilihan moda ini dapat dikelompokkan menjadi tiga :

1. Ciri pengguna jalan, beberapa faktor berikut ini diyakini sangat mempengaruhi pemilihan moda:
 - a. ketersediaan atau pemilikan kendaraan pribadi
 - b. pemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM)
 - c. struktur rumah tangga (pasangan muda, keluarga dengan anak, pensiun, bujangan, dan lain-lain)
 - d. pendapatan
 - e. faktor lain misalnya keharusan menggunakan mobil ke tempat bekerja dan keperluan mengantar anak sekolah.
2. Ciri pergerakan, pemilihan moda juga sangat dipengaruhi oleh:
 - a. tujuan pergerakan, contohnya pergerakan ke tempat kerja di negara maju biasanya lebih mudah dengan memakai angkutan umum karena ketepatan

waktu dan tingkat pelayanannya sangat baik dan ongkosnya lebih murah dibandingkan dengan mobil. Akan tetapi, hal yang sebaliknya terjadi di negara sedang berkembang; orang masih tetap menggunakan mobil pribadi ke tempat kerja, meskipun lebih mahal, karena ketepatan waktu, kenyamanan, dan lain-lainnya tidak dapat dipenuhi oleh angkutan umum.

- b. waktu terjadinya pergerakan , jika kita ingin bergerak pada tengah malam, kita pasti membutuhkan kendaraan pribadi karena pada saat ini angkutan umum tidak ada atau jarang beroperasi
 - c. jarak perjalanan, semakin jauh perjalanan, kita semakin cenderung memilih angkutan umum dibandingkan dengan angkutan pribadi.
3. Ciri fasilitas moda transportasi. Hal ini dapat dikelompokkan menjadi dua kategori. Pertama, faktor kuantitatif seperti :
- a. waktu perjalanan: waktu menunggu di pemberhentian bus, waktu berjalan kaki ke pemberhentian bus, waktu selama bergerak, dan lain-lain
 - b. biaya transportasi (tarif, biaya bahan bakar, dan lain-lain)
 - c. ketersediaan ruang dan tarif parkir.

Faktor kedua bersifat kualitatif yang cukup sukar menghitungnya, meliputi kenyamanan dan keamanan, keandalan dan keteraturan dan lain-lain.

Untuk memilih moda transportasi tertentu, maka dapat menggunakan model logit Multinomial/Binomial.

- a. Logit Binomial : model yang merepresentasikan pemilihan dua jenis moda. Model ini sederhana karena hanya ada dua pilihan moda.
- b. Multinomial logit : model yang digunakan untuk pemilihan moda yang terdiri atas banyak moda. Model ini mencerminkan kenyataan karena sekarang terdapat banyak pilihan moda transportasi.

Dasar untuk menghitung jumlah peralihan moda transportasi dalam hal ini perpindahan ke moda transportasi MRT, memperhatikan hal-hal tersebut di atas.

Persamaan Logit Binomial :

$$P_{ji} = \frac{\exp U(x)}{1 + \exp U} \text{ dan } U(x) = \sum \beta_{jni} x_{jni}$$

$U(x)$ = Nilai kepuasan (utilitas)

P_{ji} = Probabilitas memilih moda j bagi individu i

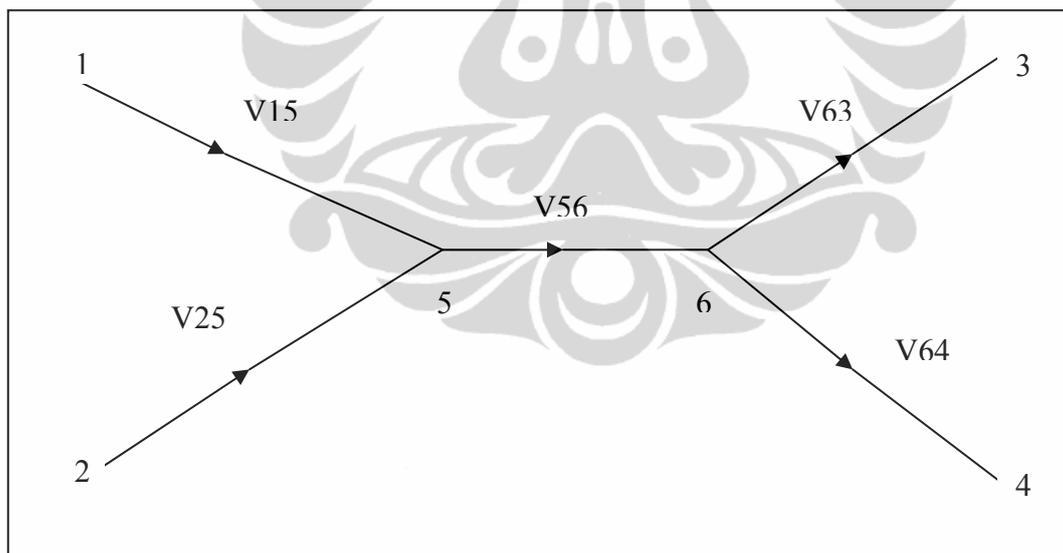
β_{jni} = koefisien dari atribut x_{jni}

x_{jni} = atribut ke n dalam memilih moda j , bagi ini individu i

(Sumber: Silalahi, 2010)

4.5.5.1. Permasalahan Dalam Penggunaan Data Arus Lalulintas

Arus lalu lintas sangat berguna sebagai data utama dalam proses penaksiran matriks arah tujuan (MAT), tetapi masih terdapat beberapa masalah yang terkait dengan penggunaannya. Permasalahan tersebut timbul karena arus lalulintas tidak pernah luput dari galat.



Gambar 4.6 Jaringan sederhana dengan arus lalu lintasnya (Tamin, 1997)

Masalah perhitungan arus lalu lintas

Yang dibutuhkan untuk menghitung arus lalulintas adalah data perencanaan yang sederhana untuk setiap zona dan data arus lalu lintas pada beberapa ruas jalan tertentu. Data arus lalu lintas sebenarnya cerminan pergerakan arus antar zona dan rute yang dipilih. Jadi, volume arus lalu lintas untuk ruas jalan tertentu

menyediakan informasi mengenai semua pergerakan antar zona yang menggunakan ruas tersebut. Dua masalah penting diterangkan berikut ini

- a. Ketergantungan Gambar memperlihatkan bahwa arus lalu lintas pada ruas 5-6 adalah penjumlahan arus pada ruas 1-5 dan 2-5. Karena itu, dengan mengetahui data arus pada ruas 1-5 dan 2-5, tidak berguna untuk menghitung arus pada ruas 5-6 karena berdasarkan kondisi kontinuitas, $V_{56} = V_{15} + V_{25}$. Secara prinsip dibutuhkan data arus lalu lintas pada hanya 3 ruas saja untuk mendapatkan arus untuk semua ruas jalan pada Gambar
- b. Ketidakkonsistenan, masalah ketidakkonsistenan dalam perhitungan arus lalu lintas timbul jika kontinuitas arus tidak dipenuhi oleh data hasil pengamatan. Pada Gambar pengamatan bisa menghasilkan persamaan:

$$V_{56} \neq V_{15} + V_{25}$$

$$V_{15} + V_{25} \neq V_{63} + V_{64}$$

Permasalahan ketidakkonsistenan bisa timbul karena galat manusia atau mungkin juga karena perhitungan dilakukan pada saat yang tidak bersamaan. Akibatnya tidak ada solusi matriks arah tujuan yang menghasilkan kembali arus lalu lintas yang tidak konsisten. Salah satu cara untuk menghindari masalah ini adalah dengan memilih ruas jalan yang saling tidak berkaitan untuk dihitung arus lalu lintasnya. Metode lainnya dengan melakukan perbaikan untuk mengatasi jenis galat seperti ini (Tamin, 1997).

Langkah perhitungan konsumsi bahan bakar:

Jumlah kendaraan x *Fuel Consumption Rate* (liter/km) x panjang lintasan x 365

Contoh perhitungan:

Jumlah kendaraan pribadi pada ruas Lebak Bulus-Fatmawati (Tabel 4.6, baris pertama): sepeda motor 42.964, sedan 23.912, bis kecil 1.269

Menggunakan gambar 13. *Fuel Consumption Rate*, dengan asumsi kecepatan kendaraan 50 km/jam yaitu kecepatan kendaraan pada konsumsi bahan bakar yang minimum, diperoleh konsumsi bahan bakar untuk sepeda motor = 0,04 liter/km untuk sedan (*passenger car*) = 0,05 liter/km, dan untuk bis kecil = 0,48 liter/km.

Dengan asumsi panjang lintasan masing-masing kendaraan dalam satu hari adalah 10 km, maka diperoleh hasil perhitungan konsumsi bahan bakar dalam satu tahun adalah sebagai berikut:

Konsumsi bahan bakar sepeda motor dalam setahun:

$$42.964 \times 0,04 \text{ liter/km} \times 10 \text{ km} \times 365 = 6.272.744 \text{ liter}$$

Konsumsi bahan bakar sedan dalam setahun:

$$23.912 \times 0,05 \text{ liter/km} \times 10 \text{ km} \times 365 = 4.363.940 \text{ liter}$$

Konsumsi bahan bakar bis kecil dalam setahun:

$$1.269 \times 0,48 \text{ liter/km} \times 10 \text{ km} \times 365 = 2.223.288 \text{ liter}$$

Langkah perhitungan emisi CO₂

Jumlah konsumsi bahan bakar x *Carbon Emission Factor*

Contoh Perhitungan:

Konsumsi bahan bakar sepeda motor dalam setahun 6.272.744 liter, sedan 4.363.940 liter, dan bis kecil 2.223,288 liter. Dengan menggunakan Tabel 11. *CO₂ Emission Factors of Gasoline and Diesel*, diperoleh hasil perhitungan:

Emisi CO ₂ sepeda motor	= 6.272.744 liter x 2,259 kg CO ₂ /liter
	= 14.170.128,7 kg CO ₂ = 14.170,13 Ton CO ₂
Emisi CO ₂ sedan	= 4.363.940 liter x 2,259 kg CO ₂ /liter
	= 9.858.140,5 kg CO ₂ = 9.858,14 Ton CO ₂
Emisi CO ₂ bis kecil	= 2.223.288 liter x 2,697 kg CO ₂ /liter
	= 5.996.207,736 kg CO ₂ = 5996,21 Ton CO ₂

Dengan cara yang sama, perhitungan dilakukan untuk ruas jalan yang lain. Emisi CO₂ pada jalur MRT Lebak Bulus-Dukuh Atas pada tahun 2010 adalah sebesar 389779 ton CO₂e. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8. Untuk tahun-tahun berikutnya dilakukan dengan cara yang sama, dengan menggunakan data sekunder Lampiran 12.

Tabel 4.7
VOLUME LALU LINTAS SAAT INI (2010)
Di Jalur MRT Lebak Bulus – Dukuh Atas

Kode Lokasi	Nama Lokasi	Tujuan			Kend. Pribadi		Kend. Umum	Total	
		Kode	Dari	Ke	Sepeda Motor	Sedan, dll	Bis kecil	Tanpa Sepeda Motor	Dengan Sepeda Motor
RL-1	Jl. Kartini	A	Lebak Bulus	Fatmawati	42,964	23,912	1,269	25,181	68,145
		B	Fatmawati	Lebak Bulus	57,441	23,866	1,701	25,567	83,008
		Total			100,405	47,778	2,970	50,748	151,153
RL-2	Jl. Fatmawati	A	Blok A	Blok M	25,550	18,735	1,371	20,106	45,656
		B	Blok M	Blok A	16,182	9,350	1,530	10,880	27,062
		Total			41,732	28,085	2,901	30,986	72,718
RL-3	Jl. Sudirman	A	Istora	Bendhil (Frountage)	62,559	22,451	2,618	25,069	87,628
		B	Bendhil	Istora (Frountage)	84,573	31,558	2,338	33,896	118,469
		A	Istora	Bendhil (Through)	26	36,545	723	37,268	37,294
		B	Bendhil	Istora (Through)	129	41,050	932	41,982	42,111
		Total			147,287	131,604	6,611	138,215	285,502
RL-4	Jl. Sudirman	A	Bendhil	Setia Budi (Frountage)	83,119	28,224	2,904	31,128	114,247
		B	Setia Budi	Bendhil (Frountage)	68,051	23,701	2,953	26,654	94,705
		A	Bendhil	Setia Budi (Through)	-	49,300	1,120	50,420	50,420
		B	Setia Budi	Bendhil (Through)	-	48,961	1,073	50,034	50,034
		Total			151,170	150,186	8,050	158,236	309,406
TOTAL					440,594	357,653	20,532	378,185	818,779

Sumber: *Basic Design Study of Jakarta MRT, JMEC, 2010*

Tabel 4.8
Emisi Lalu Lintas Saat ini (2010) ton CO₂

Kode Lokasi	Nama Lokasi	Tujuan			Kend. Pribadi		Kend. Umum	Total	
		Kode	Dari	Ke	Sepeda Motor	Sedan, dll	Bis kecil	Tanpa Sepeda Motor	Dengan Sepeda Motor
RL-1	Jl. Kartini	A	Lebak Bulus	Fatmawati	14,170	9,858	5,996	15,854	30,024
		B	Fatmawati	Lebak Bulus	18,945	9,839	8,037	17,877	36,821
		Total			33,115	19,697	14,034	33,731	66,846
RL-2	Jl. Fatmawati	A	Blok A	Blok M	8,427	7,724	6,478	14,202	22,629
		B	Blok M	Blok A	5,337	3,855	7,229	11,084	16,421
		Total			13,764	11,579	13,708	25,286	39,050
RL-3	Jl. Sudirman	A	Istora	Bendhil (Frountage)	20,633	9,256	12,370	21,626	42,259
		B	Bendhil	Istora (Frountage)	27,893	13,010	11,047	24,058	51,951
		A	Istora	Bendhil (Through)	9	15,066	3,416	18,483	18,491
		B	Bendhil	Istora (Through)	43	16,924	4,404	21,327	21,370
		Total			48,577	54,256	31,238	85,494	134,071
RL-4	Jl. Sudirman	A	Bendhil	Setia Budi (Frountage)	27,414	11,636	13,722	25,358	52,771
		B	Setia Budi	Bendhil (Frountage)	22,444	9,771	13,953	23,725	46,169
		A	Bendhil	Setia Budi (Through)	-	20,325	5,292	25,617	25,617
		B	Setia Budi	Bendhil (Through)	-	20,185	5,070	25,255	25,255
		Total			49,858	61,917	38,037	99,954	149,812
		TOTAL			145,314	147,449	97,017	244,465	389,779

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.9 Emisi Sebelum Proyek MRT Berjalan dan Setelah Proyek Berjalan (ton CO₂e)

TAHUN	EMISI SEBELUM PROYEK	EMISI SETELAH PROYEK
2010	389778	389778
2011	408759	408759
2012	428154	428154
2013	447342	447342
2014	466521	466521
2015	485709	485709
2016	504891	504891
2017	524060	421165
2018	540268	433862
2019	554855	444937
2020	572656	459227
2021	582902	465961
2022	593148	472696
2023	603394	479430
2024	613640	486165
2025	623886	492899
2026	634132	499633
2027	644378	506368

Sumber : Hasil perhitungan

Pada tahun 2020 setelah MRT Jakarta beroperasi selama 3 tahun, maka jumlah penumpang yang dapat diangkut berdasarkan Tabel 4.6 adalah sebanyak 412.700 penumpang dan pada tahun 2037 setelah MRT beroperasi diharapkan dapat mengangkut penumpang sebanyak 629.900. Sehingga dapat dilakukan proyeksi penumpang untuk masing-masing tahun seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 18. Kendaraan yang berkurang = jumlah penumpang : 1,5 (asumsi PT.Jakarta Metro Engineering Consultants, konsultan PT.MRT Jakarta). Jadi menurut asumsi satu kendaraan pribadi mewakili 1,5 penumpang.

Pada tahun 2020 jumlah penumpang sebanyak 412.700, berarti jumlah pengurangan kendaraan pribadi sebanyak:

$412.700 : 1,5 = 275.134$ kendaraan pribadi. Kemudian kita dapat menghitung emisi yang dihasilkan dari kendaraan tersebut yaitu:

Jumlah kendaraan x 0,05 liter/km (*Fuel Consumption Rate*) x 10 km x 365 x
2,259 kg CO₂/liter (*Emission Factor Gasoline*)

$$275.134 \times 0,05 \text{ liter/km} \times 10 \times 365 \times 2,259 \text{ kg CO}_2/\text{liter} = 113.428.806,3 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

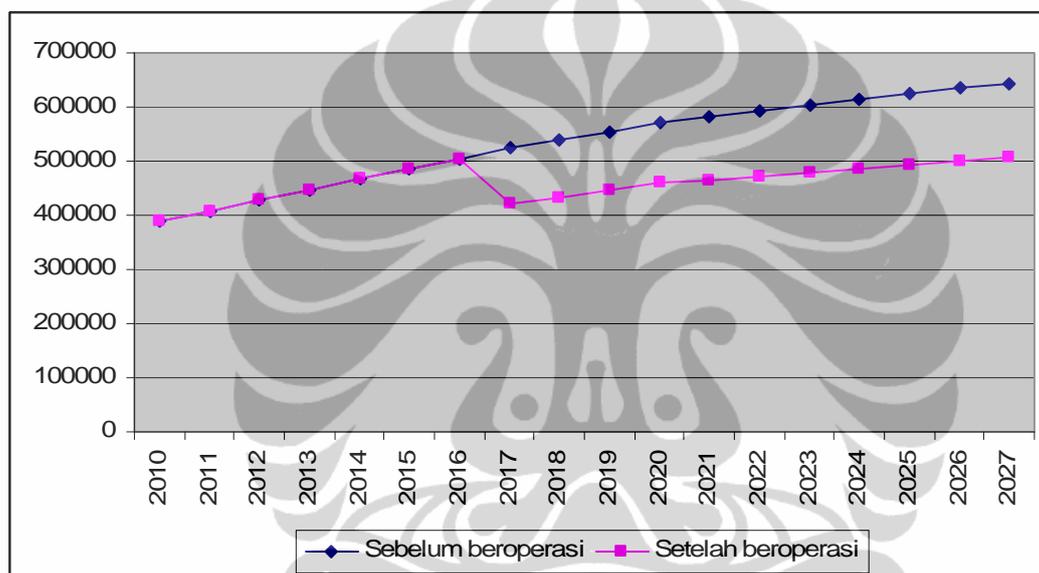
$$= 113.429 \text{ ton CO}_2\text{e}$$

Emisi kendaraan di jalur MRT pada tahun 2020 adalah:

Emisi Baseline – emisi dari kendaraan yang berkurang:

$$572.656 - 113.429 = \mathbf{459.227} \text{ ton CO}_2\text{e}$$

Gambar 4.5 Penurunan Emisi CO₂ di jalur MRT setelah MRT beroperasi



Sumber: Hasil Perhitungan

Potensi penurunan emisi CO₂ setelah MRT beroperasi dapat di lihat pada Lampiran 19. Dengan rata-rata penurunan per tahun sebesar 132.497,6 ton CO₂e yang berarti berkontribusi menurunkan emisi CO₂ di DKI Jakarta sebesar 3,6%.

Membangun transportasi massal yang berkinerja tinggi seperti halnya MRT di kota Jakarta yang memiliki permasalahan kemacetan lalu lintas, akan membawa perubahan yang besar dibandingkan membangun transportasi sejenis di negara maju yang telah mapan sistem transportasinya.

Penurunan emisi CO₂ jika diarahkan untuk memperoleh dana CDM, dengan asumsi 1 ton CO₂e seharga US\$ 9, akan memperoleh dana CDM rata-rata pertahun sebesar US\$ 1192478,4, hal ini dengan mengabaikan emisi yang timbul

dari listrik yang digunakan. Akan tetapi pengurangan emisi bukan hanya terjadi di dalam kota karena adanya peralihan moda angkutan, emisi listrik sebagai power penggerak MRT juga diperhitungkan.

MRT Jakarta akan menggunakan listrik sebesar 50 MVA, yang akan diambil dari gardu Gandul Cinere yang tersambung dengan secara interkoneksi pada jaringan transmisi Jawa-Bali. Pada jaringan transmisi Jawa-Bali terdapat beberapa pembangkit listrik, bukan hanya pembangkit listrik tenaga air, tetapi juga gas alam, batubara, panas bumi dan lain-lain.

Tabel 4.10 Emisi Karbon Tiap Jenis Bahan Bakar

No	Jenis Bahan Bakar	Emisi CO ₂ /kWh (gr CO ₂)
1	Batubara	940
2	Minyak bumi	798
3	Gas alam cair	581

Sumber: May Antoinette Ajero, Estimating CO₂ Emission Reduction by Example, 2003 dalam Soeparmoko

Listrik yang digunakan dari transmisi Jawa Bali sebagian besar dihasilkan oleh pembakaran batubara. MRT Jakarta menggunakan power sebesar 50 MVA dengan asumsi menggunakan pembangkit listrik batu bara, maka emisi CO₂ yang dihasilkan adalah sebagai berikut: 411.720 ton CO₂/kWh, rincian perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 20.

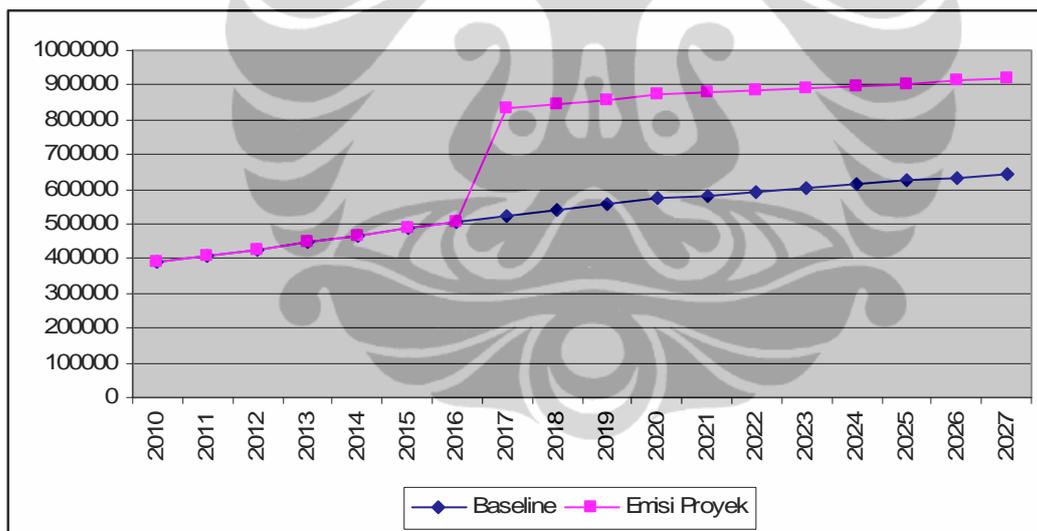
Jika proyek MRT akan diarahkan untuk memperoleh pendanaan CDM, perhitungan emisi baseline dan emisi proyek dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11 *Sources of the greenhouse gas taken into account for reduction calculation*

	<i>Sources</i>	<i>Gas</i>
<i>Baseline</i>	<i>All motor vehicles within the boundary such as passenger cars, taxi, trucks, buses and motorcycle</i>	<i>CO₂ from gasoline or diesel combustion</i>
<i>Project</i>	<i>Subway operations</i>	<i>CO₂ from electricity</i>
	<i>All motor vehicles within the boundary such as passenger cars, taxi, trucks, buses and motorcycle</i>	<i>CO₂ from gasoline or diesel combustion</i>

Sumber: *Study on Impacts of Mass Rapid Transit Development in Developing Cities, A case study of the subway of the extension blue line in Bangkok, Thailand*

Gambar 4.6 Emisi CO₂ di jalur MRT setelah MRT beroperasi



Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat bahwa emisi proyek lebih tinggi dari emisi *baselinenya*, dengan turut memperhitungkan emisi listriknya. Oleh karena itu MRT Jakarta tidak ramah lingkungan, karena menghasilkan emisi yang jauh lebih besar dari emisi *baseline*. Sehingga tidak dapat memperoleh dana *Clean Development Mechanism*, kecuali dilakukan upaya pemilihan jenis pembangkit

listrik, atau efisiensi yang dilakukan pada pembangkit listrik untuk menghasilkan emisi CO₂ yang lebih rendah.

4.5.5 Analisis Perhitungan Potensi Pemasukan Dana dari Pemberlakuan *Traffic Demand Management* melalui *Electronic Road Pricing*

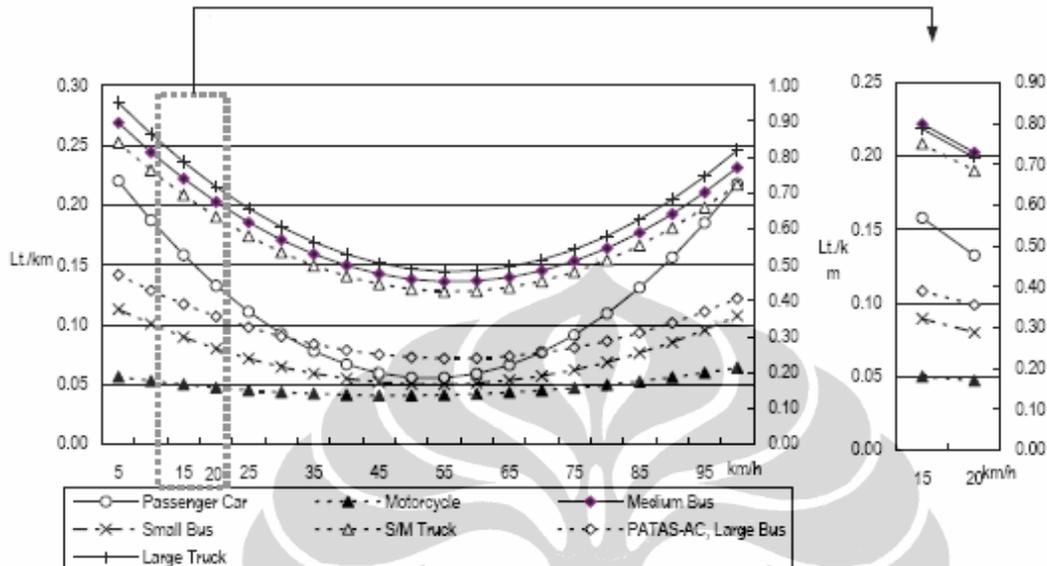
Perhitungan potensi pemasukan dana dengan pemberlakuan *Electronic Road Pricing* (ERP) yaitu: untuk sepeda motor sebesar Rp. 5000,- sedangkan mobil pribadi sebesar Rp. 15.000,- Berdasarkan tabel pada lampiran 15, maka dapat diperoleh angka rata-rata kendaraan pribadi/tahun di jalur MRT Lebak Bulus-Dukuh Atas setelah diberlakukannya ERP pada tahun 2017 sampai tahun 2027 (10 tahun) adalah sebanyak 1.189.947 kendaraan pribadi. Proporsi volume lalu lintas pada beberapa koridor utama adalah: sepeda motor 60%, sedan 32%, angkutan umum (mobil penumpang umum, bus sedang, dan bus besar) 5%. (Kedeputian V Menko Perekonomian, 2007). Sepeda motor berjumlah 2 kali lipat daripada sedan.

Maka diperoleh angka mobil pribadi sebanyak 396.650 dan sepeda motor sebanyak 793.298, maka diperoleh simulasi hasil perhitungan sebesar Rp. 9.916.240.000,- per tahun. Biaya ini dapat digunakan untuk sumber pendapatan daerah, mengurangi dampak lingkungan, mendorong penggunaan angkutan umum massal.

4.5.5.1 Keuntungan ERP

Dengan pemberlakuan *electronic road pricing*, selain mendorong penggunaan transportasi massal, selain itu juga mengurangi volume kendaraan di jalan, mengurangi kemacetan, sehingga kecepatan kendaraan berada pada kecepatan yang membutuhkan konsumsi bahan bakar sedikit, mengurangi emisi CO₂, dan penghematan biaya bahan bakar kendaraan.

Dengan simulasi sederhana dengan menggunakan *Fuel Consumption Rate* (SITRAMP, 2004) maka dapat dihitung konsumsi bahan bakar untuk setiap skenario kecepatan dan jumlah penggunaan kendaraan pribadi.



Gambar 4.7 Konsumsi Bahan Bakar Tiap Jenis Bahan Bakar Per Kilometer (SITRAMP, 2004)

Berdasarkan Gambar 4.7, konsumsi bahan bakar rata-rata minimum terjadi pada kecepatan 50 km/jam. Jika dengan penerapan ERP di jalur MRT Lebak Bulus-Dukuh Atas, kecepatan kendaraan meningkat dari 20 km/jam menjadi 30 km/jam, volume kendaraan di jalan berkurang 10%, maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

- a. Pada saat kecepatan kendaraan 20 km/jam, jumlah kendaraan pribadi adalah sebanyak 1.189.947 kendaraan. Konsumsi rata-rata kendaraan berdasarkan gambar 4.7 adalah 0,125 liter/km dengan asumsi panjang lintasan rata-rata 10 km, maka diperoleh hasil perhitungan:

Jumlah kendaraan x konsumsi rata-rata bahan bakar x 10 km x 365

$$1.189.947 \times 0,125 \text{ liter/km} \times 10 \text{ km} \times 365 = 542.913.318,8 \text{ liter/tahun}$$

- b. Pada saat kecepatan kendaraan 30 km/jam, jumlah kendaraan pribadi berkurang 10 persen, sehingga menjadi 1.070.952. Konsumsi rata-rata kendaraan berdasarkan gambar di atas adalah 0,08 liter/km dengan asumsi panjang lintasan rata-rata 10 km, maka diperoleh hasil perhitungan:

Jumlah kendaraan x konsumsi rata-rata bahan bakar x 10 km x 365
 $1.070.952 \times 0,08 \text{ liter/km} \times 10 \text{ km} \times 365 = 312.717.984 \text{ liter/tahun}$

Penurunan konsumsi bahan bakar

$542.913.318,8 \text{ liter/tahun} - 312.717.984 \text{ liter/tahun} = 230.195.334,8 \text{ liter/tahun}$

Penurunan emisi CO₂ dapat dihitung sebagai berikut:

a. Emisi kendaraan pada saat kecepatan 20 km/jam adalah

Konsumsi bahan bakar x CO₂ *emission factor*

$542.913.318,8 \text{ liter} \times 2,259 \text{ kg CO}_2/\text{liter} = 1.226.441.187 \text{ kg CO}_2$

$= 1.226.441,187 \text{ ton CO}_2$

b. Emisi kendaraan pada saat kecepatan meningkat menjadi 30 km/jam adalah

Konsumsi bahan bakar x CO₂ *emission factor*

$312.717.984 \text{ liter} \times 2,259 \text{ kg CO}_2/\text{liter} = 706.429.925,9 \text{ kg CO}_2$

$= 706.429,92 \text{ ton CO}_2$

Penurunan emisi CO₂ sebesar $= 1.226.441,187 \text{ ton CO}_2 - 706.429,92 \text{ ton CO}_2$

$= 520.011,267 \text{ ton CO}_2$

Dari simulasi perhitungan di atas, pemberlakuan ERP dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 230.195.334.8 liter/tahun dan penurunan emisi CO₂ sebesar 520.011,267 ton CO₂/tahun.

4.5.6 Pembangkitan Listrik Efisiensi Tinggi Berbahan Batubara

Proyek MRT Jakarta tidak dapat memperoleh dana CDM, dikarenakan walaupun diperkirakan dapat menurunkan emisi CO₂ dengan peralihan moda angkutan, tetapi memiliki emisi di tempat lain yaitu karena pembangkit listrik menggunakan batubara. Tinjauan penurunan emisi CO₂ bukan hanya di dalam kota tempat MRT beroperasi, tetapi juga sampai ke hulunya.

Listrik MRT berasal dari gardu Gandul Cinere yang merupakan sambungan interkoneksi transmisi Jawa Bali. Dalam interkoneksi transmisi Jawa Bali terdapat beberapa pembangkit listrik, tidak hanya batu bara, tetapi juga gas uap, pembangkit listrik tenaga air, dan lain-lain. Jika diasumsikan listrik yang digunakan oleh MRT Jakarta berasal dari pembakaran batubara, diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

Listrik MRT Jakarta : 50 MVA = 50 Megawatt

Dalam satu tahun : 24 x 365 = 8760 jam

Energi setahun MWh = 50 x 8760 = 438000 = 438000000 kWh

Emisi dari pembakaran batubara = 940 gr CO₂/kWh

Emisi = 940 gr CO₂/kWh x 438000000

$$= 4,11772 \times 10^{11} \text{ gr CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 411720000 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 411720 \text{ ton CO}_2/\text{kWh}$$

Dengan cara yang sama jika listrik menggunakan minyak bumi diperoleh hasil perhitungan:

Emisi = 798 gr CO₂/kWh x 438000000

$$= 3,49524 \times 10^{11} \text{ gr CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 349524000 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 349524 \text{ ton CO}_2/\text{kWh}$$

Jika menggunakan listrik dari gas alam, diperoleh hasil perhitungan:

Emisi = 581gr CO₂/kWh x 438000000

$$= 2,54478 \times 10^{11} \text{ gr CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 254478000 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 254478 \text{ ton CO}_2/\text{kWh}$$

Jenis bahan bakar pembangkit listrik, memiliki emisi yang berbeda tiap 1 kWh yang dihasilkan. Jika MRT akan diarahkan untuk mempertimbangkan jenis bahan bakar untuk pembangkit tenaga listriknya, atau jika tidak harus menggunakan teknologi tinggi untuk menghasilkan emisi yang rendah.

Perdebatan global tentang kerangka kerja pengurangan gas rumah kaca *post* Protokol Kyoto tengah berlangsung saat ini, yang diputuskan pada COP 15 yang dilaksanakan pada bulan Desember 2009 di Kopenhagen. Di tengah kondisi demikian, kritik terhadap penggunaan batubara tentunya akan semakin meningkat, sehingga JCOAL yang merupakan satu – satunya institusi sipil di Jepang yang berhubungan dengan batubara harus mengeluarkan rekomendasi yang komprehensif tentang masa depan batubara dari aspek hulu sampai hilir. Penggunaan batubara bagaimanapun juga masih tetap diperlukan untuk menjamin keamanan energi, sehingga seluruh dunia harus memikirkan bersama tindakan penanganan terhadap gas CO₂ yang semakin meningkat seiring dengan membesarnya volume pemanfaatan batubara tersebut. Disinilah JCOAL dituntut untuk mengeluarkan rekomendasi yang tepat.

Dalam “Cool Earth 50” yang diajukan oleh pemerintah Jepang, diangkat pula teknologi revolusioner untuk mengurangi emisi CO₂, yang salah satu topik didalamnya adalah tentang teknologi pembangkitan listrik. Dan melalui media seperti forum diskusi di *Asia Pacific Coal Flow Center*, JCOAL sendiri harus berperan aktif menyampaikan opini terkait pembangkitan listrik tersebut terutama tentang bagaimana upaya mempromosikan “Pembangkitan listrik efisiensi tinggi revolusioner berbahan bakar batubara” dan “CCS/Carbon Capture & Storage” ke depannya. Oleh karena itu, maka penting bagi JCOAL untuk berdiri dalam posisi netral dalam melakukan analisis secara independen mengenai arah perkembangan pembangkitan listrik berbahan bakar batubara di masa mendatang (*Asia Pasifik Clow Flow Center*, 2011).



5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pembangunan MRT Jakarta diperkirakan berpengaruh terhadap penurunan kendaraan pribadi sebesar 275.134 kendaraan pada masa 3 tahun operasi, dengan pengurangan emisi CO₂ sebesar 113.429 ton CO₂/tahun tetapi penurunan tersebut tidak cukup besar untuk memperoleh dana CDM, karena emisi listrik yang digunakan berasal dari pembakaran batubara menurut hasil perhitungan diperkirakan menghasilkan emisi sebesar 411.720 Ton CO₂/tahun.
2. Pemberlakuan *Traffic Demand Management* berpengaruh terhadap volume kendaraan di jalan, mengurangi kemacetan, menurunkan emisi CO₂ dan berpotensi sebagai sumber pendapatan bagi belanja sektor transportasi. Dari hasil simulasi sederhana, dengan asumsi kecepatan kendaraan meningkat 10 km/jam, volume kendaraan di jalan turun 10% menjadi 1.070.952 kendaraan, maka pemberlakuan ERP dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 230.195.334.8 liter/tahun dan penurunan emisi CO₂ sebesar 520.011,267 ton CO₂/tahun dan pemasukan biaya dari pemberlakuan ERP sebesar Rp.9.916.240.000,-
3. Agar dapat memperoleh pendanaan CDM, perlu dilakukan upaya untuk memaksimalkan penurunan emisi CO₂ melalui pembangunan *Transit Oriented Development* yang baik agar meningkatkan jumlah penumpang di area transit, pemberlakuan *Traffic Demand Management* untuk mendorong penggunaan transportasi massal, dan memilih bahan bakar untuk pembangkit listrik dengan emisi yang rendah, atau perlu dilakukan efisiensi pembakaran batubara dengan teknologi tinggi.

5.2. Saran

Dari hasil dan pembahasan penelitian ini dapat diajukan beberapa saran yaitu :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai upaya efisiensi pembangkit listrik untuk menghasilkan emisi yang lebih rendah.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai *Transit Oriented Development* dalam meningkatkan jumlah penumpang di area transit.



DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, S. 1997. Etika Lingkungan dalam Pembangunan Berkelanjutan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- BPS. 2010. Jakarta dalam Angka 2010, Provinsi DKI Jakarta
- Dalkman, Holger, Wolfgang Sterk et. All. 2006. Driving The Clean Development Mechanism into a Sustainable Transport Future. COP/MOP Side Event. Nairobi
- Ditlantas Polda Metro Jaya. 2010. Jumlah kendaraan bermotor di wilayah hukum Polda Metro Jaya
- Fauzi, A. 2004. Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- ICCSR. 2010. *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap*
- IGES. 2005. Panduan Kegiatan MPB di Indonesia
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). IGES, Japan.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Summary for policy makers and technical summary.
- Kedeputian V Menko Perekonomian, 2007
- Keraf, A.S. 2002. Etika Lingkungan. Penerbit Buku Kompas, Jakarta
- Miller, G., Jr. Tyler 2007. *Living in the environment, fifteenth edition*, International Students Edition
- Mulyani, M.E, 2009. Pelaksanaan Mekanisme Pembangunan Bersih. Jenjang Magister Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia.
- Munasinghe, M. 1993. Environmental Economics and Sustainable Development. The World Bank, Washington, D.C.
- Murdiyarso, D. 2007. Protokol Kyoto Implikasinya bagi negara berkembang. Penerbit Buku Kompas, Jakarta.
- Murdiyarso, D. 2007. CDM : Mekanisme pembangunan bersih. Penerbit Buku Kompas, Jakarta

Panayotou, T. 1994. *Economy and Ecology in Sustainable Development*. Gramedia Pustaka Utama in cooperation with SPES Foundation, Jakarta

Pamungkas, B. 2007. *Studi Pemanfaatan CDM Sektor Transportasi (Studi Kasus Penetapan Strategi dan Kebijakan Pemanfaatan CDM untuk Angkutan Umum di Kota Jakarta)*.

Salim, H.A. Abbas, 1997. *Manajemen Transportasi*. Penerbit PT. Raja Grafindo Persada

Silalahi, L.G, 2010. *Analisa Pemilihan Moda Transportasi Bus (Studi Kasus Medan Sidikalang)*

SITRAMP. 2003. *Studi Rencana Induk Transportasi Terpadu Jabodetabek (Tahap II, Laporan Antara (II))*

SITRAMP. 2004. *The Study on Integrated Transportation Master Plan Phase II, Technical Report 8: Environmental Improvement*

SNC. 2010. *Second National Communication*

Soejahmoen, M.H. 2006. *Sistem Transportasi Kota yang berkelanjutan*. Jurnal *Dinamika Masyarakat*, Vol V, No.1

Soerjani, M., A. Yuwono, D. Fardiaz. 2006. *Lingkungan Hidup, Pendidikan, Pengelolaan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*. Yayasan Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan. Jakarta

Suharyono, H. 2002. *GHG Mitigation Option in Transportation Sector, Clean Development Mechanism Potential in Indonesia*, BPPT

Suparmoko, M. 2008. *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan (Suatu Pendekatan Teoritis)*, Yogyakarta

Sutamihardja, R.T.M., 2009. *Perubahan Lingkungan Global*. Penerbit Yayasan Pasir Luhur, Bogor

Susantono, B. 2007. *Electronic Road Pricing*. Salah Satu Solusi Masalah Kemacetan di Kota Jakarta

Swiss Contact. 2007

Tamin, O.Z, 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Penerbit ITB, Bandung

The CDM in the Transport Sector, siteresources.worldbank.org. Tanggal 21 Mei 2011 jam 20.35

<http://www.codatu.org/english>

Promoting Public Transportation for Sustainable Development, pada tanggal 21 Mei 2011 jam 21.10

<http://www.princeton.edu>

Climate Change and Urban Transport : Priorities for the World Bank, tanggal 21 Mei 2011 jam 21.15

<http://www.bvsde.paho.org>

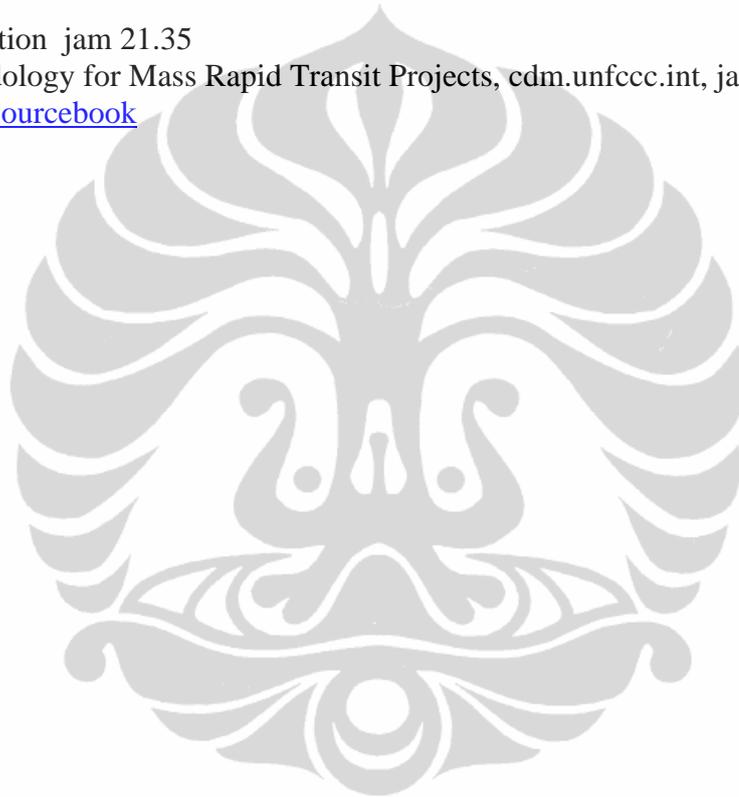
UNFCCC Workshop Report jam 21.25

<https://cdm.unfccc.int/methodologies/workshops/transportation/rep.pdf>

Mass Transit Option jam 21.35

Baseline Methodology for Mass Rapid Transit Projects, cdm.unfccc.int, jam 21.50

www.gobrt.org/sourcebook





**JUMLAH PENDUDUK DKI JAKARTA
TAHUN 2000 - 2009**

Wilayah	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Jakarta Selatan	1,733,397	1,674,780	1,691,320	1,701,555	1,707,093	1,745,195	1,995,214	2,053,684	1,730,680	1,748,251
Jakarta Timur	2,051,222	2,061,911	2,082,920	2,094,586	2,103,525	2,529,536	2,393,788	2,413,875	2,159,785	2,195,300
Jakarta Pusat	1,056,088	929,259	922,242	897,941	893,195	891,158	861,531	891,778	880,286	813,905
Jakarta Barat	1,558,238	1,565,420	1,567,522	1,567,571	1,565,708	1,563,563	2,322,232	2,130,696	1,562,837	1,635,246
Jakarta Utara	1,179,756	1,192,009	1,179,026	1,176,355	1,182,749	1,173,935	1,446,728	1,452,285	1,200,958	587,773
Total	7,580,701	7,425,380	7,445,032	7,440,011	7,454,274	7,903,387	9,021,499	8,944,325	7,536,554	6,982,484

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2010

**JUMLAH KENDARAAN BERMOTOR
WILAYAH HUKUM POLDA METRO JAYA
PERIODE TAHUN 1998 S/D 2010**

TAHUN	JENIS RANMOR				JUMLAH
	PENUMPANG	BEBAN	BUS	SEPEDA MOTOR	
1998	1,107,182	379,605	311,890	2,077,980	3,876,657
1999	1,125,334	380,353	311,755	2,092,053	3,909,495
2000	1,237,578	396,776	311,627	2,112,961	4,058,942
2001	1,345,056	415,975	312,322	2,446,471	4,519,824
2002	1,434,802	441,085	315,135	2,816,442	5,007,464
2003	1,530,226	464,928	315,662	3,310,318	5,621,124
2004	1,645,306	488,517	316,396	3,940,700	6,390,919
2005	1,766,801	499,581	316,502	4,647,435	7,230,319
2006	1,835,653	504,727	317,050	5,310,068	7,967,498
2007	1,916,469	518,991	318,332	5,974,173	8,727,965
2008	2,034,943	538,731	308,528	6,765,723	9,647,925
2009	2,116,282	550,924	309,385	7,518,098	10,494,689
2010 - Nov 2010	2,308,332	580,090	310,547	8,657,805	11,856,774

Sumber: Ditlantas, Polda Metro Jaya

JUMLAH KENDARAAN DI DKI JAKARTA TAHUN 2005 – 2007
Berdasarkan pemakaian bahan bakar

No	Jenis	Bahan Bakar 2005		Bahan Bakar 2006		Bahan Bakar 2007	
		Bensin	Solar	Bensin	Solar	Bensin	Solar
1	Sedan dan sejenisnya	353,110	3,125	347,389	2,829	340,945	2,987
2	Jeep segala merk	92,815	17,870	91,122	16,890	95,180	16,017
3	Minibus, mikrobus	469,921	124,619	512,943	124,687	565,196	123,000
4	Pick up, light truck, truck dan sejenisnya	54,986	63,648	55,207	63,800	55,735	64,703
5	Bus tingkat, Wagon box, Delivery van	21,996	56,133	21,695	58,024	21,092	60,787
6	Dum Truck, Truck Tangki	101	20,137	82	20,555	78	20,917
7	Otolet/Opelet, Mikrolet	14,390	47	14,225	43	14,087	103
8	Kendaraan bermotor roda tiga	336	13,880	402	13,941	397	13,854
9	Sepeda motor	1,809,764	79,962	2,040,691	68,931	2,231,007	57,288
10	Alat-alat berat	78	21,181	62	22,139	89	23,723
	Total	2,817,497.00	400,602.00	3,083,818.00	391,839.00	3,323,806.00	312,231.00

Sumber: Dinas Komunikasi dan Informasi Provinsi DKI Jakarta

JUMLAH KENDARAAN DI DKI JAKARTA TAHUN 2008 – 2010 (25 NOV 2010)
Berdasarkan pemakaian bahan bakar

No	Jenis	Bahan Bakar 2008		Bahan Bakar 2009		Bahan Bakar 2010	
		Bensin	Solar	Bensin	Solar	Bensin	Solar
1	Sedan dan sejenisnya	328,273	2,708	310,444	2,218	257,012	1,863
2	Jeep segala merk	97,374	16,176	94,210	16,743	85,029	19,365
3	Minibus, mikrobus	620,596	120,182	648,012	113,553	634,640	96,940
4	Pick up, light truck, truck dan sejenisnya	55,995	66,775	52,992	65,427	46,858	58,965
5	Bus tingkat, Wagon box, Delivery van	21,180	63,707	21,468	65,094	20,028	62,283
6	Dum Truck, Truck Tangki	99	21,477	81	20,725	81	18,540
7	Otolet/Opelet, Mikrolet	13,731	462	13,346	668	11,731	921
8	Kendaraan bermotor roda tiga	393	13,954	457	14,027	328	12,749
9	Sepeda motor	2,440,400	47,471	2,607,637	41,527	2,529,892	29,619
10	Alat-alat berat	89	25,567	89	26,006	99	25,273
	Total	3,578,130.00	378,479.00	3,748,736.00	365,988.00	3,585,698.00	326,518.00

Sumber: Dinas Komunikasi dan Informasi Provinsi DKI Jakarta

Jumlah Konsumsi Bahan Bakar di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2005 – 2007
dengan asumsi kecepatan rata-rata kendaraan 50 km/jam, panjang lintasan 10 km

No	Jenis	Bahan Bakar 2005		Bahan Bakar 2006		Bahan Bakar 2007	
		Bensin (liter)	Solar (liter)	Bensin (liter)	Solar (liter)	Bensin (liter)	Solar (liter)
1	Sedan dan sejenisnya	64,442,575.00	570,312.50	63,398,492.50	516,292.50	62,222,462.50	545,127.50
2	Jeep segala merk	16,938,737.50	3,261,275.00	16,629,765.00	3,082,425.00	17,370,350.00	2,923,102.50
3	Minibus, mikrobus	823,301,592.00	218,332,488.00	898,676,136.00	218,451,624.00	990,223,392.00	215,496,000.00
4	Pick up, light truck, truck dan sejenisnya	30,104,835.00	34,847,280.00	30,225,832.50	34,930,500.00	30,514,912.50	35,424,892.50
5	Bus tingkat, Wagon box, Delivery van	20,071,350.00	51,221,362.50	19,796,687.50	52,946,900.00	19,246,450.00	55,468,137.50
6	Dum Truck, Truck Tangki	44,238.00	8,820,006.00	35,916.00	9,003,090.00	34,164.00	9,161,646.00
7	Otolet/Opelet, Mikrolet	2,626,175.00	8,577.50	2,596,062.50	7,847.50	2,570,877.50	18,797.50
8	Kendaraan bermotor roda tiga	49,056.00	2,026,480.00	58,692.00	2,035,386.00	57,962.00	2,022,684.00
9	Sepeda motor	264,225,544.00	11,674,452.00	297,940,886.00	10,063,926.00	325,727,022.00	8,364,048.00
10	Alat-alat berat	28,470.00	7,731,065.00	22,630.00	8,080,735.00	32,485.00	8,658,895.00
	Total	1,221,832,572.50	338,493,298.50	1,329,381,100.00	339,118,726.00	1,448,000,077.50	338,083,330.50

Sumber: Hasil Perhitungan

Jumlah Konsumsi Bahan Bakar di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2008 – 2010
dengan asumsi kecepatan rata-rata kendaraan 50km/jam, panjang lintasan 10km

No	Jenis	Bahan Bakar 2008		Bahan Bakar 2009		Bahan Bakar 2010	
		Bensin (liter)	Solar (liter)	Bensin (liter)	Solar (liter)	Bensin (liter)	Solar (liter)
1	Sedan dan sejenisnya	59,909,822.50	494,210.00	56,656,030.00	404,785.00	46,904,690.00	339,997.50
2	Jeep segala merk	17,770,755.00	2,952,120.00	17,193,325.00	3,055,597.50	15,517,792.50	3,534,112.50
3	Minibus, mikrobus	1,087,284,192.00	210,558,864.00	1,135,317,024.00	198,944,856.00	1,111,889,280.00	169,838,880.00
4	Pick up, light truck, truck dan sejenisnya	30,657,262.50	36,559,312.50	29,013,120.00	35,821,282.50	25,654,755.00	32,283,337.50
5	Bus tingkat, Wagon box, Delivery van	19,326,750.00	58,132,637.50	19,589,550.00	59,398,275.00	18,275,550.00	56,833,237.50
6	Dum Truck, Truck Tangki	43,362.00	9,406,926.00	35,478.00	9,077,550.00	35,478.00	8,120,520.00
7	Otolet/Opelet, Mikrolet	2,505,907.50	84,315.00	2,435,645.00	121,910.00	2,140,907.50	168,082.50
8	Kendaraan bermotor roda tiga	57,378.00	2,037,284.00	66,722.00	2,047,942.00	47,888.00	1,861,354.00
9	Sepeda motor	356,298,400.00	6,930,766.00	380,715,002.00	6,062,942.00	369,364,232.00	4,324,374.00
10	Alat-alat berat	32,485.00	9,331,955.00	32,485.00	9,492,190.00	36,135.00	9,224,645.00
	Total	1,573,886,314.50	336,488,390.00	1,641,054,381.00	324,427,330.00	1,589,866,708.00	286,528,540.50

Sumber: Hasil Perhitungan

Jumlah Emisi CO₂ Tahun 2005-2007 di Provinsi DKI Jakarta

No	Jenis	Emisi CO ₂ 2005 (kg)		Emisi CO ₂ 2006 (kg)		Emisi CO ₂ 2007 (kg)	
		Bensin	Solar	Bensin	Solar	Bensin	Solar
1	Sedan dan sejenisnya	145,575,776.93	1,538,132.81	143,217,194.56	1,392,440.87	140,560,542.79	1,470,208.87
2	Jeep segala merk	38,264,608.01	8,795,658.68	37,566,639.14	8,313,300.23	39,239,620.65	7,883,607.44
3	Minibus, mikrobus	1,859,838,296.33	588,842,720.14	2,030,109,391.22	589,164,029.93	2,236,914,642.53	581,192,712.00
4	Pick up, light truck, truck dan sejenisnya	68,006,822.27	93,983,114.16	68,280,155.62	94,207,558.50	68,933,187.34	95,540,935.07
5	Bus tingkat, Wagon box, Delivery van	45,341,179.65	138,144,014.66	44,720,717.06	142,797,789.30	43,477,730.55	149,597,566.84
6	Dum Truck, Truck Tangki	99,933.64	23,787,556.18	81,134.24	24,281,333.73	77,176.48	24,708,959.26
7	Otolet/Opelet, Mikrolet	5,932,529.33	23,133.52	5,864,505.19	21,164.71	5,807,612.27	50,696.86
8	Kendaraan bermotor roda tiga	110,817.50	5,465,416.56	132,585.23	5,489,436.04	130,936.16	5,455,178.75
9	Sepeda motor	596,885,503.90	31,485,997.04	673,048,461.47	27,142,408.42	735,817,342.70	22,557,837.46
10	Alat-alat berat	64,313.73	20,850,682.31	51,121.17	21,793,742.30	73,383.62	23,353,039.82
	Total	2,760,119,781.28	912,916,426.05	3,003,071,904.90	914,603,204.02	3,271,032,175.07	911,810,742.36

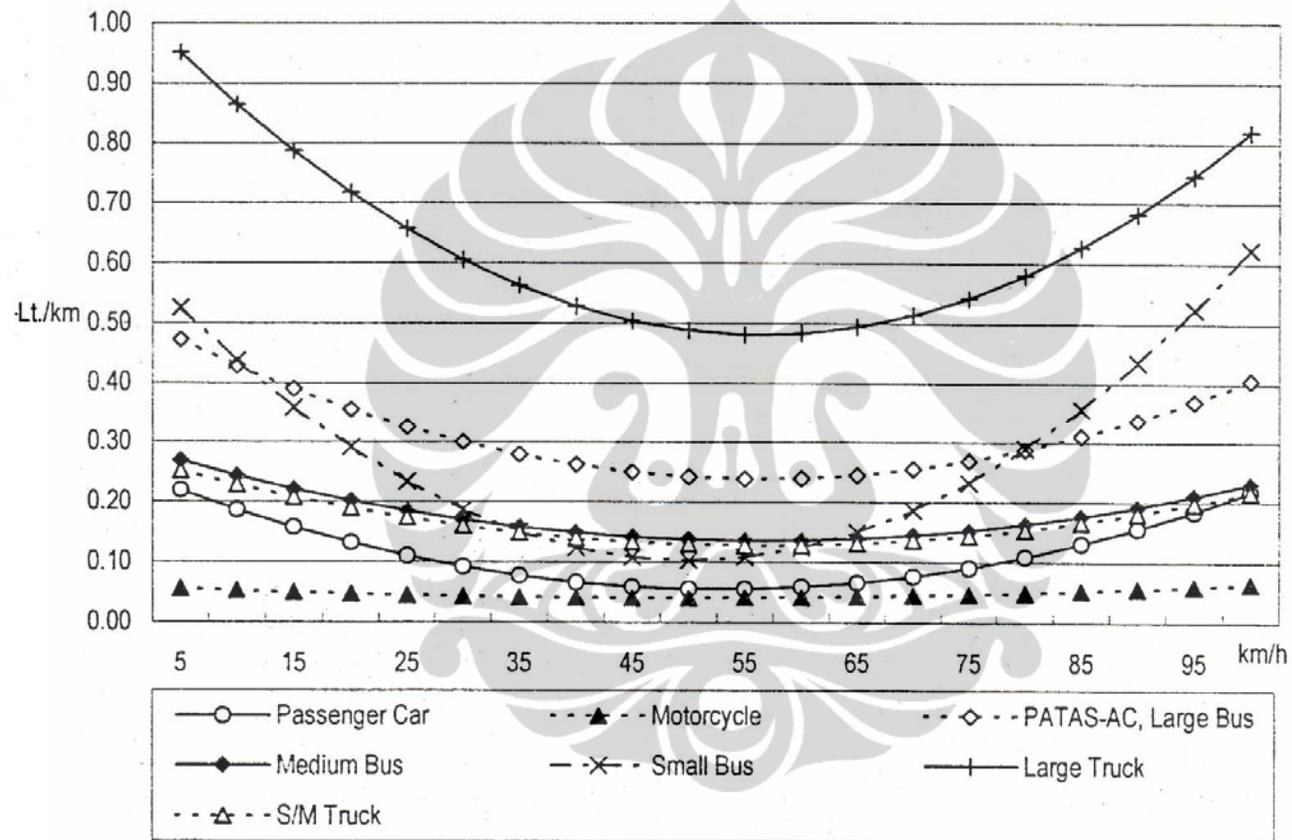
Sumber: Hasil Perhitungan

Jumlah Emisi CO₂ Tahun 2008-2010 di Provinsi DKI Jakarta

No	Jenis	Emisi CO ₂ 2008 (kg)		Emisi CO ₂ 2009 (kg)		Emisi CO ₂ 2010 (kg)	
		Bensin	Solar	Bensin	Solar	Bensin	Solar
1	Sedan dan sejenisnya	135,336,289.03	1,332,884.37	127,985,971.77	1,091,705.15	105,957,694.71	916,973.26
2	Jeep segala merk	40,144,135.55	7,961,867.64	38,839,721.18	8,240,946.46	35,054,693.26	9,531,501.41
3	Minibus, mikrobus	2,456,174,989.73	567,877,256.21	2,564,681,157.22	536,554,276.63	2,511,757,883.52	458,055,459.36
4	Pick up, light truck, truck dan sejenisnya	69,254,755.99	98,600,465.81	65,540,638.08	96,609,998.90	57,954,091.55	87,068,161.24
5	Bus tingkat, Wagon box, Delivery van	43,659,128.25	156,783,723.34	44,252,793.45	160,197,147.68	41,284,467.45	153,279,241.54
6	Dum Truck, Truck Tangki	97,954.76	25,370,479.42	80,144.80	24,482,152.35	80,144.80	21,901,042.44
7	Otolet/Opelet, Mikrolet	5,660,845.04	227,397.56	5,502,122.06	328,791.27	4,836,310.04	453,318.50
8	Kendaraan bermotor roda tiga	129,616.90	5,494,554.95	150,725.00	5,523,299.57	108,178.99	5,020,071.74
9	Sepeda motor	804,878,085.60	18,692,275.90	860,035,189.52	16,351,754.57	834,393,800.09	11,662,836.68
10	Alat-alat berat	73,383.62	25,168,282.64	73,383.62	25,600,436.43	81,628.97	24,878,867.57
	Total	3,555,409,184.46	907,509,187.83	3,707,141,846.68	874,980,509.01	3,591,508,893.37	772,767,473.73

Sumber: Hasil Perhitungan

FUEL CONSUMPTION RATE



Sumber: *The Study on Integrated Transportation Master Plan (SITRAMP Phase II), Technical Report 8 : Environmental Improvement*

CO₂ Emission Factors of Gasoline and Diesel

Fuel Type	Carbon Emission Factor (kg-CO ₂ /liter)	Carbon Emission Factor (kg CO ₂ /GJ)	Net Calorific Value (GJ/t)	Fraction of Carbon Oxidized (-)	Specific Gravity (kg/liter)
Gasoline	2.259	69.3	44.80	0.99	0.735
Diesel	2.697	74.1	43.33		0.849

Sumber: IAQMS (specific gravity), IPCC (the others)

**VOLUME LALU LINTAS SAAT INI (2010)
Di Jalur MRT Lebak Bulus – Dukuh Atas**

Kode Lokasi	Nama Lokasi	Tujuan			Kend. Pribadi		Kend. Umum	Total	
		Kode	Dari	Ke	Sepeda Motor	Sedan, dll	Bis kecil	Tanpa Sepeda Motor	Dengan Sepeda Motor
RL-1	Jl. Kartini	A	Lebak Bulus	Fatmawati	42,964	23,912	1,269	25,181	68,145
		B	Fatmawati	Lebak Bulus	57,441	23,866	1,701	25,567	83,008
		Total			100,405	47,778	2,970	50,748	151,153
RL-2	Jl. Fatmawati	A	Blok A	Blok M	25,550	18,735	1,371	20,106	45,656
		B	Blok M	Blok A	16,182	9,350	1,530	10,880	27,062
		Total			41,732	28,085	2,901	30,986	72,718
RL-3	Jl. Sudirman	A	Istora	Bendhil (Frountage)	62,559	22,451	2,618	25,069	87,628
		B	Bendhil	Istora (Frountage)	84,573	31,558	2,338	33,896	118,469
		A	Istora	Bendhil (Through)	26	36,545	723	37,268	37,294
		B	Bendhil	Istora (Through)	129	41,050	932	41,982	42,111
		Total			147,287	131,604	6,611	138,215	285,502
RL-4	Jl. Sudirman	A	Bendhil	Setia Budi (Frountage)	83,119	28,224	2,904	31,128	114,247
		B	Setia Budi	Bendhil (Frountage)	68,051	23,701	2,953	26,654	94,705
		A	Bendhil	Setia Budi (Through)	-	49,300	1,120	50,420	50,420
		B	Setia Budi	Bendhil (Through)	-	48,961	1,073	50,034	50,034
		Total			151,170	150,186	8,050	158,236	309,406
		TOTAL			440,594	357,653	20,532	378,185	818,779

Sumber: *Basic Design Study of Jakarta MRT, JMEC, 2010*

PROYEKSI VOLUME LALU LINTAS DI MASA DEPAN

Di Jalur MRT Lebak Bulus – Dukuh Atas

Kode Lokasi	Tujuan	2017		2020		2027	
		Kend.Pribadi	Kend.Umum	Kend.Pribadi	Kend.Umum	Kend.Pribadi	Kend.Umum
RL-1	A	82,249	1,561	89,876	1,705	101,132	1,919
	B	99,997	2,092	109,270	2,286	122,955	2,572
	Total	182,246	3,653	199,146	3,991	224,087	4,491
RL-2	A	54,465	1,686	59,515	1,843	66,969	2,073
	B	31,401	1,882	34,313	2,056	38,610	2,314
	Total	85,866	3,568	93,828	3,899	105,579	4,387
RL-3	A	104,552	3,220	114,246	3,518	128,555	3,959
	B	142,826	2,875	156,070	3,142	175,617	3,536
	A	44,978	889	49,148	972	55,304	1,093
	B	50,645	1,146	55,341	1,253	62,272	1,409
	Total	343,001	8,130	374,805	8,885	421,748	9,997
RL-4	A	136,938	3,572	149,636	3,903	168,377	4,392
	B	112,843	3,632	123,307	3,969	138,750	4,466
	A	60,633	1,377	66,255	1,505	74,553	1,694
	B	60,216	1,320	65,799	1,442	74,040	1,623
	Total	370,630	9,901	404,997	10,819	455,720	12,173
TOTAL		981,743	25,252	1,072,776	27,594	1,207,134	31,048

Sumber: *Basic Design Study of Jakarta MRT*, JMEC, 2010

**PROYEKSI JUMLAH PENUMPANG/KENDARAAN
UNTUK PENGALIHAN KE MRT**

Kode Lokasi	Kategori	2010		2017		2020		2027	
		Kend.Pribadi	With TDM						
RL-1	Penumpang	222,275	0	273,370	1,548	298,718	2,000	336,131	3,024
	Kendaraan	148,183	0	182,246	1,032	199,146	1,333	224,087	2,016
RL-2	Penumpang	104,726	0	128,799	6,914	140,742	10,259	158,369	8,644
	Kendaraan	69,817	0	85,866	4,609	93,828	6,839	105,580	5,763
RL-3	Penumpang	418,337	0	514,501	6,426	562,209	10,964	632,623	12,724
	Kendaraan	278,891	0	343,001	4,284	374,806	7,309	421,748	8,483
RL-4	Penumpang	452,034	0	555,945	5,834	607,496	7,626	683,581	15,573
	Kendaraan	301,356	0	370,630	3,889	404,997	5,084	455,721	10,382

Sumber: *Basic Design Study of Jakarta MRT, JMEC, 2010*

**PROYEKSI PENGURANGAN
JUMLAH KENDARAAN DENGAN PENGALIHAN KE MRT JAKARTA**

Kode Lokasi	Item	2010	2017	2020	2027
RL-1	Kendaraan Pribadi	148,183	181,214	197,812	222,071
	Transfer Volume	-	1,032	1,333	2,016
	Ratio of Transfer (%)	-	0.6	0.7	0.9
RL-2	Kendaraan Pribadi	69,817	81,257	86,989	99,817
	Transfer Volume	-	4,609	6,839	5,763
	Ratio of Transfer (%)	-	5.4	7.3	5.5
RL-3	Kendaraan Pribadi	278,891	338,717	367,497	413,266
	Transfer Volume	-	4,284	7,309	8,483
	Ratio of Transfer (%)	-	1.2	2	2
RL-4	Kendaraan Pribadi	301,356	366,741	399,913	445,339
	Transfer Volume	-	3,889	5,084	10,382
	Ratio of Transfer (%)	-	1	1.3	2.3

Sumber: *Basic Design Study of Jakarta MRT, JMEC, 2010*

PROYEKSI KENDARAAN PRIBADI DI JALAN SETELAH PENGURANGAN

Kode Lokasi	Item	2010	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
RL-1	Kendaraan Pribadi	148,183	181,214	186,747	192,280	197,812	201,278	204,743	208,209	211,674	215,140	218,605	222,071
RL-2	Kendaraan Pribadi	69,817	81,257	83,513	85,078	86,989	86,857	88,404	89,951	91,498	93,044	94,591	96,138
RL-3	Kendaraan Pribadi	278,891	338,717	348,311	357,904	367,497	374,035	380,573	387,111	393,650	400,188	406,726	413,266
RL-4	Kendaraan Pribadi	301,356	366,741	377,799	388,856	399,913	406,403	412,892	419,381	425,870	432,359	438,848	445,339
	TOTAL	798,247	967,929	996,370	1,024,118	1,052,211	1,068,573	1,086,612	1,104,652	1,122,692	1,140,731	1,158,770	1,176,814

Sumber: Hasil perhitungan

Keterangan :

Jumlah kendaraan pribadi pada tahun 2017, 2020, 2027, diperoleh dari data sekunder pada lampiran 14.

Kemudian untuk mencari jumlah kendaraan pribadi tahun 2018, 2019, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, digunakan persamaan :

$$\frac{Y - Y1}{Y2 - Y1} = \frac{X - X1}{X2 - X1}$$

**PROYEKSI KENDARAAN PRIBADI YANG BERKURANG DENGAN SISTEM
TRAFFIC DEMAND MANAGEMENT (TDM)**

Kode Lokasi	Item	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
RL-1	Transfer Volume	1,032	1,133	1,233	1,333	1,431	1,529	1,626	1,724	1,821	1,919	2,016
RL-2	Transfer Volume	4,609	5,353	6,096	6,839	6,971	7,103	7,235	7,367	7,499	7,631	7,763
RL-3	Transfer Volume	4,284	5,293	6,301	7,309	7,477	7,645	7,813	7,980	8,148	8,316	8,483
RL-4	Transfer Volume	3,889	4,288	4,686	5,084	5,841	6,598	7,355	8,112	8,869	9,626	10,382
		13,814	16,067	18,316	20,565	21,720	22,875	24,029	25,183	26,337	27,492	28,644

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan :

Jumlah kendaraan pribadi pada tahun 2017, 2020, 2027, diperoleh dari data sekunder pada lampiran 14.

Kemudian untuk mencari jumlah kendaraan pribadi tahun 2018, 2019, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, digunakan persamaan :

$$\frac{Y - Y1}{Y2 - Y1} = \frac{X - X1}{X2 - X1}$$

**PROYEKSI JUMLAH PENUMPANG DENGAN SISTEM
TRAFFIC DEMAND MANAGEMENT (TDM)**

Kode Lokasi	Item	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
RL-1	Transfer Volume	1,548	1,700	1,850	2,000	2,147	2,294	2,439	2,586	2,732	2,879	3,024
RL-2	Transfer Volume	6,914	8,030	9,144	10,259	10,457	10,655	10,853	11,051	11,249	11,447	11,645
RL-3	Transfer Volume	6,426	7,940	9,452	10,964	11,216	11,468	11,720	11,970	12,222	12,474	12,725
RL-4	Transfer Volume	5,834	6,432	7,029	7,626	8,762	9,897	11,033	12,168	13,304	14,439	15,573
		20,721	24,101	27,474	30,848	32,580	34,313	36,044	37,775	39,506	41,238	42,966

Sumber: Hasil Perhitungan

Jumlah kendaraan pribadi mewakili 1,5 penumpang (asumsi Jakarta Metro Engineering Consultants/JMEC)

Sehingga jumlah penumpang diperoleh dari jumlah kendaraan x 1,5

Contoh :

Jumlah penumpang di lokasi RL-1 Tahun 2017, diperoleh dari jumlah kendaraan di RL-1 Tahun 2017 x 1,5

1,032 kendaraan x 1,5 = 1,548 penumpang

**PROYEKSI JUMLAH PENUMPANG MRT
DARI TAHUN 2017 -2037**

TAHUN	PENUMPANG	MOBIL BERKURANG
2017	374371	249581
2018	387148	258099
2019	399924	266616
2020	412700	275134
2021	425477	283652
2022	438253	292169
2023	451030	300687
2024	463806	309204
2025	476583	317722
2026	489359	326240
2027	502136	334758
2028	514912	343275
2029	527689	351793
2030	540465	360310
2031	553242	368828
2032	566018	377346
2033	578795	385864
2034	591571	394381
2035	604348	402899
2036	617124	411416
2037	629900	419934

PENURUNAN EMISI CO₂ SETELAH MRT BEROPERASI

TAHUN	EMISI SEBELUM PROYEK	EMISI SETELAH PROYEK	PENURUNAN EMISI
2010	389779	389778	0
2011	408759	408759	0
2012	428154	428154	0
2013	447342	447342	0
2014	466521	466521	0
2015	485709	485709	0
2016	504891	504891	0
2017	524060	421165	102895
2018	540268	433862	106406
2019	554855	444937	109918
2020	572656	459227	113429
2021	582902	465961	116941
2022	593148	472696	120452
2023	603394	479430	123964
2024	613640	486165	127475
2025	623886	492899	130987
2026	634132	499633	134499
2027	644378	506368	138010

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Emisi Listrik MRT Jakarta

Listrik MRT Jakarta : 50 MVA = 50 Megawatt

Dalam satu tahun : $24 \times 365 = 8760$ jam

Energi setahun MWh = $50 \times 8760 = 438000 = 438000000$ kWh

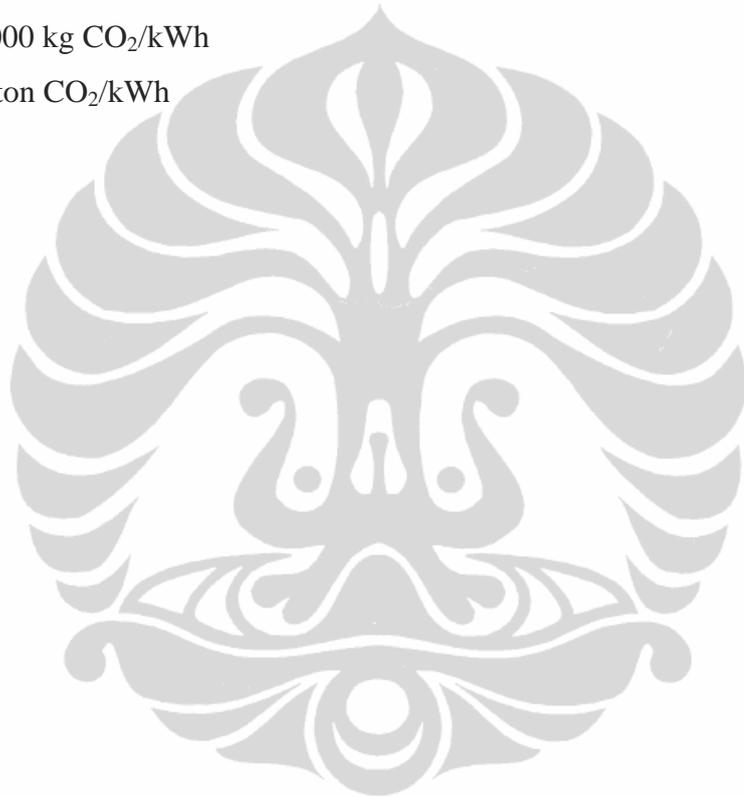
Emisi dari pembakaran batubara = 940 gr CO₂/kWh

Emisi = 940 gr CO₂/kWh x 438000000

$$= 4,11772 \times 10^{11} \text{ gr CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 411720000 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$= 411720 \text{ ton CO}_2/\text{kWh}$$



	Power (MVA)	Power (Megawatt)	1kWh = Joule	Jam = 24x365	Energi setahun, MWh	Energi setahun, kWh	gr CO2	Total CO2(gr)	Total CO2 (kg)	Total CO2 (ton)
Listrik MRT	50	50	3,600,000	8760	438000	438000000	940	4.1172E+11	411720000	411720

