

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 BUS RAPID TRANSIT

2.1.1 Definisi Bus Rapid Transit

Bus Rapid Transit (BTR) atau busway merupakan bus dengan kualitas tinggi yang berbasis sistem transit yang cepat, nyaman, dan biaya murah untuk mobilitas perkotaan dengan menyediakan jalan untuk pejalan kaki, infrastrukturnya, operasi pelayanan yang cepat dan sering, perbedaan dan keunggulan pemasaran dan layanan kepada pelanggan. Bus Rapid Transit (BRT), pada dasarnya mengemulasi karakteristik kinerja sistem transportasi kereta api modern. Satu sistem BRT biasanya akan dikenakan biaya 4-20 kali lebih kecil dari Light Rail Transit (LRT) dan 10-100 kali lebih kecil dari sistem kereta api bawah tanah.

Istilah BRT telah muncul dari penerapannya di Amerika Utara dan Eropa. Namun, konsep ini juga ditularkan melalui dunia dengan nama yang berbeda-beda, seperti:

- High – Capacity Bus Systems
- High – Quality Bus Systems
- Metro – Bus
- Surface Metro
- Express Bus Systems
- Busway Systems

Meskipun memiliki istilah yang bervariasi antara satu negara dengan negara lain, tetapi memiliki prinsip dasar yang sama, seperti : kualitas, pelayanan kendaraan yang bersaing dengan transportasi umum lainnya dengan ongkos yang dapat terjangkau. Untuk memudahkan, istilah BRT atau busway akan sering digunakan dalam menggambarkan sistem ini. Namun, diakui bahwa konsep dan istilah ini tidak diragukan lagi akan terus berkembang. Beberapa tulisan yang dapat membantu menjelaskan pengertian BRT, seperti berikut:

“*Bus Rapid Transit* (BRT) adalah suatu fleksibel, moda dengan roda karet yang mempunyai transit yang cepat dan yang dikombinasikan station (halte), kendaraan, pelayanan, jalan dan elemen *Intelligent Transportation System* (ITS) dalam satu sistem yang terintegrasi dengan identitas yang kuat.”(Levinson et al.2003, p.12).

“*Bus Rapid Transit* (BRT) adalah berkualitas tinggi, transit orientasi klien yang menawarkan kecepatan, nyaman, dan harga yang terjangkau.”(Wright, 2003, p. 1).

“*Bus Rapid Transit* (BRT) adalah suatu moda transportasi yang cepat yang mengkombinasikan kualitas transportasi kereta dan fleksibilitas bus.”(Tomas, 2001).

Semua definisi ini menetapkan *Bus Rapid Transit* (BRT) terpisah dengan pelayanan bus konvensional. Bahkan, definisi cenderung menunjukkan bahwa BRT banyak kesamaan dengan sistem berbasis rel, terutama dalam hal kinerja operasi dan pelayanan terhadap penumpang. BRT telah berusaha mengambil aspek sistem LRT dan metro dan paling disayangi oleh pelanggan angkutan umum dan membuat atribut-atribut lebih untuk mudah diakses berbagai kutipan lebih luas. Perbedaan utama antara BRT dengan sistem rel pada perkotaan adalah bahwa BRT biasanya dapat memberikan layanan transportasi umum dengan kualitas yang tinggi dan dengan biaya yang mudah terjangkau oleh masyarakat.

2.1.2 Sejarah Bus Rapid Transit

Pengembangan pertama dalam skala besar dari layanan bus ekspres dimulai di Curitiba (Brazil) pada tahun 1974, tetapi ada beberapa proyek-proyek kecil sebelum pembangunan itu. Sejak itu, pengalaman Curitiba telah memberikan inspirasi pada kota-kota lain untuk mengembangkan sistem serupa. Pada tahun 1970-an, pengembangan sistem BRT telah terbatas pada Amerika Utara dan Selatan. Pada akhir tahun 1990-an, reproduksi konsep BRT mulai tumbuh kembali dan di buka di Quito- Ekuador pada tahun 1996, Los Angeles- USA pada tahun 1999 dan Bogota – Kolombia pada tahun 2000. Diatas semua, proyek TransMilenio di Bogota mulai beroperasi pada tahun 2000 dan keberhasilannya telah menarik perhatian masyarakat internasional sebagai contoh sistem BRT.

Pada tahun 2005, mungkin ada sampai 70 sistem BRT di dunia, menurut definisi BRT (Levinson et al. 2003; Ernst 2005; Wright, 2005).

Di Asia, sebelum tahun 2000, percobaan BRT sangat terbatas ada jumlah dan cakupannya. Sistem BRT di Nagoya- Jepang dan Taipe – China telah dianggap sistem yang relative lengkap dikawasan Asia (Wright, 2005). Penyebaran BRT di Asia menjadi lebih jelas sejak tahun 2004. Pada tahun 2004, jalur bus Transjakarta mulai beroperasi dari Blok M menuju Kota. (Hook dan Ernst, 2005). Pada tanggal 1 Juli 2004, 3 koridor BRT sepanjang 37 km telah dibangun di Seoul – Korea Selatan (Pucher dan al. 2005). Pada tanggal 25 Desember 2004, tahap pertama komersial BRT diluncurkan di Beijing – China sepanjang 5 km (Chang, 2005). Di Bangkok, proyek BRT telah diumumkan pada tahun 2004 oleh Gubernur baru di Bangkok Administration (BMA), dan dibuka pada Oktober 2005.

Meskipun ada beberapa kebingungan di Indonesia dan Seoul, dimana jalur diperkenalkan, BRT di Jakarta, Seoul dan Beijing telah menunjukkan beberapa keberhasilan dan sistem ini terus dikembangkan dan dimodernisasi. Jumlah kota yang mengembangkan atau menerapkan BRT terus semakin meningkat. Di Cina, BRT telah di buka di Hangzhou pada April 2006. Menurut sebuah website dengan CAI-Asia (2006), layanan BRT sedang direncanakan atau sedang dibangun di 18 kota. Perlu dicatat bahwa sistem BRT di Asia mempunyai kesamaan dengan sistem BRT di Curitiba dan Bogota. Bahkan ada catatan bahwa ada komunitas antara kota-kota Asia dan Amerika Latin mengunjungi Kota, seperti Gubernur DKI Jakarta ke Bogota pada Mei 2003.

2.2 TRANSJAKARTA

Transjakarta atau umum disebut Busway adalah sebuah sistem transportasi bus cepat atau *Bus Rapid Transit* di Jakarta, Indonesia. Transjakarta mulai beroperasi pada tanggal 15 Januari 2004 dan saat ini mempunyai 8 koridor yang sudah dioperasikan dan 7 koridor baru dalam masa konstruksi atau pembangunan. Jalur pertama yang di buka untuk umum adalah koridor I (Blok M – Kota) pada tanggal 15 Januari 2004. Dua minggu pertama, pelayanan busway adalah gratis. Untuk pelayanan komersial dimulai pada tanggal 1 Februari 2004. Transjakarta telah

dirancang untuk memberikan warga Jakarta sebuah jaringan transportasi umum yang cepat untuk membantu mengurangi kemacetan pada jam-jam sibuk. Pemerintah Indonesia telah menyediakan bus transjakarta dengan bekerja sama dengan pihak lain dan tiket disubsidi oleh pemerintah daerah yaitu pemda DKI Jakarta.

Sistem dari transjakarta dimodelkan seperti sistem TransMilenio yang telah sukses di Bogota – Kolombia. Gubernur provinsi meletakkan tanggung jawab pembangunan fisik infrastrukturnya pada Dinas Perhubungan DKI Jakarta. Perencanaannya bisa merupakan tanggung jawab lembaga atau kelompok kerja yang bekerja dibawah Gubernur. Dalam praktiknya, anggaran untuk pelaksanaan proyek baik untuk infrastrukturnya dan operator telah sepenuhnya diadopsi oleh Departemen Perhubungan. Proyek telah diawasi secara ketat oleh Departemen. Transjakarta dijadikan badan usaha, tetapi ijin operasinya memiliki kekuatan lebih rendah dibandingkan dengan TransMilenio, dan sebagian besar kekuatan pengambilan keputusan utama berada di Departemen Perhubungan. Dengan cara ini, pengelola proyek selalu berhubungan atau berkoordinasi dengan Departemen Perhubungan.

Transjakarta telah dibangun dengan tujuan menawarkan warga Jakarta dengan pelayanan yang cepat, nyaman dan harga terjangkau. Untuk mencapai tujuan tersebut, bus diberikan jalur khusus, yaitu dengan memberi pembatas beton antara jalur busway dengan jalur kendaraan lainnya. Pemerintah pun memberikan subsidi berupa pengurangan harga tiket bus.

Banyak masalah yang dialami oleh Transjakarta, seperti ketika atap bus menabrak terowongan kereta api. Selain itu banyak kendala teknik seperti pintu otomatis bus banyak yang rusak.

Sistem Transjakarta (busway) dari sarana dan prasarana yang memadai, sistem operasi dan kontrol yang efektif dari bus, sistem tiket yang terkomputerisasi, sebuah sistem keamanan yang handal dan personil yang terlatih. Dari perencanaan, pengembangan dan sistem manajemen Transjakarta disediakan oleh pemerintah daerah DKI Jakarta, sedangkan operasi bus dan tiket serta kegiatan

pendukung lainnya dilakukan kerjasama dengan berbagai operator penyedia jasa transportasi. Jumlah pekerja yang terlibat dalam pengoperasian Transjakarta sekitar 3200 orang yang terdiri dari sopir, petugas keamanan, penjual tiket dan petugas pembersih. Untuk mempromosikan kesetaraan gender, Transjakarta meningkatkan jumlah pengemudi perempuan. Proporsi yang diharapkan adalah 30 % dari semua sopir bus.

2.2.1 Infrastruktur Transjakarta

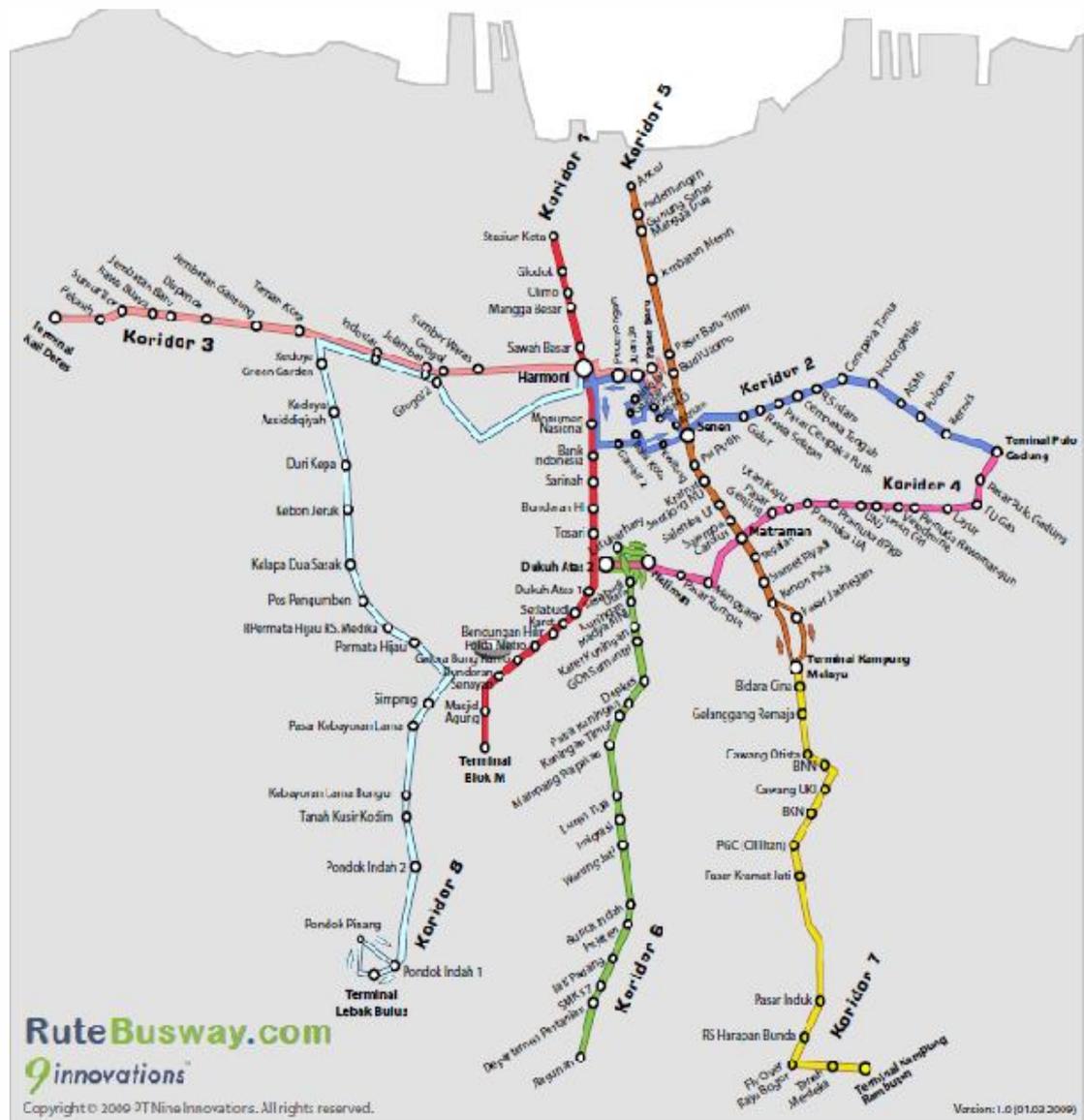
Dalam perencanaannya sampai tahun 2012, Pemerintah DKI Jakarta akan memiliki 15 koridor Transjakarta (BRT). Sampai akhir tahun 2009, jumlah koridor yang telah dioperasikan adalah 8 koridor, (lihat Tabel 2.1)

Tabel 2.1
Koridor Transjakarta Yang Telah Beroperasi

Koridor	Route	Panjang (Km)	Jumlah Halte Bus
I	Blok M - Jakarta Kota	12,90	20
II	Pulogadung - Harmoni	14,00	23
III	Kalideres - Harmoni	19,00	13
IV	Pulo Gadung-Dukuh Atas II	11,85	17
V	Kampung Melayu – Ancol	13,50	17
VI	Ragunan-Dukuh Atas II	13,30	18
VII	Kp. Rambutan-Kp. Melayu	12,80	13
VIII	Lebak Bulus-Harmoni	26,00	21
Total		123,35	141

sumber : <http://transjakarta.co.id/>, 2010

Koridor Transjakarta yang telah beroperasi dapat dilihat pada Gambar 2.1. Dalam Gambar 2.1 dapat dilihat halte bus yang menghubungkan antara koridor satu dengan koridor lain. Penumpang dapat berganti bus sesuai dengan arah tujuannya. Halte nya adalah seperti pada Tabel 2.2.



Gambar 2.1

Koridor Transjakarta yang Telah Beroperasi

sumber : <http://www.rutebusway.com/> 2010

Transjakarta memiliki 141 halte bus sepanjang delapan koridor yang telah beroperasi. Tinggi halte sekitar 110 cm dari permukaan jalan yang digunakan untuk akses ke bus. Setiap halte bus dilengkapi dengan jembatan penyebrangan sehingga orang dapat mudah untuk mengakses halte. Halte dirancang khusus agar penyandang cacat dapat menikmati juga bus Transjakarta. Sarana yang ada di halte adalah, loket penjualan tiket bus, pintu masuk, ruang tunggu bus, tempat

sampah, gambar rute bus, dan pintu otomis untuk menjamin kenyamanan dan kermanan penumpang sambil menunggu datangnya bus.

Tabel 2.2

No.	Halte penghubung	Koridor
1.	Harmoni	I, II, III, VIII
2.	Dukuh Atas	I, IV, VI
3.	Senen	II, V
4.	Grogol	III, VIII
5.	Matraman	IV, V
6.	Kampung Melayu	V, VII
7.	Halimun	IV, VI

Sumber : <http://transjakarta.co.id/>, 2010

Halte bus Transjakarta berbeda dengan halte bus biasanya. Selain ada yang trleak di tengah jalan ada juga halte yang dilengkapi lift. Konstruksi dari halte bus didominasi oleh alumunium, baja dan kaca. Ventilasi udara diberikan dengan menyediakan kisi-kisi (lubang) di sisi halte bus. Lantai halte terbuat dari baja. Pintu halte akan terbuka secara otomatis ketika bus berhenti di halte. Jembatan untuk menyebrang dibuat agak landai agar penyandang cacat dapat dengan mudah masuk ke halte. Dek jembatan bahannya sama dengan lantai halte bus, yaitu baja. Waktu pengoperasiam halte bus dan bus adalah jam 5.00 -22.00. jika setelah jam 22.00 masih terdapat penumpang didalam bus maupun halte, maka waktu operasi akan diselesaikan jika semua penumpang sudah mencapai tujuan masing-masing.



Gambar 2.2
Halte Bus Transjakarta dan Jembatannya

sumber : <http://www.suaratransjakarta.org/>, 2010

Koridor dari Transjakarta yang dalam konstruksi dan akan datang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3
Koridor Transjakarta Yang Akan Datang

Koridor	Rute
IX	Pinang Ranti Terminal – Pluit
X	PGC2 – Tanjung Priok Terminal
XI	Kp. Melayu – Pulo Gebang
XII	Pluit – Tanjung Priok
XIII	Blok M – Pondok Kelapa
XIV	Manggarai – UI
XV	Ciledug – Blok M

Sumber : Institute for Transportation & Development Policy (ITDP), <http://transjakarta.co.id/>, 2010

Sampai akhir tahun 2009, koridor IX dan koridor X telah selesai di bangun, tetapi belum dapat dioperasikan. Panjang jalur koridor IX adalah 29,9 km, sedangkan panjang jarak koidor X adalah 19 km.

2.2.2 Bus Transjakarta

Gamabr 2.3 adalah salah satu bus dari Transjakerata, yaitu pada Koridor II (Pulo Gadung – Harmoni).



Gambar 2.3
Bus Transjakarta Koridor II (Daewoo)

sumber : ITDP, 2009

Setiap bus di buat dengan mengutamakan keselamatan penumpang. Sebagai contoh, badan (*body*) bus dibuat dengan menggunakan Galvanyl (Zn – Fe Alloy), metal yang padat dan tahan terhadap karat. Selain itu ada palu pemecah kaca sebanyak 8 sampai 10 buah palu pemacah kaca. Juga terdapat alat pemadam kebakaran portable.

Di koridor I, bus menggunakan type Mercedes-Benz dan bus Hino RG. Warna dari bus di koridor I adalah merah dan kuning dan terdapat gambar elang bondol. Bus menggunakan bahan bakar diesel campuran antar solar dan biodiesel. Dan

ada juga yang menggunakan Bahan bakar gas. Pada umumnya, bus transjakarta menggunakan bahan bakar gas alam.

Kapasitas setiap bus terdiri dari 30 tempat duduk dan kapasitas 55 penumpang berdiri. Pada jam-jam sibuk jumlah penumpang bias menyampai 80 penumpang per bus.

Armada bus Transjakarta saat ini berjumlah 426 bus, yang dioperasikan untuk 8 koridor. Bus berangkat titik awal disesuaikan sesuai dengan baik ditunjuk waktu dan jam pada jam puncak adalah tidak sibuk. Selain regulator Koridor 1 dan 8, untuk meningkatkan pelayanan dan mengurangi kepadatan penumpang di halte transit, operator TransJakarta menambah rute langsung berdasarkan sistem jaringan dan dapat diakses sesuai dengan tujuan penumpang. Operator yang menyediakan jasa bus Transjakarta adalah seperti Tabel 2.4.

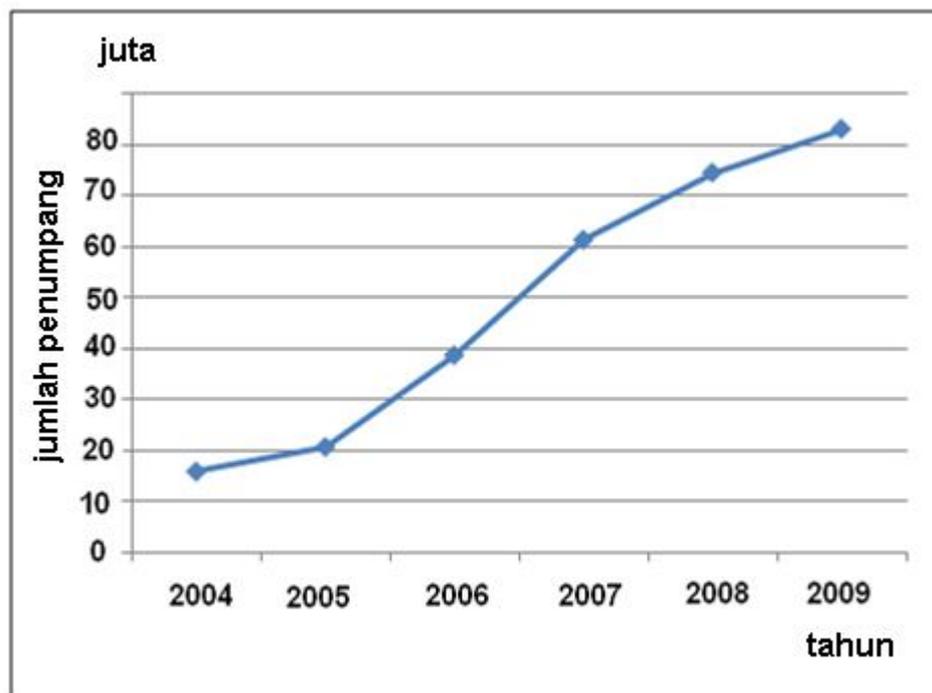
Tabel 2.4
Operator Transjakarta

No.	Operator TransJakarta	Koridor
1.	PT. Jakarta Express Trans (JET)	I
2.	PT. Trans Batavia (TB)	II, III
3.	PT. Jakarta Trans Metropolitan (JTM)	IV, VI
4.	PT. Jakarta Mega Trans (JMT)	V, VII
5.	PT. Eka Sari Lorena Transport (LRN)	V, VII, VIII
6.	PT. Primajasa Perdanaraya Utama (PP)	IV, VIII

sumber : <http://www.suaratransjakarta.org/>

2.2.3 Penumpang Transjakarta

Sejak beroperasi, penumpang Transjakarta terus meningkat. Hal ini disebabkan karena jumlah koridor yang beroperasi meningkat juga.



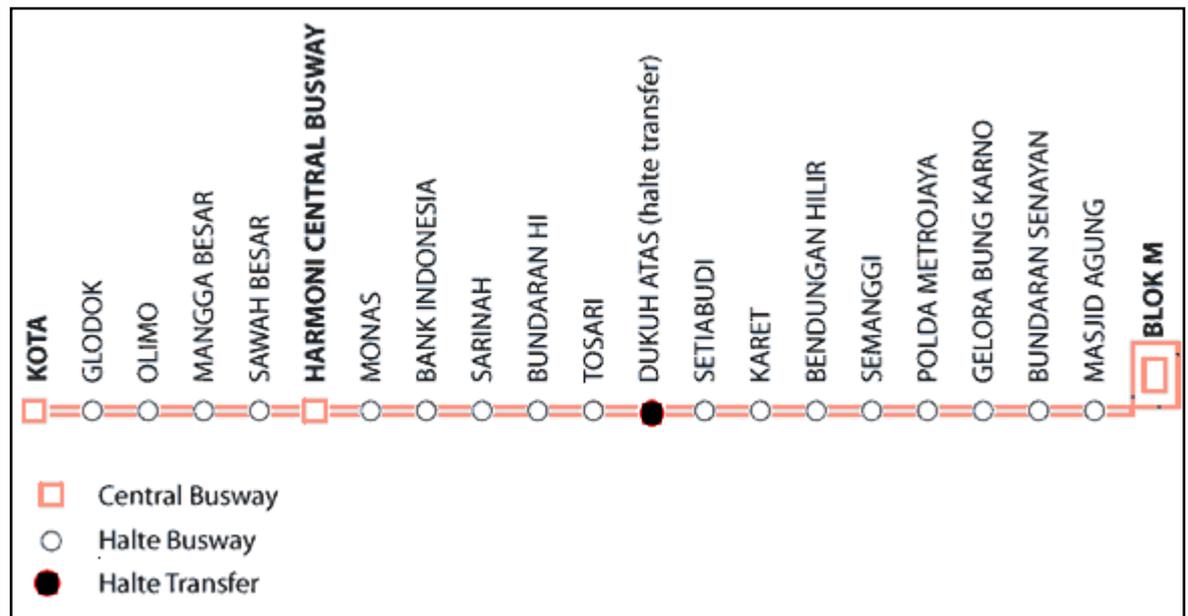
Grafik 2.1

Pertumbuhan Jumlah Penumpang Transjakarta Tahun 2004-2009
 sumber : Dinas Perhubungan DKI Jakarta, 2010.

Dengan 8 koridor pelayanan sampai sekarang, jumlah penumpang tahun 2009 sebanyak 83.205.397 orang. Penumpang telah meningkat selama tahun 2008 sebesar 8.585.402 penumpang, total jumlah rata-rata 11,50 %. Jumlah penumpang rata-rata perhari adalah 250.000 penumpang.

2.2.4 Transjakarta Koridor I (Blok M – Jakarta Kota)

Koridor I Blok M - Kota dioperasikan pada tanggal 15 Januari 2004. Jarak dari Blok M - Kota adalah 12,9 km. Sebagian besar dari rencana untuk sistem transportasi terfokus pada koridor utara-selatan melalui kota utama yang menghubungkan terminal bus Blok M dan perbelanjaan di Jakarta Selatan ke Kota di stasiun Jakarta Utara. Penekanan pada koridor ini berkurang karena tingginya jumlah perjalanan dengan transportasi publik, dan karena konsentrasi kantor-kantor pemerintah dan bisnis besar dan hotel-hotel besar.



Gambar 2.4
Rute Korridor I (Blok M- Kota)

sumber : <http://transjakarta.co.id/>

Dalam koridor I, terdapat 20 halte bus. Terdapat dua halte transfer, yaitu :

1. Dukuh atas
Koresponden dengan corridor IV dan Koridor VI
2. Harmoni Central Busway
Koresponden dengan Koridor II, III, dan VIII

Jarak antara halte bus dengan halte bus lain kurang lebih 650 meter. Jam pelayanan Koridor I adalah dari 05.00 sampai dengan 22.00. Pembangunan Koridor I, bertujuan untuk mengurangi kepadatan kendaraan saat jam sibuk. Daerah yang dilewati oleh bus koridor I adalah daerah yang sangat paling sibuk dan macet. Kawasan ini merupakan kawasan perkantoran pemerintahan dan perkantoran swasta (untuk Harmoni – Dukuh Atas). Di jalur Koridor I ini, juga terdapat suatu Stadion olah raga bertaraf internasional dan pusat komersial (dari Bendingan Hilir – Blok M).

PT. Jakarta Express Trans (JET) adalah operator dari Koridor I. PT. JET mempunyai 91 bus untuk melayani rute Koridor I. Kapasitas busnya adalah 85 orang. Kecepatan maksimum bus adalah 50 km/jam. Waktu tempuh rata-rata dari

Blok M ke Kota begitu juga sebaliknya adalah 45 menit. Koridor I (Blok M-Kota) merupakan jalur yang terseibuk bila dibandingkan dengan koridor lainnya. Rata-rata penumpang per hari di Koridor ini adalah 78.000 orang.

2.2.5 Transjakarta Koridor II (Pulo Gadung - Harmoni)

Koridor II mulai beroperasi pada tanggal 15 Januari 2006. Rute dari Koridor II adalah sebagai berikut :

a). Menuju Harmoni

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Terminal Pulo Gadung | 11. Galur |
| 2. Bermis | 12. Senen |
| 3. Pulomas | 13. Atrium |
| 4. ASMI | 14. RSPAD |
| 5. Pendongkelan | 15. Deplu |
| 6. Cempaka Timur | 16. Gambit 1 |
| 7. Rumah Sakit Islam | 17. Istiqlal |
| 8. Cempaka Tengah | 18. Juanda |
| 9. Pasar Cempaka Putih | 19. Pecenongan |
| 10. Rawa Selatan | 20. Harmoni Central Busway |

b). Menuju Pulo Gadung

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Harmoni Central Busway | 9. Cempaka Tengah |
| 2. Balai Kota | 10. Rumash Sakit Islam |
| 3. Gambir 2 | 11. Cempaka Timur |
| 4. Kwitang | 12. Pedongkelan |
| 5. Senen | 13. ASMI |
| 6. Galur | 14. Pulomas |
| 7. Rawa Selatan | 15. Bermis |
| 8. Pasar Cempak Putih | 16. Terminal Pulo Gadung |

2.2.6 Transjakarta Koridor III (Kalideres - Harmoni)

Koridor III mulai beroperasi pada tanggal 15 Januari 2006. Rute dari Koridor III adalah sebagai berikut :

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1. Kalideres | 8. Taman Kota |
| 2. Pesakih | 9. Indosiar |
| 3. Sumur Bor | 10. Jelambar |
| 4. Rawa Buaya | 11. Harmoni |
| 5. Jembatan Baru | 12. Pecenongan |
| 6. Dispenda | 13. Juanda |
| 7. Jembatan Gantung | 14. Pasar Baru |

2.2.7 Transjakarta Koridor IV (Pulo Gadung – Dukuh Atas)

Koridor IV mulai beroperasi pada tanggal 27 Januari 2007. Rute dari Koridor IV adalah sebagai berikut :

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. Terminal Pulo Gadung | 9. Utan Kayu |
| 2. Pasar Pulo Gadung | 10. Pasar Genjing |
| 3. Tugas | 11. Matraman 2 |
| 4. Layur | 12. Manggarai |
| 5. Velodrome | 13. Pasar Rumput |
| 6. Sunan Giri | 14. Halimun |
| 7. UNJ | 15. Dukuh Atas |
| 8. Pramuka Lia | |

2.2.8 Transjakarta Koridor V (Kampung Melayu - Ancol)

Koridor V mulai beroperasi pada tanggal 27 Januari 2007. Rute dari Koridor V adalah sebagai berikut :

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. Kampung Melayu | 9. Pal Putih |
| 2. Pasar Jatinegara | 10. Senen Central |
| 3. Kebon Pala | 11. Budi Utomo |
| 4. Slamet Riyadi | 12. Pasar Baru Timur |
| 5. Tegalan | 13. Jembatan Merah |
| 6. Matraman 1 | 14. Pademangan |
| 7. Salemba UI | 15. Ancol |
| 8. Kramat Sentiong NU | |

2.2.9 Transjakarta Koridor VI (Ragunan - Kuningan)

Koridor VI mulai beroperasi pada tanggal 27 Januari 2007. Rute dari Koridor V adalah sebagai berikut :

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Ragunan | 11. Kuningan Timur |
| 2. Departemen Pertanian | 12. Patra Kuningan |
| 3. SMK 57 | 13. Depkes |
| 4. Jati Padang | 14. GOR Sumantri |
| 5. Pejaten | 15. Karet Kuningan |
| 6. Buncit Indah | 16. Kuningan Madya Aini |
| 7. Warung Jati | 17. Setia budi Utara |
| 8. Imigrasi | 18. Latuharhari |
| 9. Duren Tiga | 19. Halimun |
| 10. Mampang Prapatan | |

2.2.10 Transjakarta Koridor VII (Kampung Rambutan - Melayu)

Koridor VII mulai beroperasi pada tanggal 27 Januari 2007. Rute dari Koridor V adalah sebagai berikut :

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 1. Kampung Rambutan | 8. BKN |
| 2. Tanah Merdeka | 9. Cawang UKI |
| 3. Fly Over Bogor Raya | 10. BNN |
| 4. Rumah sakit Harapan Bunda | 11. Cawang Otista |
| 5. Pasar Induk Kramat Jati | 12. Gelanggang Remaja |
| 6. Pasar Kramat Jati | 13. Bidara Cina |
| 7. Cililitan | 14. Kampung Melayu |

2.3 PENCEMARAN LINGKUNGAN

Salah satu jenis pencemaran lingkungan adalah pencemaran udara. Udara tercemar adalah perbedaan komposisi udara aktual dengan kondisi udara normal dimana komposisi udara aktual tidak mendukung kehidupan manusia. Bahan atau zat pencemaran udara sendiri dapat berbentuk gas dan partikel. Dalam bentuk gas dapat dibedakan dalam golongan belerang (sulfur dioksida, hidrogen sulfida, sulfat aerosol), golongan nitrogen (nitrogen oksida, nitrogen monoksida, amoniak,

dan nitrogen dioksida), golongan karbon (karbon dioksida, karbon monoksida, hidrokarbon), dan golongan gas yang berbahaya (benzene, vinyl klorida, air raksa uap). Jenis pencemaran udara berbentuk partikel dibedakan menjadi tiga. Pertama, mineral (anorganik) dapat berupa racun seperti air raksa dan timah. Kedua, bahan organik terdiri dari ikatan hidrokarbon, klorinasi alkan, benzene. Ketiga, makhluk hidup terdiri dari bakteri, virus, telur cacing. Sementara itu, jenis pencemaran udara menurut tempat dan sumbernya dibedakan menjadi dua, yaitu pencemaran udara bebas dan pencemaran udara ruangan. Kategori pencemaran udara bebas meliputi secara alamiah (letusan gunung berapi, pembusukan, dan lain-lain) dan bersumber kegiatan manusia, misalnya berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, asap kendaraan bermotor. Sedangkan pencemaran udara ruangan meliputi dari asap rokok, bau tidak sedap di ruangan.

Jenis parameter pencemar udara didasarkan pada baku mutu udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999, yang meliputi : Sulfur dioksida (SO_2), Karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO_2), Ozon (O_3), Hidro karbon (HC), PM 10, Partikel debu (PM 2,5), TSP (debu), Pb (Timah Hitam).

Tabel 2.5
Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang

Pencemar	Sumber	Keterangan
Karbon monoksida (CO)	Buangan kendaraan bermotor; beberapa proses industri	Standar Kesehatan 10 mg/m^3 (9 ppm)
Sulfur dioksida (SO_2)	Panas dan fasilitas pembangkit listrik	Standar Kesehatan 80 ug/m^3 (0,03 ppm)
Partulat Matter	Buangan kendaraan bermotor, beberapa proses industri	Standar Kesehatan 50 ug/m^3 selama 1 tahun; 150 ug/m^3
Nitrogen dioksida (NO_2)	Buangan kendaraan bermotor; panas dan fasilitas	Standar Kesehatan 100 pg/m^3 (0,05ppm) selama 1 jam
Ozon (O_3)	Terbentuk di atmosfer	Standar Kesehatan 235 ug/m^3 (0,12 ppm) selama 1 jam

Sumber : Bapedal

2.4. PENGARUH ZAT HASIL BAKAR TERHADAP MAKHLUK HIDUP

2.4.1 Sulfur Dioksida

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan Sulfur trioksida (SO₃), yang keduanya disebut sulfur oksida (SO_x). Pengaruh utama polutan SO_x terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar SO₂ sebesar 5 ppm atau lebih, bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1-2 ppm. SO₂ dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita yang mengalami penyakit khronis pada sistem pernafasan kadiovaskular. Mekanisme pembentukan SO_x dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut :



2.4.2 Karbon Monoksida

Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Tidak seperti senyawa lain, CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin.

2.4.3 Nitrogen Dioksida

NO₂ bersifat racun terutama terhadap paru. Kadar NO₂ yang lebih tinggi dari 100 ppm dapat mematikan sebagian besar binatang percobaan dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala pembengkakan paru (*edema pulmonari*). Kadar NO₂ sebesar 800 ppm akan mengakibatkan 100% kematian pada binatang-binatang yang diuji dalam waktu 29 menit atau kurang. Percobaan dengan pemakaian NO₂ dengan kadar 5 ppm selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan kesulitan dalam bernafas.

2.4.4 Ozon

Ozon merupakan salah satu zat pengoksidasi yang sangat kuat setelah fluor, oksigen dan oksigen fluorida (OF_2). Meskipun di alam terdapat dalam jumlah kecil tetapi lapisan ozon sangat berguna untuk melindungi bumi dari radiasi ultraviolet (UV-B). Ozon terbentuk di udara pada ketinggian 30km dimana radiasi UV matahari dengan panjang gelombang 242 nm secara perlahan memecah molekul oksigen (O_2) menjadi atom oksigen, tergantung dari jumlah molekul O_2 atom-atom oksigen secara cepat membentuk ozon. Ozon menyerap radiasi sinar matahari dengan kuat di daerah panjang gelombang 240-320 nm.

2.4.5 Hidrokarbon

Hidrokarbon di udara akan bereaksi dengan bahan-bahan lain dan akan membentuk ikatan baru yang disebut polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) yang banyak dijumpai di daerah industri dan padat lalu lintas. Bila PAH ini masuk dalam paru-paru akan menimbulkan luka dan merangsang terbentuknya sel-sel kanker.

Tabel 2.6

Jenis – jenis Hidrokarbon Aromatic dan Pengaruh pada Kesehatan Manusia

Jenis Hidrokarbon	Konsentrasi (ppm)	Dampak Kesehatan
Benzene (C_6H_6)	100	Iritasi membrane mukosa
	3000	Lemas setelah ½ - 1 jam
	7500	Pengaruh sangat berbahaya setelah pemaparan 1 jam
	200000	Kematian setelah pemaparan 5-10 menit
Toluena (C_7H_8)	200	Pusing lemah dan berkunang-kunang setelah pemaparan 8 jam
	600	Kehilangan koordinasi bola mata terbalik setelah pemaparan 8 jam

2.4.6 Khlorin

Gas Khlorin (Cl_2) adalah gas berwarna hijau dengan bau sangat menyengat. Berat jenis gas khlorin 2,47 kali berat udara dan 20 kali berat gas hidrogen khlorida yang toksik. Gas khlorin sangat terkenal sebagai gas beracun yang digunakan pada perang dunia ke-1. Selain bau yang menyengat gas khlorin dapat menyebabkan iritasi pada mata saluran pernafasan. Apabila gas khlorin masuk dalam jaringan paru-paru dan bereaksi dengan ion hidrogen akan dapat membentuk asam khlorida yang bersifat sangat korosif dan menyebabkan iritasi dan peradangan. Gas khlorin juga dapat mengalami proses oksidasi dan membebaskan oksigen seperti pada proses yang terjadi di bawah ini.



2.4.7 Partikel Debu

Pada umumnya ukuran partikulat debu sekitar 5 mikron merupakan partikulat udara yang dapat langsung masuk ke dalam paru-paru dan mengendap di alveoli. Keadaan ini bukan berarti bahwa ukuran partikulat yang lebih besar dari 5 mikron tidak berbahaya, karena partikulat yang lebih besar dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan menyebabkan iritasi.

2.4.8 Timah Hitam

Gangguan kesehatan adalah akibat bereaksinya Pb dengan gugusan sulfhidril dari protein yang menyebabkan pengendapan protein dan menghambat pembuatan haemoglobin, Gejala keracunan akut didapati bila tertelan dalam jumlah besar yang dapat menimbulkan sakit perut muntah atau diare akut. Gejala keracunan kronis bisa menyebabkan hilang nafsu makan, konstipasi lelah sakit kepala, anemia, kelumpuhan anggota badan, kejang dan gangguan penglihatan.