

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 SISTEM TRANSPORTASI

Untuk mendapatkan pengertian yang lebih mendalam serta guna mendapatkan alternatif pemecahan masalah transportasi perkotaan yang baik, maka sistem transportasi makro perlu dipecahkan menjadi sistem transportasi yang lebih kecil (mikro), dimana masing-masing sistem mikro tersebut akan saling terkait dan saling mempengaruhi.

Sistem transportasi mikro (Direktorat Jendral Perhubungan Darat,2008) tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Sistem Kegiatan (*Transport Demand*)
- b. Sistem Jaringan (Prasarana Transportasi/*Transport Supply*)
- c. Sistem Pergerakan (Lalu Lintas/*Traffic*)
- d. Sistem Kelembagaan.

Setiap penggunaan tanah atau Sistem Kegiatan akan mempunyai suatu tipe kegiatan tertentu yang dapat “memproduksi” pergerakan (*trip production*) dan dapat “menarik” pergerakan (*trip attraction*). Sistem tersebut dapat merupakan suatu gabungan dari berbagai sistem pola kegiatan tata guna tanah (*land use*) seperti sistem pola kegiatan sosial, ekonomi, kebudayaan dan lain-lain. Kegiatan yang timbul dalam sistem ini membutuhkan pergerakan sebagai alat pemenuhan kebutuhan yang perlu dilakukan setiap hari, yang tidak dapat dipenuhi oleh penggunaan tanah bersangkutan. Besarnya pergerakan yang ditimbulkan tersebut sangat berkaitan erat dengan jenis/tipe dan intensitas kegiatan yang dilakukan.

Pergerakan tersebut, baik berupa pergerakan manusia dan/atau barang, jelas membutuhkan suatu moda transportasi (sarana) dan media (prasarana) tempat moda transportasi tersebut dapat bergerak.

Prasarana transportasi yang diperlukan merupakan sistem mikro kedua yang biasa dikenal sebagai Sistem Jaringan, meliputi jaringan jalan raya, kereta api, terminal bus, stasiun kereta

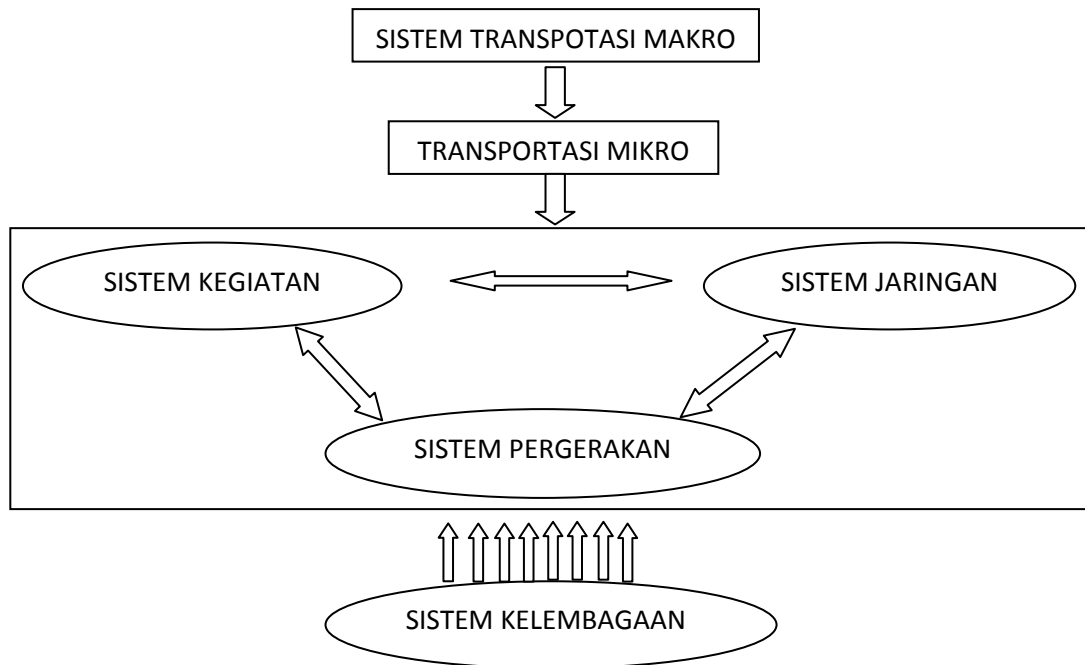
api, bandara dan pelabuhan laut. Penyediaan prasarana transportasi sangat tergantung pada dua faktor (Direktorat Jenderal Perhubungan Darat,2008):

- Pertumbuhan ekonomi – menjadikan dana umum untuk membangun jalan-jalan, angkutan simpangan dan menyediakan kendaraan umum. Dana pribadi menyediakan kendaraan-kendaraan pribadi (mobil, motor) dan dana perusahaan pribadi menyediakan bus, angkot, truk.
- Dana umum – tergantung pada pertumbuhan ekonomi dan kebijaksanaan pemerintah mengenai jalanan dan kendaraan umum.

Interaksi antara Sistem Kegiatan dan Sistem Jaringan akan menghasilkan suatu pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk pergerakan kendaraan dan/atau orang (pejalan kaki). Suatu sistem pergerakan yang aman, cepat, nyaman, murah dan sesuai dengan lingkungannya, akan dapat tercipta jika pergerakan tersebut diatur oleh suatu sistem rekayasa dan manajemen lalu lintas yang baik. Permasalahan kemacetan yang sering terjadi di kota-kota besar/sedang di Indonesia biasanya timbul karena kebutuhan transportasi lebih besar dibanding prasarana transportasi yang tersedia, atau prasarana transportasi tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Perubahan pada sistem kegiatan jelas akan mempengaruhi sistem jaringan melalui suatu perubahan tingkat pelayanan pada sistem pergerakan. Begitu juga perubahan pada sistem jaringan dapat mempengaruhi sistem kegiatan melalui peningkatan mobilitas dan aksesibilitas dari sistem pergerakan tersebut. Selain itu, sistem pergerakan berperan penting dalam mengakomodir suatu sistem pergerakan agar tercipta suatu sistem pergerakan yang lancar, aman, cepat, nyaman, murah dan sesuai dengan lingkungannya. Pada akhirnya juga pasti akan mempengaruhi kembali sistem kegiatan dan sistem jaringan yang ada. Ketiga mikro ini saling berinteraksi satu sama lain yang terkait dalam suatu sistem transportasi makro.

Dalam upaya untuk menjamin terwujudnya suatu sistem pergerakan yang aman, nyaman, lancar, murah dan sesuai dengan lingkungannya, maka dalam sistem transportasi makro terdapat suatu sistem mikro lainnya yang disebut Sistem Kelembagaan. Sistem ini terdiri atas individu, kelompok, lembaga, instansi pemerintah serta swasta yang terlibat dalam masing-masing sistem mikro. Sistem kelembagaan (instansi) yang berkaitan dengan masalah transportasi adalah sebagai berikut :

- Sistem Kegiatan : Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional (Bappenas), Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi, Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota
- Sistem Jaringan : Departemen Perhubungan dan Departemen Pekerjaan Umum
- Sistem Pergerakan : Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan Raya (DLLAJR), Polisi Lalu Lintas (Polantas).



Gambar 2.1. Diagram Sistem Transportasi Makro dan Mikro

Sumber :Tamin,1997

Bappenas, Bappeda, dan Pemda berperan penting dalam menentukan sistem kegiatan melalui kebijaksanaan perwilayahan, regional maupun sektoral. Kebijaksanaan Sistem Jaringan secara umum ditentukan oleh Departemen Perhubungan serta Departemen Pekerjaan Umum (dalam hal ini Direktorat Jendral Bina Marga). Sistem Pergerakan dipengaruhi DLLAJR, Departemen Perhubungan (Dephub), Polantas dan Masyarakat sebagai pemakai jalan (*road user*) dan lain-lain. Kebijaksanaan yang diambil tentunya dapat dilaksanakan dengan baik melalui peraturan yang secara tidak langsung juga memerlukan sistem penegakan yang baik. Secara umum dapat disebutkan bahwa Pemerintah, Swasta dan Masyarakat seluruhnya harus ikut berperan dalam mengatasi masalah kemacetan, sebab hal ini merupakan tanggung jawab bersama yang harus dipecahkan secara tuntas dan jelas memerlukan penanganan yang serius.

Sistem Transportasi yang akan dikembangkan dalam rangka mendukung pengembangan Kota Semarang untuk mengantisipasi perkembangan wilayah sekitarnya merupakan suatu sistem transportasi yang mempertimbangkan keterpaduan antar modadan inter moda. Selain itu, sistem transportasi yang akan dikembangkan juga harus mempertimbangkan sistem jaringan transportasi baik berupa jaringan jalan, jaringan jalan rel dan sistem angkutan umum serta simpul-simpulnya berupa terminal yang direncanakan oleh Departemen Teknis maupun pihak Pemda.

Pendekatan dalam pengembangan jaringan jalan lebih dititik beratkan pada pengembangan jaringan jalan yang mempunyai nilai strategis dalam pengembangan Kota Semarang dan kaitannya dengan perkembangan wilayah sekitarnya dengan memperhatikan rencana dan program pengembangan jaringan jalan yang ada.

Pengembangan jaringan jalan yang mempunyai nilai strategis adalah :

- Jaringan jalan sekunder berupa jalan arteri dan kolektor yang menghubungkan pusat-pusat kegiatan utama dan pendukung kota
- Jaringan jalan primer yang menghubungkan kota Semarang dengan kawasan-kawasan sekitarnya, pelabuhan laut dan bandara

Pengembangan pola jaringan jalan lebih didasarkan pada pola pergerakan orang dan barang dengan memperhatikan daya dukung sistem jaringan jalan terhadap permintaannya. Dalam pengembangan jaringan jalan akan disertakan besaran-besaran yang menunjukkan kebutuhan kapasitas (jumlah lajur/lebar jalan, panjang jalan) serta prakiraan kasar mengenai biaya.

Pada tahapan awal dukungan jaringan jalan arteri sekunder sangat dibutuhkan terutama peningkatan aksesibilitas pada sistem jaringan jalan arteri sekunder yang telah ada dan yang direncanakan akan dibangun. Pengembangan jaringan jalan tersebut merupakan suatu program jangka pendek yang bersifat strategis. Selain dukungan jaringan jalan arteri sekunder tersebut maka dukungan jaringan jalan kolektor sekunder sebagai "*feeder line*" ke sistem jaringan jalan arteri sekunder juga sangat dibutuhkan.

Dalam kaitan pengembangan kota Semarang sebagai salah satu pusat kegiatan primer diantara pusat-pusat kegiatan primer seperti Bandara Ahmad Yani maka disamping pengembangan jaringan jalan sekunder perlu juga adanya integrasi dengan pengembangan jaringan jalan primer. Oleh karena itu pada jangka pendek dan menengah diperlukan dukungan jaringan jalan arteri dan kolektor primer secara lebih luas sejalan dengan tahapan pengembangan kota tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan jaringan jalan untuk jangka menengah antara lain adalah :

- Integrasi dengan sistem jaringan jalan yang direncanakan
- Pengembangan jaringan jalan arteri primer lebih diarahkan sebagai “*extension*” dari sistem jaringan jalan yang direncanakan serta juga dipertimbangkan pengembangan jaringan jalan tol (bebas hambatan) dalam mendukung pergerakan intra dan antar kawasan kegiatan primer
- Konsentrasi beban lalu lintas terutama untuk kendaraan berat didistribusikan lebih merata pada sistem jaringan jalan arteri baik untuk lintas regional maupun untuk kedua kota tersebut.
- Penyediaan kapasitas jalan disesuaikan dengan prakiraan permintaannya

2. 2.ANALISA KINERJA ANGKUTAN UMUM

Pada umumnya besarnya kinerja operasi atau tingkatpelayanan suatu sistem angkutan umum dapat dilihat dari beberapa faktor. Adapun faktor-faktor yang umumnya dijadikan indikator kinerja dari angkutan umum adalah seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Indikator Kinerja

BRT PLANNING GUIDE	STUDI DI INDONESIA	STUDI PEMANFAATAN DAN PENGEMBANGAN BRT
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mode share 2. Average travel times 3. Average public transport vehicle speeds 4. Passenger capacity of roadway 5. Average private vehicle speeds 6. Peak capacity of public transport system 7. Actual peak ridership 8. Actual non peak ridership 9. Average wait time to purchase fares and on platform 10. Passenger crowding levels at stations and in vehicle during peak and non-peak periods 11. Percentage of seated and standing passengers during peak and non-peak periods 12. Average number of transfers required per trip 13. Frequency of vehicle and station 14. Operating cost per passenger-kilometre provided 15. Fare level 16. Public transport subsidy levels 17. Number of positive/negative media reports on system 18. Customer satisfaction 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor muat (<i>load factor</i>) 2. Kapasitas kendaraan 3. Waktu henti kendaraan 4. Waktu sirkulasi 5. Waktu antar kendaraan 6. Jumlah total penumpang 7. Tingkat Ketersediaan (<i>availability</i>) 8. Aliran penumpang 9. Biaya operasional 10. Jarak tempuh perjalanan 11. Kecepatan 12. Waktu tunggu penumpang 13. Angka statistik kejahatan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor muat (<i>load factor</i>) 2. Waktu antar kendaraan (<i>headway</i>) 3. Waktu henti kendaraan (<i>dwelt time</i>) 4. Waktu perjalanan (<i>travel time</i>) 5. Kecepatan rata-rata 6. Biaya operasional 7. Tingkat kepuasan

(Sumber : Direktorat Jendral Perhubungan Darat, 2009)

Sedangkan menurut Warpani (2002). Kinerja angkutan umum adalah hasil kerja dari angkutan umum yang berjalan selama ini untuk melayani segala kegiatan masyarakat dalam bepergian maupun beraktifitas.

Lalu menurut Direktorat Jendral Perhubungan Darat (1996), Kapasitas kendaraan adalah daya muat penumpang pada setiap kendaraan angkutan umum, baik yang duduk maupun yang berdiri. Daya muat tiap jenis angkutan umum dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kapasitas kendaraan

Jenis angkutan	Kapasitas duduk	Kapasitas berdiri	Kapasitas total
Mobil penumpang umum	11	-	11
Bis kecil	14	-	14
Bis sedang	20	10	30
Bis besar lantai tunggal	49	30	79
Bis besar lantai ganda	85	35	120

(sumber : Direktorat Jendral Perhubungan Darat, 1996)

2.2.1. Load Factor

BRT Planning Guide (2007) mendefinisikan *load factor* sebagai "the percentage of a vehicle's total capacity that is actually occupied". Berdasarkan definisi itu, maka *load factor* atau faktor beban dapat diartikan sebagai suatu rasio perbandingan antara jumlah penumpang yang berada dalam bus dengan kapasitas muat bus.

Pada umumnya semakin besar faktor beban, maka semakin menguntungkan sistem yang ada. Karena penumpang semakin banyak semakin banyak pula keuntungan yang dicapai. Namun dalam aplikasinya, kondisi ini tidak disarankan mengingat tingkat kenyamanan penumpang dan beberapa konsekuensi negatif yang dapat ditimbulkan. Pada operasi dengan faktor beban 1 (100%), kendaraan dalam keadaan *fully occupied* dan dapat mengurangi jumlah kendaraan pribadi karena menggunakan angkutan umum. Secara umum, besarnya faktor beban sangat dipengaruhi oleh frekuensi bus dan besarnya demand penumpang. Besarnya faktor ini dapat diubah dengan meningkatkan frekuensi armada atau menghilangkan moda kompetitor pada koridor yang ada.

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), *load factor* merupakan perbandingan antara kapasitas terjual dengan kapasitas tersedia untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persen (%).

Standar yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat untuk nilai *load factor* adalah 70% (0,7) dan terdapat cadangan 30% untuk mengakomodasi kemungkinan lonjakan penumpang, serta pada tingkat ini kesesakan penumpang di dalam kendaraan masih dapat diterima. Pada jam-jam sibuk nilai *load factor* bisa melebihi batas-batas yang diinginkan

sehingga tingkat pelayanan harus ditingkatkan agar tidak terjadi perpindahan moda yang dikarenakan adanya kesan buruk.

Adapun faktor beban ini dapat dihitung dengan formula :

$$L_f = \frac{V_p}{C_b} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana,

L_f = load factor

V_p = volumepenumpang rata- rata dalam bus (pnp)

C_b =kapasitas bus (pnp)

Menurut Suwardi 2002, load factor diperoleh dari

$$Load\ Factor = \frac{\sum(pnp - km)}{\sum(angkutan - km \times K)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$\sum(pnp - km)$ = Jumlah penumpang dikalikan dalam perjalanan dalam satu waktu

$\sum(angkutan - km \times K)$ = Jumlah perjalanan dikalikan dengan kapasitas

2.2.2. Waktu Antara Kendaraan (*Headway*)

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2009), Waktu antara kendaraan (*headway*) adalah selang waktu antara kendaraan yang berada didepan dengan kendaraan yang berada dibelakangnya ketika melewati suatu titik tertentu. Secara garis besar, ukuran ini dapat diartikan sebagai frekuensi operasi dari suatu sistem angkutan yang hubungannya dinyatakan dalam model matematis :

$$h = \frac{1}{f} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana,

$h = \text{headway}$ (menit)

$f = \text{frekuensi kendaraan}$ (kendaraan/jam)

SK Dirjen Perhubungan Darat No. 687 Tahun 2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur memberikan formulasi untuk menghitung *headway* sebagai berikut :

$$h = \frac{60.Cb.Lf}{P} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana,

$h = \text{headway}$ (menit)

$P = \text{jumlah penumpang perjam pada seksi terpadat}$ (Pnp/Jam)

$Lf = \text{load factor}$

$Cb = \text{kapasitas Bus}$ (pnp)

Adapun dalam menentukan *headway* optimum dari suatu sistem angkutan pada suatu koridor perlu dipertimbangkan beberapa hal berikut :

- Ketersediaan armada yang dapat disuplai untuk memenuhi demand penumpang.
- Waktu perjalanan.
- Waktu tunggu yang dapat diterima penumpang.
- Tingkat keuntungan yang akan diperoleh.

Selain 4 faktor tersebut, pada penerapan BRT dengan jalur khusus (busway) konsekuensi masuknya kendaraan pribadi ke dalam jalur khusus juga harus dipertimbangkan untuk pengaplikasian *headway* yang terlalu panjang.

2.2.3. Waktu Henti Kendaraan (*Dwell Time*)

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2009), Besarnya waktu berhenti tiap kendaraan pada perhentian sepanjang rute akan mempengaruhi efisiensi dari sistem angkutan secara keseluruhan. Adapun besarnya waktu ini disebut sebagai *dwell time*. BRT Planning Guide (2007) menyebutkan besarnya waktu ini terdiri dari 3 waktu tundaan, yaitu waktu naik penumpang (*boarding time*), waktu turun penumpang (*alighting time*) dan *dead time*. Dalam penilaian kinerja studi ini melalui pelaksanaan survei lapangan, besarnya waktu ini diukur dengan formula :

$$D_t = T_{closed} - T_{open} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana,

D_t = *dwell time*(menit)

T_{closed} = waktu pintu tertutup (menit)

T_{open} = waktu pintu mulai terbuka (menit)

Beberapa faktor yang mempengaruhi *dwelling time* sebagai berikut :

- Besarnya aliran penumpang
- Jumlah pintu kendaraan
- Lebar pintu kendaraan
- Karakteristik pintu
- Ruang bebas didepan pintu
- Sistem kontrol pintu (otomatis atau manual)

2.2.4. Waktu Perjalanan

Waktu perjalanan (*travel time*) dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk menempuh suatu jarak tertentu dan akan mempunyai hubungan yang terkait dengan kecepatan rata-rata yang digunakan untuk menempuh jarak tertentu. *Travel time* merupakan suatu indikator yang menentukan tingkat pelayanan dari suatu pengoperasian bus. Disini jelas terlihat dari kewajiban operator bus untuk mensuplai akan demand yang ada, sebagai indikator

dari *level of service*. Menurut Morlok (1976) waktu ini dapat diasumsikan sebagai *supply of service*, dimana hubungan suplai dalam *urban transit time* tersebut secara garis besar dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

1. *Short Run Supply Relationship*

Hubungan ini akan ditentukan sebagai suatu periode dalam suatu *transit management*, sehingga tidak diperlukan pengaturan jadwal/jumlah bus dan sopir yang harus dipersiapkan untuk pengoperasian bus pada suatu rute, sehingga perusahaan penyedia jasa transportasi, akan menentukan berapa frekuensi setiap bus akan berjalan sebagai hasil dari analisa jumlah armada yang ada dan pengemudi yang tersedia untuk setiap rute.

2. *Intermediate Run Supply Relationship*

Hubungan ini digunakan untuk menentukan suatu periode dari waktu yang dibutuhkan dalam *transit management* dalam menentukan jadwal, jumlah kendaraan dan lainnya bergantung dari volume lalu lintas yang ada untuk setiap rute. Selain itu perusahaan penyedia jasa biasanya juga mendapatkan informasi dari kurva demand untuk memperhitungkan jasa atau armada yang akan mereka sediakan.

Dalam membangun suatu pemodelan untuk *intermediate run* dari *supply of transit service*, akan lebih mudah menggunakan rute yang lebih besar dari 11 mil. Pada konteks ini, pengaturan frekuensi keberangkatan bus mengacu pada 2 prinsip :

- a. Bus hanya akan beroperasi dengan frekuensi yang sekurang –kurangnya sama dengan frekuensi minimum yang memenuhi peraturan yang telah ditetapkan.

$$f \geq F = \frac{1}{H} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana,

- f = frekuensi dari bus yang berangkat dari satu arah (bus/jam)
- F = minimum frekuensi yang dapat diterima (bus/jam)
- H = maksimum headway yang dapat diterima (jam/bus)

- b. Ketika volume dari penumpang dapat melebihi, dimana masih dapat ditampung oleh frekuensi yang sangat minimum dari pengoperasian bus. Frekuensi harus lebih besar atau setidaknya sama dengan frekuensi yang dilakukan untuk dapat mengangkut penumpang pada setiap periode yang berbeda:

$$f \geq \frac{P}{Cb} \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana,

f = frekuensi dari bus yang tiba dari satu arah (bus/jam)

P = jumlah penumpang diluar waktu puncak dari suatu rute (pnp/jam)

Cb = kapasitas dari bus (pnp/bus)

Berdasarkan dua prinsip dasar diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa frekuensi dari pengoperasian bus adalah fungsi :

$$f = \max\left(F, \frac{P}{Cb}\right) \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana,

f = frekuensi dari bus yang tiba dari satu arah (bus/jam)

F = minimum frekuensi yang dapat diterima (bus/jam)

P = jumlah penumpang diluar waktu puncak dari suatu rute (pnp/jam)

Cb = kapasitas dari bus (penumpang/bus)

Pada kondisi dimana jumlah penumpang berbeda pada setiap periode, akan membawa pengaruh pada *headway* yang juga akan berbeda jika melebihi frekuensi minimum yang telah ditentukan. Untuk mengatasi kondisi ini, maka pada periode tersebut perlu dilakukan perubahan pada *headway*. Dimana diperlukan suatu variable *travel time*. Jika kita mengasumsikan bahwa waktu tiba para calon penumpang pada tempat keberangkatan bus, sama atau berbeda, dengan asumsi *headway* yang konstan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa rata-rata waktu tunggu penumpang adalah :

$$w = \frac{h}{2} = \frac{60}{2f} \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana,

w = waktu tunggu rata-rata penumpang

h = headway (menit)

f = frekuensi dari bus yang tiba dari satu arah (bus/jam)

Dari persamaan yang ada dapat dilihat juga apabila penumpang bertambah diatas jumlah yang dibutuhkan untuk mengisi minimum frekuensi dari bus, maka menyebabkan waktu tunggu penumpang akan berkurang,

Sedangkan jumlah dari tempat pemberhentian dan waktu perjalanan yang merupakan variabel terpisah dari volume dan waktu perjalanan yang sangat besar juga dinyatakan sebagai variabel yang independent terhadap volume. Maka persamaan travel time yang terjadi adalah :

$$t_{ij} = T_{ij} + \frac{1}{2} h \dots\dots\dots(2.10)$$

dengan,

- t_{ij} = Waktu Perjalanan Bus Dari i Ke j (menit)
- T_{ij} = Total Travel Time Yang Terjadi Dari i Ke j (menit)

Dengan mensubstitusikan beberapa persamaan diatas, maka diperoleh waktu perjalanan:

$$t_{ij} = T_{ij} + \frac{60}{2f} = T_{ij} + \frac{30}{\max(F.p/Q)} \dots\dots\dots(2.11)$$

2.2.5. Kecepatan

Kecepatan merupakan suatu ukuran lalulintas yang umumnya dijadikan tolak ukur dari kinerja sistem. Pada dasarnya kecepatan dan waktu perjalanan tidak dapat dipisahkan, mengingat kedua faktor ini sangat berhubungan. Semakin cepat kecepatan yang dapat disediakan

suatu sistem, maka semakin singkat waktu yang diperlukan untuk mencapai tempat tujuan. Adapun besarnya kecepatan dapat dihitung dengan formula :

$$V = \frac{L}{T} \dots\dots\dots(2.12)$$

dimana,

V = kecepatan (km/jam)

L = jarak tempuh (km)

T = waktu tempuh (jam)

2.2.6 Waktu Sirkulasi

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), waktu sirkulasi adalah waktu yang ditempuh oleh angkutan umum penumpang dari terminal ujung ke pangkalan yang lain dan kemudian kembali lagi ke terminal ujung.

Perhitungan waktu sirkulasi ini dapat dihitung dari survey di lapangan. Dimana besar waktu sirkulasi dapat ditentukan sebagai berikut:

$$CT_{ABA} = (T_{AB} + T_{BA}) + (\delta_{AB}^2 + \delta_{BA}^2) + (T_{TA} + T_{TB}) \dots\dots\dots(2.13)$$

dengan :

- CT_{ABA} = Waktu sirkulasi dari A ke B, kembali ke A (menit)
- T_{AB} = Waktu perjalanan rata-rata dari A ke B (menit)
- T_{BA} = Waktu perjalanan rata-rata dari B ke A (menit)
- δ_{AB} = Deviasi waktu tempuh dari terminal A ke B
- δ_{BA} = Deviasi waktu tempuh dari terminal B ke A
- T_{TA} = Waktu henti di terminal A (menit)
- T_{TB} = Waktu henti di terminal B (menit)

Deviasi waktu tempuh perjalanan didapatkan dari akar dari selisih kuadrat antara waktu tempuh dengan waktu tempuh rata – rata dibagi dengan jumlah bis. Standar deviasi yang dihitung

termasuk didalamnya adalah waktu terbang yaitu waktu tunggu penumpang dan waktu naik atau turun penumpang. Lalu Besarnya SD (standar deviasi) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan :

- x : waktu perjalanan (menit)
- \bar{x} : waktu perjalanan rata-rata (menit)
- N : jumlah data
- δ : Standar Deviasi

2.2.7 Tingkat Ketersediaan (*Availability*)

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), *availability* (tingkat ketersediaan) adalah jumlah angkutan umum yang beroperasi dibandingkan dengan total jumlah angkutan umum yang melayani rute yang sama. Perbandingan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$availability = \frac{jumlah\ angkutan\ yang\ beroperasi}{jumlah\ angkutan\ keseluruhan} \times 100\% \dots\dots\dots(2.15)$$

2.3 Analisis BOK

2.3.1. Biaya Langsung

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), biaya langsung adalah biaya yang berkaitan langsung dengan produk jasa yang dihasilkan, yang terdiri atas:

a. Penyusutan Kendaraan

Penyusutan kendaraan angkutan umum dihitung dengan menggunakan metode garis lurus. Untuk kendaraan baru, harga kendaraan dinilai berdasarkan harga kendaraan baru, termasuk BBM dan ongkos angkut, sedangkan

untuk kendaraan lama, harga kendaraan dinilai berdasarkan harga perolehan. Penyusutan kendaraan dapat dihitung dengan rumus:

$$Penyusutan \text{ per tahun} (Rp/angkutan - km) = \frac{\text{harga kendaraan nilai residu}}{\text{masa penyusutan} \times \text{produksi angkutan} - km/th} \dots\dots\dots(2.16)$$

Nilai residu angkutan adalah 20% dari harga kendaraan.

b. Bunga Modal

Bunga modal dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Bunga Modal} = \frac{((\frac{n-1}{2}) \times \text{modal} \times \frac{\text{tingkat bunga}}{\text{tahun}})}{\text{masa panyusutan}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

n : Masa pengembalian pinjaman

c. Awak Angkutan

Penghasilan kotor awak kendaraan berupa gaji tetap, tunjangan sosial dan uang dinas jalan atau tunjangan kerja operasi. Biaya per angkutan-km dihitung dengan rumus:

$$\text{Biaya per angkutan} - km (Rp/angkutan - km) = \frac{\text{biaya awak angkutan/tahun}}{\text{produksi angkutan} - km/tahun} \dots\dots\dots(2.18)$$

d. Bahan Bakar Minyak (BBM)

Penggunaan BBM tergantung dari jenis kendaraan. Biaya BBM dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Biaya BBM per angkutan - km (Rp/angkutan - km)} = \frac{\text{pemakaian BBM per angkutan per hari}}{\text{km tempuh per hari}}$$

.....(2.19)

e. Ban

Ban angkutan mobil penumpang sebanyak 4 buah ban baru dengan daya tempuh 25.000 km.

$$\text{Biaya ban per angkutan - km (Rp/angkutan - km)} = \frac{\text{jumlah pemakaian ban} \times \text{harga ban/buah}}{\text{km daya tahan ban}}$$

.....(2.20)

f. Servis Kecil

Servis kecil dilakukan dengan patokan km tempuh antar servis yang disertai pernggantian oli mesin dan penambahan gemuk serta minyak rem.

$$\text{Biaya servis kecil per angkutan - km (Rp/angkutan - km)} = \frac{\text{biaya servis kecil}}{\text{frekuensi tiap servis}}$$

.....(2.21)

g. Servis Besar

Servis besar dilakukan setelah beberapa kali servis kecil atau dengan patokan km tempuh, yaitu penggantian oli mesin, oli gardan, filter oli, minyak rem, oli gemuk.

$$\text{Biaya servis besar per angkutan - km (Rp/angkutan - km)} = \frac{\text{biaya servis besar}}{\text{frekuensi tiap servis}}$$

.....(2.22)

h. Penambahan Oli Mesin

Penambahan oli mesin dilakukan setelah km tempuh pada jarak km tertentu. Biaya penambahan oli mesin per angkutan-km =

$$\frac{\text{penambahan oil per hari} \times \text{harga oli per liter}}{\text{frekuensi tiap servis}} \dots\dots\dots(2.23)$$

i. Biaya Pemeriksaan Umum (*General Over Haul*)

Biaya pemeriksaan umum per angkutan-km dihitung dengan:

$$\frac{\text{biaya pemeriksaan per angkutan per tahun}}{\text{produksi angkutan-km/tahun}} \dots\dots\dots(2.24)$$

Biaya pemeriksaan per tahun:

$$\frac{\text{km per tahun}}{\text{km pemeriksaan}} \times \text{biaya pemeriksaan} \dots\dots\dots(2.25)$$

j. Cuci Angkutan

Angkutan sebaiknya dicuci setiap hari. Biaya cuci angkutan per angkutan-km:

$$\frac{\text{biaya cuci angkutan per bulan}}{\text{produksi angkutan-km/bulan}} \dots\dots\dots(2.26)$$

k. Retribusi Terminal

Biaya retribusi terminal per angkutan diperhitungkan per hari atau per bulan. Biaya retribusi terminal per angkutan-km:

$$\frac{\text{retribusi terminal /hari}}{\text{produksi angkutan-km/hari}} \dots\dots\dots(2.27)$$

l. Surat Tanda Nomor Kendaraan (STNK) atau Pajak Kendaraan

Perpanjangan STNK dilakukan setiap lima tahun sekali, tetapi pembayaran pajak kendaraan dilakukan setiap tahun dan biayanya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Biaya STNK per angkutan-km:

$$\frac{\text{biaya STNK}}{\text{produksi angkutan-km/tahun}} \dots\dots\dots(2.28)$$

m. KIR

KIR kendaraan dilakukan minimal sekali setiap enam bulan. Biaya KIR per angkutan-km:

$$\frac{\text{biaya KIR/tahun}}{\text{produksi angkutan-km/tahun}} \dots\dots\dots(2.29)$$

n. Asuransi

Asuransi terdiri dari asuransi kendaraan dan asuransi awak kendaraan. Biaya asuransi per angkutan-km:

$$\frac{\text{jumlah biaya asuransi/tahun}}{\text{produksi angkutan-km/tahun}} \dots\dots\dots(2.30)$$

2.3.2 Biaya Tidak Langsung

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), biaya tidak langsung adalah biaya yang secara tidak langsung berhubungan dengan produk jasa yang dihasilkan. Biaya tidak langsung terdiri dari:

a. Biaya pegawai selain awak kendaraan

Tenaga selain awak kendaraan terdiri atas pimpinan, staf administrasi, tenaga teknik, dan tenaga operasi tergantung dari besarnya armada yang dikelola. Biaya pegawai ini terdiri atas gaji atau upah, uang lembur dan jaminan sosial. Jaminan sosial yaitu:

- 1) Tunjangan perawatan kesehatan
- 2) Pakaian dinas
- 3) Asuransi kecelakaan
- 4) Tunjangan lain-lain

b. Biaya pengelolaan

Biaya pengelolaan terdiri dari:

- 1) Penyusutan bangunan kantor

- 2) Penyusutan bangunan dan peralatan bengkel
- 3) Masa penyusutan inventaris atau alat kantor (diperhitungkan 5 tahun)
- 4) Masa penyusutan sarana bengkel (diperhitungkan selama 3 – 5 tahun)
- 5) Administrasi kantor
- 6) Pemeliharaan kantor
- 7) Pemeliharaan pool dan bengkel
- 8) Listrik dan air
- 9) Telepon dan telegram serta porto
- 10) Biaya perjalanan dinas (Biaya ini meliputi perjalanan dinas pimpinan, staf administrasi, teknisi dan tenaga operasi).
- 11) Pajak perusahaan
- 12) Ijin trayek (Ijin trayek ditentukan berdasarkan peraturan daerah yang bersangkutan dan rute).
- 13) Ijin usaha
- 14) Biaya pemasaran (biaya promosi)
- 15) Biaya lain-lain

Biaya tidak langsung total dihitung dengan:

$$\frac{\text{Biaya tidak langsung per angkutan per angkutan per tahun}}{\text{Produksi angkutan per km per tahun} \times \text{jumlah angkutan/segmen}} \dots\dots\dots (2.31)$$

Dengan diketahuinya harga-harga dari komponen-komponen di atas, maka biaya pokok per angkutan-km dapat dihitung dengan menjumlahkan biaya langsung dan biaya tidak langsung. Kemudian biaya pokok per penumpang-km dapat dihitung:

$$\frac{\text{Biaya pokok per angkutan-km}}{\text{kapasitas penumpang per angkutan}} \dots\dots\dots (2.32)$$

2.3.3 Tarif

Tarif memegang beberapa fungsi dan kegunaan dalam angkutan umum, selain itu sistem penetapan umum dan keuntungan atau laba yang diinginkan (Warpani, 1990). Tujuan lain dalam menentukan nilai tarif adalah mempertahankan citra publik dalam hal memberikan kesan baik bagi masyarakat khususnya pengguna jasa angkutan umum, mempertahankan stabilitas harga dari biaya produksi lain, mencari fasilitas dan keuntungan jangka pendek. Hal dasar yang harus diperhatikan adalah menutup semua biaya dan mencari keuntungan yang layak.

Di Indonesia berlaku berbagai jenis tarif angkutan umum yang berbeda tiap alat angkutan umum. Tarif angkutan umum dalam kota adalah sama untuk jarak angkutan yang berbeda, sedangkan tarif angkutan antar kota berubah mengikuti jarak angkut tersebut (Siregar, 1990).

Kebijaksanaan penentuan tarif angkutan umum didasarkan pada biaya operasi (*cost of service pricing*), yaitu menghitung biaya operasi satuan yang dinyatakan per ton-km untuk angkutan barang dan per penumpang-km untuk penumpang. Perhitungan biaya operasi satuan ini dibuat dalam pengelompokan biaya yaitu biaya tetap (*fixed cost*), biaya variabel (*variable cost*), biaya umum (*common cost*) dan biaya khusus (*special cost*). (Siregar, 1990)

Rumusan penentuan tarif menurut biaya operasi kendaraan adalah :

$$\text{Tarif Pokok per pnp} - \text{km} = \frac{\text{Biaya}_{\text{angkutan}}^{\text{pokok}} - \text{km}}{\text{faktor pengisian} \times \text{kapasitas angkutan}} \dots \dots \dots (2.33)$$

$$\text{Tarif pokok/pnp} = \text{tarif pokok} \times \text{jarak rata rata} \dots \dots \dots (2.34)$$

$$\text{Tarif} = \text{Tarif pokok} + 10\% \text{ jasa angkutan} \dots \dots \dots (2.35)$$

2.4. ANALISIS SARANA DAN PRASARANA BRT

Pada dasarnya analisis sarana dan prasarana BRT akan meliputi beberapa fasilitas berikut :

a) Sarana BRT

Dua hal yang penting terkait dengan analisis sarana BRT (armada bus) adalah penentuan kapasitas dan jumlah bus yang beroperasi. Secara umum, BRT Planning Guide (2009) memberikan beberapa formulasi berikut :

- Penentuan awal kapasitas bus (C_b)

$$C_b = \frac{C_o}{[L_f \times F \times N_{sp}]} \dots \dots \dots (2.36)$$

$$C_o = \frac{N_{sp} \times 3600}{\left[\frac{T_d(1-Dir)}{C_b} + (Ren \cdot T_1) \right]} \dots \dots \dots (2.37)$$

Dengan

- C_o = Kapasitas koridor (pnp jam puncak/arah)
- L_f = Load Factor
- F = Frekuensi (kend/jam)
- N_{sp} = Jumlah *Stopping Bay*/tempat perhentian bus
- X = *Saturation Level*
- 3600 = Detik dalam jam
- T_d = *Dwell Time*
- Dir = Persentase Kendaraan yang mempunyai waktu henti terbatas
- C_b = Kapasitas kendaraan
- Ren = *Renovation rate*
- T_1 = Rata-rata waktu boarding dan alighting/pass

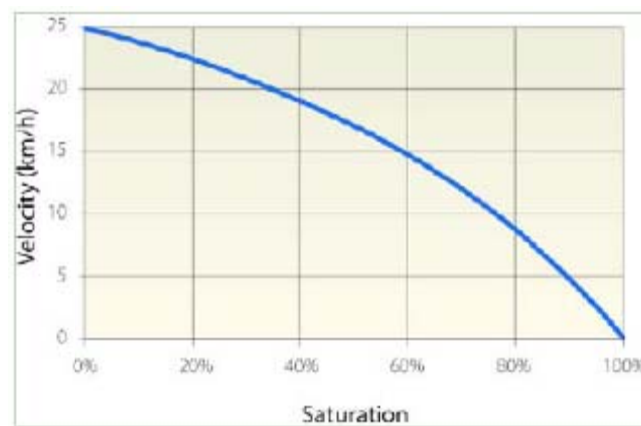
Dari rumus diatas dapat dilihat banyak komponen yang harus digunakan dalam menentukan kapasitas koridor, diantaranya :

- *Saturation Level*

Persentase waktu yang dibutuhkan oleh bus ketika di tempat perhentian atau halte. Jadi terjadinya antrian bis atau tidaknya pada halte bergantung pada angka *saturation* ini. Semakin besar angka *saturation* maka semakin panjang pula antrian yang terjadi dan sebaliknya jika nilai *saturation* semakin kecil maka semakin sedikit antrian bis yang terjadi.

Pada mixed traffic biasanya angka *saturation* yang masih dapat diterima yaitu 0,85. Jika angka *saturation* melebihi 0,85 maka kecepatan akan menurun secara drastis.

Namun angka *saturation* akan berbeda jika diterapkan ke sistem BRT. Karena sistem BRT sangat kompleks sehingga angka *saturation* harus berada antara 0,1 sampai 0,3. Namun nilai 0,4 masih bisa ditoleransi. Namun jika angka *saturation* melebihi nilai 0,4 maka akan terjadi resiko kemacetan di halte. Dampak meningkatnya angka *saturation* terhadap kecepatan dapat dilihat dari gambar di bawah ini :



Gambar 2.2 Hubungan antara angka *saturation* dengan kecepatan
(BRT Planning Guide, 2007)

- *Stopping Bay*

Stopping Bay adalah tempat yang khusus didesain untuk bus dimana bus akan berhenti dan menyejajarkan bus tersebut dengan tempat naik turun penumpang. Banyaknya *Stopping Bay* akan mempengaruhi besarnya angka *Saturation*. Semakin banyak *Stopping Bay* maka akan semakin kecil angka *Saturation*. Karena dengan semakin banyak jumlah *Stopping Bay* maka jumlah antrian penumpang akan semakin sedikit sehingga semakin kecil pula antrian bus yang terjadi.

- *Renovation Rate*

Renovation Rate adalah rata – rata jumlah penumpang yang naik ke bus dibagi dengan jumlah penumpang yang naik ke bus. Misalnya, dari rute halte A menuju halte B rata jumlah penumpang yang naik adalah 50 orang sedangkan jumlah penumpang yang naik pada rute yang sama adalah 200 orang maka *renovation ratenya* adalah 25%.

- Penentuan jumlah armada

$$F_0 = \frac{DxT_c}{C_b} \dots\dots\dots(2.38)$$

Dengan

- F_0 = Jumlah Kendaraan Yang Diperlukan
- D = *Demand*(pnp jam puncak/arah)
- T_c = Waktu Siklus (jam)
- C_b = Kapasitas Bus (pnp/kendaraan)

Total kebutuhan armada:

$$F_t = (1 + C_v) + F_0 \dots\dots\dots(2.39)$$

- C_v = Faktor Kesenambungan (Besarnya cadangan bus = 10%)
- F_t = Total kebutuhan armada
- F_0 = Jumlah operasional armada untuk 1 koridor

Dari dua formulasi tersebut dapat dilihat jenis dan jumlah armada sangat bergantung pada jumlah demand. Beberapa pedoman yang telah diberikan berdasarkan hubungan antara demand dan jenis angkutan yang harus digunakan disajikan pada tabel-tabel berikut :

Tabel 2.3 Jenis Angkutan dan Besar Kapasitas

No	Jenis Trayek	Kapasitas Kendaraan			Kapasitas Penumpang/ hari/kendaraan
		Duduk	Berdiri	Total	
1	Mobil Penumpang Umum	8	-	8	250 - 300
2	Bus Kecil	19	-	19	300 – 400
3	Bus Sedang	20	10	30	500 – 600
4	Bus Besar Lt. Tunggal	49	30	79	1000 – 1200
5	Bus Besar Lt. Ganda	85	35	120	1500 1800

Sumber : Direktur Jenderal Perhubungan Darat (2002)

Tabel 2.4 Jenis Angkutan Berdasarkan Ukuran Kota dan Jenis Trayek

Klasifikasi Trayek \ Ukuran Kota	Kota Raya	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil
	> 1.000.000 Penduduk	500.000-1.000.000 Penduduk	100.000 – 500.000 Penduduk	< 100.000 Penduduk
Utama	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KA ▪ Bus besar (SD/DD) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus besar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus besar/ sedang 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus sedang
Cabang	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus besar/ sedang 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus sedang 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus sedang/ kecil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus kecil
Ranting	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus sedang/ kecil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus kecil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MPU (hanya roda empat) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MPU (hanya roda empat)
Langsung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus besar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus besar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus sedang 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bus sedang

Sumber : Direktur Jenderal Perhubungan Darat (2002)

b) Prasarana BRT

Secara umum, prasarana BRT terdiri atas jalan, terminal/halte, marka/rambu dan fasilitas pejalan kaki. Dalam perencanaannya, tiap fasilitas secara umum mengikutistandar perencanaan yang telah menjadi ketetapan pada wilayah masing-masing. Adapun beberapa hal khusus yang menjadi catatan terkait dengan prasarana sebagai berikut :

o Jalan (*highways*)

Pada saat ini terdapat banyak persepsi yang salah terhadap prasarana jalan untuk BRT, dimana sebagian besar beranggapan BRT harus selalu diterapkan pada jalur khusus (busway). Adapun pada kenyataannya, busway hanya merupakan suatu bentuk dari sistem BRT. Sistem operasi BRT sendiri dapat diaplikasikan dengan baik jika dioperasikan dengan jalur khusus. Penerapan jalur khusus umumnya diambil untuk meminimalisasi gangguan lalu lintas yang nantinya akan meningkatkan efisiensi operasi BRT (Dirjen Perhubungan Darat 2006).

Secara garis besar dalam perencanaan prasarana jalan untuk BRT tidak menyimpang dari standar perencanaan jalan yang telah ada. Namun beberapa catatan yang harus diberikan adalah :

- Lebar jalur khusus (apabila menggunakan) yang disarankan adalah 3,0 m – 3,6 m, dimana Transport Research Board (TRB, 2003) menyarankan lebar 11- 12 kaki dan BRT Planning Guide (2007) menyebutkan angka 3,5 m.
- Penggunaan *grade separation* pada jalur khusus akan sangat meningkatkan efisiensi operasi bus.
- Dalam menentukan koridor jalan yang dilalui, harus dilakukan pemilihan agar dapat meminimalisasi jumlah tikungan.

o Jarak antar halte

Jarak antar halte (*station spacing*) akan mempengaruhi kecepatan dan kapasitas sistem. Semakin panjang jarak antar halte, maka sistem akan semakin memungkinkan untuk beroperasi dalam kecepatan dan kapasitas yang tinggi. Namun semakin panjang jarak ini juga akan mengakibatkan semakin sulitnya calon penumpang untuk mencapai halte, yang nantinya akan mengakibatkan beralihnya calon penumpang ke moda lain. Secara umum, beberapa pedoman untuk jarak antar halte yang disarankan ditampilkan pada Tabel 2.5

Tabel 2.5. Jarak Antar Halte

Sumber	Jarak (m)
Institute of Transportation Engineering (1976)	
1. Tipe Layanan Lokal	
- CBD	120 – 240
- Non CBD	300 – 450
2. Limited Stop	
- CBD	120 – 240
- Non CBD	600 – 1500
3. Express	
- CBD	120 -300
- Non CBD	1600 – 4800
SK Dirjen Perhubungan Darat no. 687/2002	
- Pusat Kota	300 – 500
- Pinggiran Kota	500 – 1000
BRT Planning Guide (2007)	300 – 1000, dengan jarak optimal 400 – 500 m

Sumber : Dirjen Perhubungan Darat 2009

2.5. PEDOMAN TEKNIS ASPEK TEKNIK OPERASIONAL

Mengacu pada permasalahan teknis dan operasional yang terjadi dalam penerapan dan pengembangan sistem Bus Rapid Transit (BRT), disusun beberapa item yang menjadi masukan bagi Pedoman Teknis Pemanfaatan dan Pengembangan BRT yang diuraikan berikut ini.

2.5.1 Koridor BRT

A. Penetapan Koridor

Dalam penetapan koridor BRT harus mempertimbangkan beberapa hal berikut ini:

- Pola pergerakan penumpang.
- Lokasi pusat-pusat kegiatan utama.
- Sistem transportasi eksisting dan pola transportasi makro kota.

- Frekuensi bus total yang melayani koridor sudah mencapai 20-40 bus perjam.
- Geometrik jalan.

Dalam laporan akhir Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 2009. Untuk meminimalisasi jarak dan waktu perjalanan, koridor BRT sebaiknya lurus dan radial dengan gerakan membelok yang sangat diminimalisasi. Dengan melihat struktur gunalahan dan jaringan jalan yang ada, maka dalam penetapan koridor dapat dipilih alternatif berikut :

1) *Through routing*

- Digunakan untuk daerah dengan kepadatan tinggi(CBD).
- Mudah diingat oleh pengguna.
- Tidak efektif untuk jarak panjang, karena bertambahnya potensi untuk tidak sesuai jadwal.

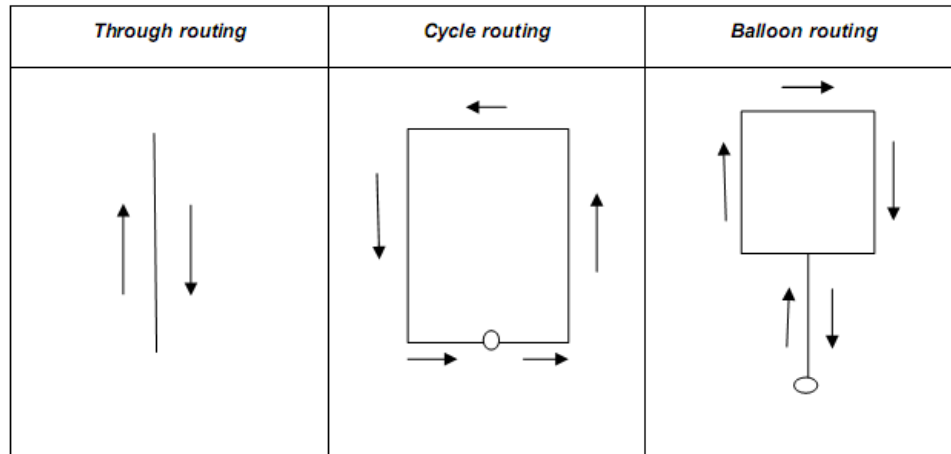
2) *Cycle routing*

- Digunakan pada daerah dengan kepadatan rendah.
- Waktu perjalanan menjadi panjang untuk pengguna yang berjalan dengan tujuan ke arah berlawanan, karena harus memutar.

3) *Balloon routing,*

- Digunakan sebagai hasil kompromi atas 2 model sebelumnya, untuk memperkecil kekurangan yang dirasakan pengguna.

Ilustrasi untuk ke 3 alternatif diatas ditampilkan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.3 Ilustrasi Alternatif Penetapan Koridor

Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 2009

B. Teknik Pelayanan

Menurut laporan akhir Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 2009, terdapat 3 teknik pelayanan yang dapat diterapkan dalam sistem BRT sebagai berikut :

1) *Trunk feeder service*

Pada teknik pelayanan *trunk feeder*, penumpang pada area pemukiman dilayani oleh armada feeder berkapasitas kecil menuju/dari terminal atau halte pada koridor utama yang dilayani armada berkapasitas besar.

Keunggulan teknik ini adalah :

- Ukuran armada dapat disesuaikan, sehingga tetap beroperasi secara efisien pada area-area permintaan rendah.
- Dapat menjadi solusi bagi penerapan sistem operasi tertutup, dimana angkutan umum terdahulu yang memiliki trayek berhimpit dengan koridor utama BRT dapat dialihkan menjadi sistem feeder koridor tersebut.

Kelemahan teknik ini adalah :

- Penumpang harus melakukan proses transfer dan jarak perjalanan menjadi lebih panjang. Namun hal ini dapat dikompensasi dengan penerapan sistem tiket terpadu, dimana penumpang yang tidak perlu membayar ongkos tambahan.

2) *Direct service*

Sesuai dengan namanya, sistem yang menggunakan teknik ini melayani penumpang langsung mulai dari tempat asal hingga koridor utama. Teknik ini juga dikenal dengan sebutan teknik konvoi, dikarenakan dalam operasinya pada koridor utama akan terbentuk suatu iring-iringan (konvoi) armada bus yang menuju ke masing-masing tujuan.

Keunggulan teknik ini sebagai berikut :

- Teknik dapat meminimalisasi jumlah transfer penumpang dan dikarenakan sifat langsungnya, jarak perjalanan akan lebih pendek.

Kelemahan teknik ini sebagai berikut :

- Ukuran armada tidak dapat disesuaikan dengan tingkat permintaan wilayah suburban yang umumnya rendah. Kemungkinan terjadinya *over capacity* armada sangat besar.

3) *Hybrid service*

Kombinasi antara kedua teknik pelayanan tersebut diatas.

C. Sistem Operasi

Dalam sistem operasi BRT, terdapat dua alternatif system operasi yang dapat digunakan dan umumnya bergantung pada kondisi geometrik jalan. Dua alternatif sistem tersebut adalah :

1) Sistem tertutup (*closed system*)

Sistem operasi BRT yang tertutup/terpisah dengan arus lalu lintas lainnya. Sistem BRT yang ada memiliki fasilitas khusus (eksklusifitas) dan dioperasikan oleh operator terpilih. Pada umumnya efektifitas sistem ini akan tercapai bila :

- Didukung oleh penetapan Jalur Khusus Bus (JKB) di tengah ruas jalan (median).
- Lebar lajur pada jalan eksisting mempunyai ukuran standar yaitu 3,5 m dengan jumlah lajur minimal 3 lajur per arahnya.
- Terdapat sistem kontrol dan pengawasan yang baik.

2) Sistem terbuka (*open system*)

Sistem BRT yang dioperasikan tanpa sifat eksklusif atau dalam pengoperasiannya masih bercampur dengan arus lalu lintas lain (*mixed traffic*). Dalam sistem ini, apabila diterapkan Jalur Khusus Bus (JKB) maka penggunaannya bersifat terbuka atau dapat dioperasikan oleh seluruh operator angkutan pada koridor yang sama.

Secara umum, sistem terbuka tidak memberikan tingkat pelayanan yang maksimal dalam pengoperasian BRT dan umumnya digunakan karenaketerbatasan kondisi geometrik jalan, kebijakan pemerintah atau pada awal pengembangan sistem BRT.

2.5.2. *Mixed Traffic* & Jalur Khusus Bus (JKB)

A. *Mixed Traffic Operations*

Merupakan sistem operasi terbuka, dimana sistem BRT akan beroperasi pada jaringan jalan yang telah ada dan masih bercampur dengan arus lalu lintas lain. Sistem ini dapat digunakan apabila :

- Faktor permintaan pada koridor utama masih rendah (< 20.000 pnp/jam/arah)
- Adanya keterbatasan biaya.
- Kondisi lingkungan dan geometrik jalan yang tidak memadai.
- Koridor BRT berada pada jalan bebas hambatan, jalan pemukiman atau kondisi bottleneck.

Beberapa keunggulan dan kelemahan *mixed traffic* operation diuraikan sebagai berikut :

- Biaya investasi rendah.
- Waktu implementasi cepat.
- Kinerja operasi sangat bergantung pada kondisi lalu lintas, sehingga tingkat efisiensi, efektifitas dan reliabilitas sangat tidak terjamin.

Operasi *mixed traffic* umumnya digunakan pada awal pengembangan sistem BRT dan pada layanan pengumpan (*feeder service*)

B. Jalur Khusus Bus (JKB/Busway)

Jalur khusus bus sebaiknya disediakan dengan mempertimbangkan beberapa faktor berikut :

- Faktor permintaan pada koridor utama sudah cukup tinggi (20.000 – 25.000 pnp/jam/arah).
- Kondisi lingkungan dan geometrik jalan. JKB sebaiknya diterapkan pada ruas jalandengan minimal 3 lajur/arah dan lebar per lajur minimal 3,5 m.
- Tingkat kemacetan lalu lintas yang sudah sangat tinggi..
- Dukungan masyarakat terhadap keberadaan *busway*.

Secara umum keunggulan penggunaan JKB adalah :

- Tingkat efisiensi dan efektifitas operasi tinggi. Dikarenakan terpisah dengan arus lalu lintas, kinerja operasi lebih terkontrol.
- Tidak memerlukan pengawasan yang ketat, apabila tingkat kinerja optimal sudah tercapai.

- Dari aspek keselamatan, diperlukan tambahan prasarana penunjang seperti signal khusus, rambu, marka dan fasilitas pejalan kaki.

Dalam penerapannya, JKB dapat diletakan pada ruas jalan yang sudah ada atau dibangun pada ruas baru. Dalam peletakannya, jalur khusus ini dapat berada di tengah (median) atau di tepi (lateral).

2.5.3. Halte

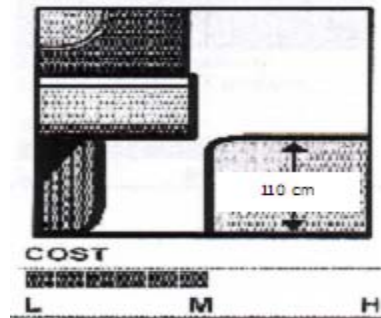
Menurut ‘Pedoman Teknis Angkutan Bus Kota Dengan Sistem Jalur Khusus Bus (JKB/Busway)’, halte pada BRT adalah halte dengan desain khusus untuk menyampaikan identitas yang dapat membedakan dari angkutan penumpang umum lainnya. Halte juga harus mencerminkan jenis pelayanan yang prima dan terintegrasi dengan lingkungan sekitar sehingga perlu adanya peran serta dan dukungan masyarakat/organisasi profesional. Untuk mewujudkan hal tersebut, maka dalam perencanaan halte perlu diperhatikan beberapa hal seperti :

- Keserasian dengan kondisi lingkungan
- Desain operasional sistem BRT
- Aksesibilitas bagi penyandang cacat
- Aspek estetika halte

A. Spesifikasi Teknis Halte

- Jarak standar antar halte sekitar 500 m, namun umumnya berkisar antara 300 – 1000 m. Pada pusat kegiatan dianjurkan memiliki kerapatan halte yang lebih tinggi dengan jarak spasi < 500 m. Dalam menetapkan jarak halte perlu juga dipertimbangkan kecepatan rencana operasi yang ingin dicapai.
- Lebar halte umumnya berkisar antara 3 – 5 m atau menyesuaikan dengan kebutuhan standar 0,3 - 0,5 m²/orang
- Pada tempat dimana lahan tidak memungkinkan, dapat dibuat halte portable dengan tinggi sama dengan ketinggian lantai halte pada umumnya yaitu 110 cm dari permukaan jalan, dengan lebar sama dengan lebar pintu bus.
- Kapasitas Halte dianjurkan 1350 – 2250 pnp/jam

- Standar Ketinggian permukaan lantai halte sama dengan ketinggian pintu masuk kendaraan BRT, hal ini untuk mempermudah penumpang naik dan turun kendaraan. Untuk sistem BRT, umumnya tinggi permukaan lantai halte adalah 110 cm dari permukaan jalan.



Gambar 2.4. Standar Ketinggian Halte

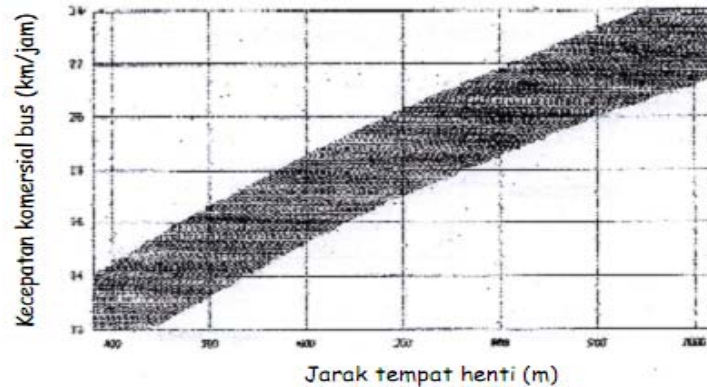
Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 2006

B. Pemilihan Lokasi Halte

Ditetapkan berdasarkan:

- besar permintaan penumpang (*density of demand*);
- lokasi bangkitan perjalanan terbesar (kantor, sekolah, dsb);
- geometrik jalan;
- kinerja yang diinginkan

Grafik di bawah ini memperlihatkan bahwa jarak halte sangat besar pengaruhnya pada kecepatan komersial bus yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kinerja pelayanan.



Gambar 2.5. Hubungan Jarak Tempat Henti dengan Kecepatan Komersial

Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 2006

Namun demikian dalam kondisi tidak memungkinkan untuk memenuhi lokasi halte yang ideal, maka kompromi dengan menggeser/deviasi letak halte melewati tempat bangkitan perjalanan dapat dilakukan dengan pertimbangan jarak yang dapat diterima oleh penumpang untuk berjalan kaki.

C. Gap kendaraan & halte

- Besarnya jarak antara (gap) antara pintu halte dan pintu kendaraan dianjurkan kurang dari 10 cm.
- Teknik yang dapat digunakan sebagai akses penumpang dari halte ke bus adalah :
 1. Penggunaan pintu geser di interface halte menuju bus. Pintu geser dapat mencegah orang yang tidak memiliki karcis memasuki sistem. Kerugian pemanfaatan pintu ini adalah bahwa pintu ini rawan terhadap terhadap kerusakan mekanik dan menambah biaya pemeliharaan;
 2. Menggunakan bidang tertutup (side ramp) antara bus dan daerah turunnya penumpang di halte;
 3. Menggunakan alat naik-turun flip-down yang terpasang pada bus;
 4. Alat penunjuk optik dan mekanik

2.5.4. Prioritas Bus

A. Prioritas Bus Pada Ruas Jalan

Cara paling efektif untuk memberikan prioritas bagi bus di ruas jalan tentunya dapat dilakukan dengan menerapkan JKB. Namun dikarenakan adanya keterbatasan kondisi, tidak semua kota dapat menerapkan JKB. Untuk itu dalam penerapan sistem *mixed traffic* dapat dilakukan beberapa teknik manajemen lalu lintas pada ruas jalan di sepanjang koridor BRT, seperti :

- Pembatasan arus lalu lintas (*three in one, electronic road pricing, ganjil/genap, dsb*)
- Penerapan jalan searah
- Pengendalian parkir
- Penerapan *bus only street*

B. Prioritas Bus Pada Simpang

Terdapat beberapa teknik manajemen simpang yang dapat dilakukan untuk memberikan prioritas bagi bus pada persimpangan, antara lain :

1) Koordinasi antar sinyal

Teknik ini dilakukan dengan mengatur waktu siklus sinyal antar simpang berurutan, sehingga arus lalu lintas pada koridor BRT akan selalu mendapat sinyal hijau saat memasuki area simpang berurutan tersebut.

2) Pengendalian gerakan belok kanan

Penerapan larangan belok kanan pada persimpangan akan meminimalisasi titik konflik simpang, sehingga waktu tundaan simpang juga akan semakin kecil. Hal ini dapat dilakukan pada persimpangan APILL, maupun persimpangan tanpa APILL

3) Prioritas APILL

Prioritas bus terhadap APILL dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

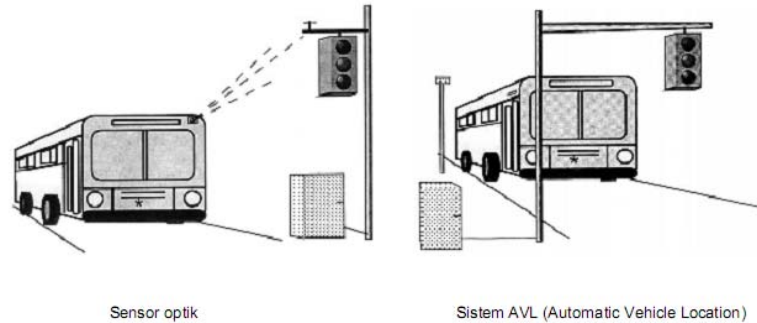
a. Pengaturan awal

Pada 'pengaturan awal' penetapan waktu APILL dilakukan dengan memberikan tambahan beberapa detik waktu hijau diatas kebutuhan sebenarnya pada kaki yang menjadi koridor BRT. Dengan demikian antrian dapat diperpendek pada kaki persimpangan yang menjadi koridor BRT.

b. Kesempatan dini/responsif dinamis

Pada 'kesempatan dini' di persimpangan dilengkapi dengan detektor bus, yang berfungsi untuk mendeteksi bus yang akan melewati persimpangan. Bus dilengkapi dengan transponder sehingga bila ada bus yang akan melewati persimpangan maka sinyal yang dikeluarkan transponder bus akan ditangkap oleh detektor dan diteruskan ke controller (kotak kontrol) untuk selanjutnya mengatur sinyal untuk memberikan prioritas kepada bus untuk melalui persimpangan, yang dilakukan dengan beberapa cara seperti :

- lampu hijaunya diperlambat sampai bus tersebut lewat atau bila lampu sedang merah, merahnya diperpendek;
- dilakukan pengaturan seperti yang dilakukan pada a, dan bila diperlukan phase- phase tertentu dilompati sehingga bus dapat melintasi persimpangan dengan lebih cepat.



Gambar 2.6. Respon Dinamis APILL

2.5.6. Sistem Pembayaran (*Ticketing*)

Menurut Suwardi (2000), sistem pentarifan yaitu struktur umum dari tarif yang berlaku di suatu wilayah, sistem pentarifan dapat dibedakan atas:

- 1) Sistem *flat fares* : pada sistem ini pendapatan tarif tidak mempertimbangkan jarak. Keuntungan pada sistem ini mudah dalam pengumpulan tiket penumpang serta memeriksa penyediaan tiket.
- 2) Sistem berdasarkan jarak : pada sistem ini tarif ditentukan berdasarkan jarak angkutan. Sistem ini dibedakan atas tiga tipe:
 - a. *Kilometer fares* : pada sistem ini tarif dihitung dengan mengalikan tarif rata-rata per-km dengan jarak. Dalam hal ini ditentukan tarif minimum untuk jarak minimum. Kesulitan pada sistem ini pada pengumpulan tiket.
 - b. *Stage fares* : pada sistem ini tarif dihitung dengan dasar jarak yang ditempuh penumpang dalam bentuk *stage*. *Stage* adalah bagian dari rute yang terdiri dari satu atau lebih jarak antar penghentian dan dijadikan dasar dalam perhitungan tarif. Dalam sistem ini jaringan transportasi dibagi dalam beberapa *stage* yang memiliki jarak hampir sama antar *stage* umumnya 2-3 km.
 - c. *Zona fares* : sistem ini merupakan penyederhanaan sistem *stages fares*, karena sistem ini membagi wilayah ke dalam beberapa zona. Umumnya pusat kota membentuk *inter-zonadan* dikelilingi beberapa *outer-zona*.

Kerugian pada sistem ini penumpang yang akan menempuh jarak pendek untuk dua zona yang berbeda maka harus membayar tiket untuk dua zona. Artinya tarif

untuk jarak yang panjang pada satu zona mungkin lebih mudah dibandingkan dengan jarak pendek tetapi melintasi dua zona.

- 3) Sistem kombinasi merupakan paduan dari system yang telah disebutkan di atas. sistem kombinasi dapat digunakan apabila tarif dasar dengan system flat fares karena kelonggaran dalam hal tariff didasarkan pada system distance based fares. Umumny system ini dihindari karena membingungkan pengguna angkutan umum