

# OPTIMASI JUMLAH ARMADA BUSWAY KORIDOR 7 DENGAN BIAYA MINIMUM PENGGUNA JASA

## OPTIMIZATION THE NUMBER OF FLEETS ON BUSWAY CORRIDOR 7 WITH THE MINIMUM COST OF SERVICE USERS

<sup>1</sup>Nono Suwarno, <sup>2</sup>Nahdalina

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gunadarma

<sup>1</sup>nono\_galan@gunadarma.ac.id, <sup>2</sup>nahdalina@staff.gunadarma.ac.id

### Abstrak

*Transjakarta busway merupakan ikon baru di DKI Jakarta. Sistem angkutan umum berbasis Bus Rapid Transit (BRT) yang berlaku di DKI Jakarta ini dioperasikan untuk memperbaiki sistem angkutan umum dan salah satu upaya pemerintah untuk mengurai kemacetan di DKI Jakarta. Adanya sistem angkutan massal yang cepat, aman, nyaman dan ekonomis diharapkan para pengguna kendaraan pribadi dapat beralih ke angkutan massal ini. Permasalahan utama pada angkutan massal ini salah satunya adalah waktu tunggu kedatangan bis diluar waktu antara yang diharapkan pada jam sibuk. Permasalahan ini terjadi di hampir semua koridor, termasuk koridor tujuh yang menghubungkan terminal Kp. Rambutan – Kp. Melayu. Analisis biaya minimum dapat menjadi acuan dalam mengoptimalkan jumlah armada. Biaya minimum pengguna jasa didapat dengan menjumlahkan biaya waktu tunggu dengan biaya pembebanan biaya operasional. Penelitian ini hanya meninjau 5 periode selama pelayanan koridor dalam satu hari. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada periode jam sibuk (07.00 – 10.00) menghasilkan jumlah armada 45 bis dengan biaya minimum Rp. 1.969,-/pnp, sedangkan pada jam tidak sibuk jumlah armada operasi adalah 21 bis (05.00-07.00) dengan biaya minium Rp. 3.159,-/pnp. Sedangkan untuk jam puncak (17.00 – 18.00) jumlah armada yang dioperasikan 52 bus dengan biaya minimum sebesar Rp. 1.351,-/pnp dan jam tidak puncak (05.00 – 06.00) jumlah armada yang beroperasi 6 bus dengan biaya minimum pengguna jasa sebesar Rp. 9.124,-/pnp.*

**Kata Kunci:** biaya waktu tunggu, biaya BOK, biaya pengguna jasa, jumlah armada.

### Abstract

*Transjakarta busway is a new icon in DKI Jakarta. The Bus Rapid Transit (BRT) -based public transport system that is operated in DKI Jakarta is improving the public transport system and one of the government's efforts to unravel congestion in DKI Jakarta. The existence of a mass transportation system that is fast, safe, comfortable and economical is expected that the private vehicle users can be moved to this mass transportation. One of the main problems with mass transit is that bus waiting time is more than the expected time during peak hours. This problem occurs in almost all corridors, including corridor seven that connects the Kp terminal. Rambutan - Kp. Malay. Minimum cost analysis can be a target in optimizing the number of fleets. Minimum costs are obtained by adding up the waiting time costs to the operational costs. This study only discusses 5 periods during court services in one day. The results of the analysis show that during rush hour periods (7am - 10am), the total of fleets is 45 buses with a minimum cost of Rp. 1,969, - / pnp, while in the off-peak hours the total fleets is 21 buses (05.00-07.00) with a minium cost of Rp. 3,159, - / pnp. As for peak hours (17.00 - 18.00) the number of fleets that operated is 52 buses with a minimum cost of Rp. 1,351 / pnp and non peak hours (5am - 6am) the number of fleets that operated is 6 buses with a minimum user service fee of Rp. 9,124, - / pnp.*

**Keywords:** fleet amount, , BOK cost, minimum service user fee, waiting time cost.

## PENDAHULUAN

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah provinsi DKI Jakarta untuk mengatasi permasalahan transportasi diperkotaan salah satunya dengan dibangunnya Sistem Angkutan Masal (MRT) yaitu berupa Busway, kemudian akan disusul pembangunan *Monorail* dan *Subway* dengan harapan beralihnya pengguna kendaraan pribadi keangkutan masal yang aman, nyaman dan cepat sampai tujuan.

Menurut hasil survei Yayasan Layanan Konsumen Indonesia (YLKI) sebanyak 41,5% mengeluhkan lamanya waktu tunggu bus, kelebihan kapasitas 26%, terlambat sampai tujuan 12,6% dan pelecehan seksual 1,2% kepada 3000 responden (Kompas 2010). Waktu tunggu yang lama akan berdampak langsung kepada para pengguna jasa yaitu kelelahan saat menunggu, berdesak-desakan sesama pengguna jasa, rawan kriminalitas, waktu perjalanan semakin panjang dan lain-lain. Apabila permasalahan ini berlanjut, kemungkinan besar pengguna jasa akan kembali keangkutan pribadi dan kemacetan semakin parah.

Adanya rencana Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dalam penambahan jumlah armada busway sebanyak 450 unit, 150 bus gandeng dan 300 unit bus tunggal diharapkan terjadinya penumpukan penumpang pada jam sibuk dapat berkurang, keamanan dan kenyamanan meningkat sehingga pengguna jasa transjakarta semakin meningkat (Poskota 2013).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka permasalahan yang akan diteliti pada penelitian ini adalah bagaimana membuat sistem angkutan umum masal khususnya transjakarta yang aman, cepat dan nyaman sesuai dengan kinerja yang diharapkan para pengguna jasa, maka penyedia jasa harus memperhitungkan berbagai biaya yang akan dikeluarkan oleh para pengguna jasa akibat

penutupan biaya operasional kendaraan dan biaya waktu tunggu. Jumlah penumpang pada jam sibuk jauh lebih banyak dari pada jam tidak sibuk. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan jumlah armada angkutan umum pada jam sibuk berbeda dengan jam tidak sibuk sesuai dengan permintaan. Tingginya permintaan armada sedangkan jumlah armada sedikit akan memberikan keuntungan maksimal kepada penyedia jasa dan merugikan kepada pengguna jasa yaitu pengorbanan berupa waktu tunggu pada shelter semakin lama.

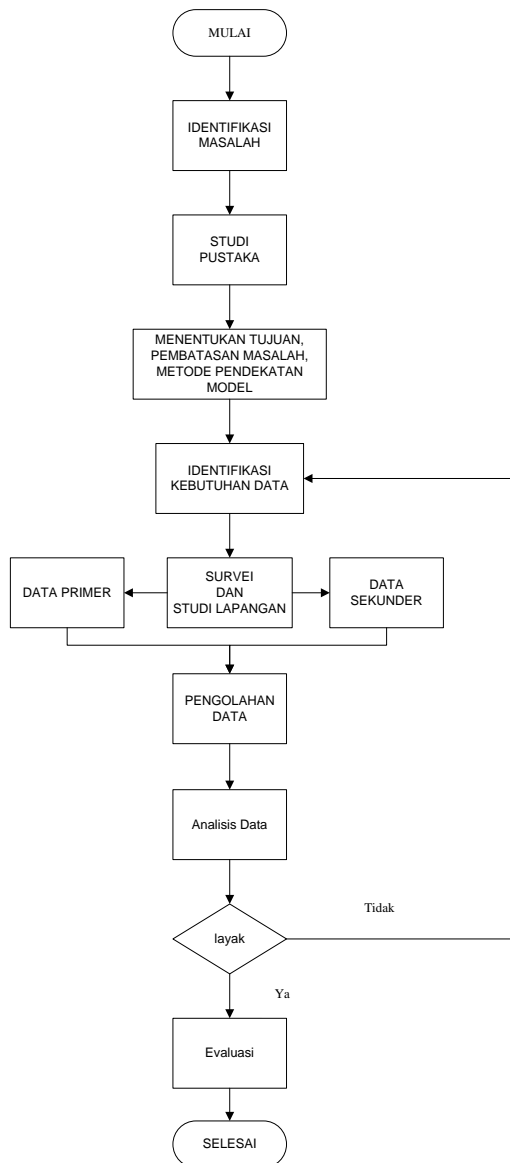
Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Menganalisis jumlah armada pada tiap periode yang ditinjau. 2) Menganalisis biaya minium pengguna jasa pada tiap periode yang ditinjau. 3) Menghitung waktu siklus pada tiap periode yang ditinjau. 4) Menghitung biaya operasional kendaraan. 5) Mengetahui rata-rata pendapatan penumpang pada koridor yang ditinjau. 6) Mengetahui nilai waktu penumpang pada koridor yang ditinjau. 7) Menimalisir penumpukan penumpang di bus maupun halte/shelter. 8) Meningkatkan pelayanan terhadap pengguna jasa busway.

## METODE PENELITIAN

### Sumber Data Penelitian

Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari lapangan berupa penyebaran kuesioner untuk pendapatan rata-rata pengguna jasa, waktu sirkulasi kendaraan, *load factor*, dan komponen biaya operasional kendaraan. Sedangkan data sekunder didapat dari BLU Transjakarta dan internet. Obyek yang dijadikan penelitian yaitu koridor tujuh rute Kp. Rambutan – Kp. Melayu, data hasil studi literatur yang didapat dari jurnal ilmiah, buku maupun peraturan-peraturan.

## Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### Analisis Data

Analisis data yang dihitung dalam penelitian ini adalah: 1) Kendaraan-km adalah pengeluaran biaya yang berhubungan langsung dengan kilometer sistem operasi busway seperti pengeluaran bahan bakar, ban, pajak dan pengeluaran lainnya. 2) Kendaraan-jam adalah pengeluaran biaya karyawan yang digunakan dalam operasi kendaraan dibayar

berdasarkan jam pelayanan sehingga alokasi pengeluaran awak kendaraan berdasarkan pelayanan per jam pada sistem operasionalnya. 3) Kebutuhan kendaraan puncak adalah kebutuhan kendaraan pada jam puncak dipengaruhi oleh biaya waktu tunggu pengguna jasa dan pengeluaran kendaraan – jam atau kendaraan-km untuk menyediakan fasilitas operasi kendaraan berdasarkan jumlah kendaraan yang tersedia per jumlah jam atau kilometer. Besar pengeluaran overhead akan bervariasi sesuai dengan jumlah kendaraan yang beroperasi pada sistem operasional termasuk biaya perijinan gaji karyawan kantor biaya pengelolaan dan penyusutan nilai kendaraan.

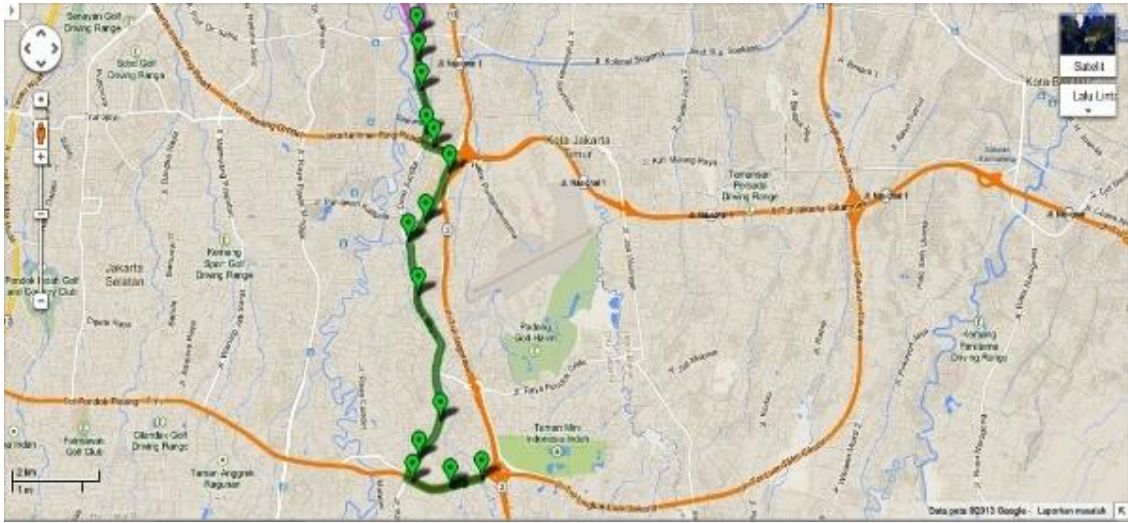
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Informasi Umum

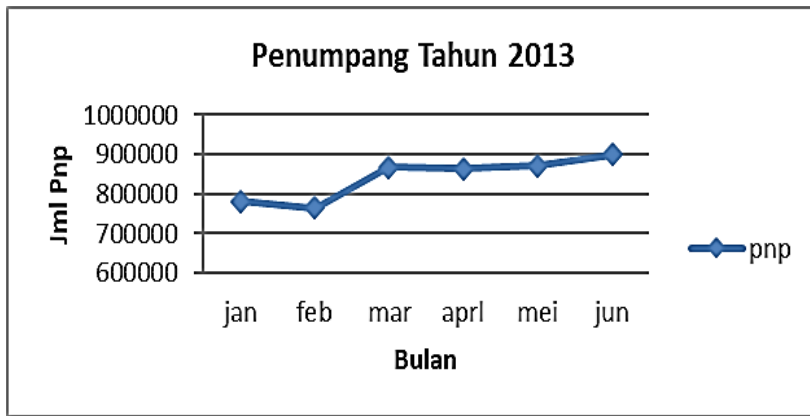
Panjang koridor tujuh rute Kp. Rambutan – Kp. Melayu adalah 12,8 km dengan 14 halte dan memiliki jarak antar halte rata-rata 914 meter. Peta rute koridor tujuh dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.

### Analisis Jumlah Penumpang

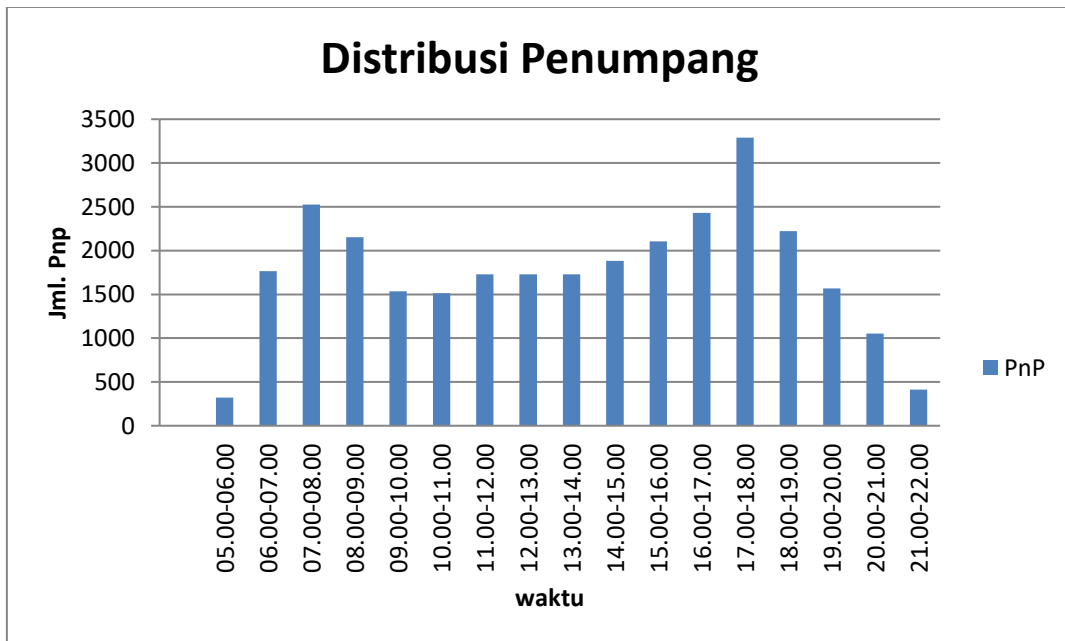
Jumlah penumpang pada tahun 2013 sampai bulan Juni pada koridor tujuh dapat dilihat pada gambar 3. Oleh karena penulis mengambil jumlah penumpang transjakarta koridor tujuh pada bulan Juni 2013 sebesar 898.607 penumpang, maka rata-rata penumpang perhari sebesar 29.954, distribusi rata-rata jumlah penumpang untuk bulan Juni 2013 dapat dilihat pada Gambar 4 Dapat dilihat pada gambar 4 bahwa penumpang mulai padat pukul 06.00 07.00 dikarenakan tariff masih Rp. 2.000,- jam puncak untuk pagi hari pukul 07.00 – 08.00 dan jam puncak sore hari pukul 17.00 – 18.00, dari distribusi penumpang pada Gambar 4. dapat dibagi menjadi lima periode yaitu:



Gambar 2. Peta Rute Koridor 7 Transjakarta



Gambar 3. Penumpang Transjakarta Koridor 7



Gambar 4. Distribusi Jumlah Penumpang

1. Periode 1 pada jam 05.00-07.00 untuk waktu tidak sibuk
2. Periode 2 pada jam 07.00 – 10.00 untuk waktu sibuk
3. Periode 3 pada jam 10.00 – 16.00 untuk waktu tidak sibuk
4. Periode 4 pada jam 16.00 – 20.00 untuk waktu sibuk
5. Periode 5 pada jam 20.00 – 22.00 untuk waktu tidak sibuk

### Analisis Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan kendaraan dalam satu perjalanan

**Tabel 1. Waktu Siklus Tiap Periode**

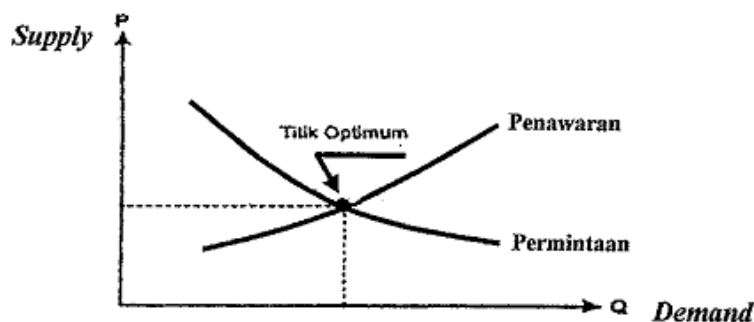
Periode	$T_{AB}$ (menit)	$T_{BA}$ (menit)	$\delta_{AB}$ (menit)	$\delta_{BA}$ (menit)	$T_{TA}$ (menit)	$T_{TB}$ (menit)	$CT_{ABA}$ (menit)
<b>05.00 - 07.00</b>	40.58	44.55	2.03	2.23	4.06	4.46	97.89
<b>07.00 – 10.00</b>	62.30	60.30	3.12	3.02	6.23	6.03	140.99
<b>10.00 – 16.00</b>	46.45	48.56	2.32	2.43	4.65	4.86	109.26
<b>16.00 – 20.00</b>	58.55	60.33	2.92	3.02	5.86	6.03	136.71
<b>20.00 – 22.00</b>	37.00	44.42	1.85	2.22	3.7	4.44	93.63

dari terminal awal ke terminal akhir kemudian kembali ke terminal awal (Perhubungan 2002). Karena rute transjakarta pada koridor tujuh trayek tetap dan teratur, maka pengambilan sampel dilakukan setiap tiga jam. Pencatatan lamanya perjalanan dilakukan dua orang surveyor dengan menggunakan *stopwatch* bersamaan dengan menghitung *load factornya*, pencatatan lamanya perjalanan dari terminal awal ke terminal akhir dan kembali ke terminal awal pada setiap periode dapat dihitung sebagai berikut pada tabel 1 di bawah ini.

### Pengertian Kesenjangan Permintaan Dan Penawaran

Menurut Khisty 2005 kesetimbangan dapat tercapai ketika faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah permintaan dan penawaran berada dalam kondisi yang secara statistik sama. Penawaran jasa transportasi dapat dianalogikan sebagai perhitungan biaya operasional kendaraan dan biaya pengelolaan.

Perhitungan untuk memperoleh besaran satuan biaya pengangkutan dari suatu struktur biaya, pada dasarnya bertitik tolak dari patokan harga tertentu pada beberapa variabel perhitungannya. Sedangkan Permintaan Jasa Transportasi dapat dianalogikan sebagai biaya waktu tunggu penumpang yang dibutuhkan untuk menggunakan jasa transportasi tersebut.



**Gambar 5. Kondisi Kesenjangan Demand-Supply**

### Pengertian Biaya Operasi Kendaraan

Menentukan standar operasi kendaraan diperlukan data-data seperti umur

ekonomis kendaraan, jarak tempuh rata-rata, jumlah penumpang, operasi dan pemeliharaan, serta jam kerja operasi. Adapun komponen

Biaya Operasi Kendaraan yang akan dihitung adalah biaya tetap dan biaya variable. Biaya pokok produksi jasa angkutan untuk sebuah kendaraan per tahun (BOK/tahun) adalah penjumlahan total biaya tetap pertahun dengan total biaya variabel per tahun. Untuk penentuan besarnya tarif BOK perlu ditambahkan biaya-biaya lainnya berupa biaya overhead, biaya tak terduga yang besarnya diambil 5% dari BOK, serta biaya keuntungan perusahaan yang besarnya sama dengan 10% dari BOK (DirJend Perhubungan Darat 2002).

### Biaya Waktu Tunggu

Biaya waktu tunggu (*Waiting Time Cost*) adalah sejumlah pengorbanan yang ditanggung oleh pengguna jasa selama menunggu bus sampai bus tersebut berangkat yang dapat dikuantifikasikan dalam bentuk moneter. Dengan diperolehnya besar pendapatan rata-rata pengguna jasa per penumpang per jamnya dan besar waktu tunggu, nilai waktu tunggu dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Narienda 2009):

$$WTC = TV \times WT$$

Dimana :

WTC : Biaya waktu Tunggu / *Waiting Time Cost* (Rp/pnp)

TV : Nilai Waktu / *Time Value* (Rp/pnp)

WT : Waktu Tunggu *Waiting Time* (menit)  
Menurut (Litbang DepHub 2004)

faktor-faktor yang mempengaruhi dalam waktu tunggu (*Waiting Time Cost*) dalam pengembangan angkutan umum masal seperti busway adalah sebagai berikut :

1. Faktor Muat adalah perbandingan antara kapasitas terjual dengan kapasitas tersedia untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persen (%) (Perhubungan 2002). Adapaun faktor beban ini dapat dihitung dengan formula :

$$Lf = \frac{V_p}{C_b}$$

Dimana :

Lf : Load Factor

Vp: Volume penumpang rata-rata dalam bus (pnp)

Cb : Kapasitas bus (pnp)

2. Waktu antar kendaraan (*headway*) adalah selang waktu antara kendaraan yang berada didepan dengan kendaraan yang berada dibelakangnya ketika melewati suatu titik tertentu (Perhubungan 2002). Formulasi untuk menghitung *headway* sebagai berikut :

$$h = \frac{1}{f} = \frac{60 \cdot C_b \cdot L_f}{P}$$

Dimana :

h : *headway* (menit)

f : frekuensi kendaraan  
(kendaraan/jam)

P : jumlah penumpang per jam pada seksi terpadat (pnp/jam)

Lf : *load factor*

Cb : kapasitas bus (pnp)

Sedangkan menurut Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan (DIT BSTP 2009), waktu *headway* adalah waktu antara dua angkutan pemuada moda yang berurutan dalam satu arah pergerakan pada rute tertentu. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$h = \frac{CT}{AO}$$

Dimana :

H : *headway* (menit)

CT : Waktu Siklus (menit)

AO : Armada Operasional

3. Waktu Tunggu  
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 (Hendrickson 1981) :

$$w = \frac{h}{2} = \frac{60}{2f}$$

Dimana,

w = waktu tunggu rata-rata penumpang

h = *headway* (menit)

#### 4. Kecepatan

Kecepatan merupakan suatu ukuran lalu lintas 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 (Perhubungan 2002):

$$V = \frac{L}{T}$$

Dimana :

V : kecepatan (km/jam)

L : jarak tempuh (km)

T : waktu tempuh (jam)

#### 5. Waktu Sirkulasi adalah waktu yang ditempuh oleh angkutan umum penumpang dari terminal ujung ke pangkalan yang lain dan kemudian kembali lagi ke terminal ujung (Perhubungan 2002). Perhitungan waktu sirkulasi ini dapat dihitung dari survey di lapangan. Dimana besar waktu sirkulasi dapat ditentukan sebagai berikut:

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

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)

$\delta_{AB}$  = Deviasi waktu tempuh dari terminal A ke B

$\delta_{BA}$  = Deviasi waktu tempuh dari terminal B ke A

$T_{TA}$  = Waktu henti di terminal A (menit)

$T_{TB}$  = Waktu henti di terminal B (menit)

#### 6. 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 (Perhubungan 2002):

$$ketersediaan = \frac{AO}{AA} \times 100\%$$

Dimana

AO : Jumlah Armada Operasi

AA : Jumlah Armada

Alokasi/keseluruhan

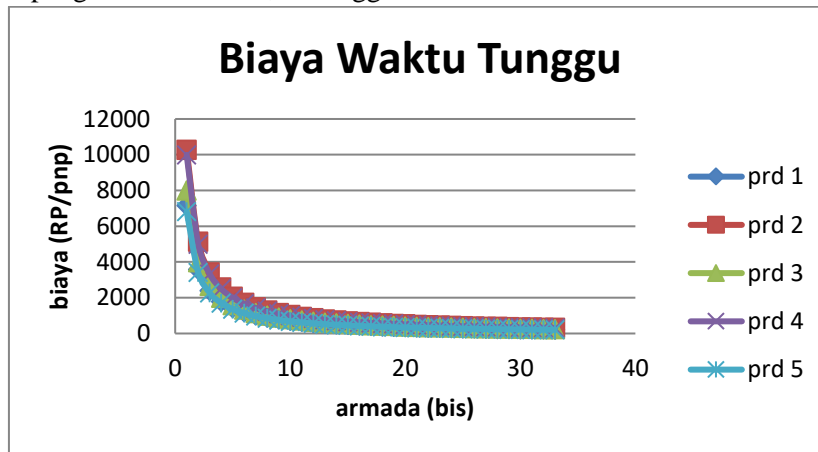
#### Analisis Permintaan Transjakarta

Permintaan Jasa Transportasi dapat dianalogikan sebagai waktu tunggu penumpang yang dibutuhkan untuk menggunakan jasa transportasi tersebut yang dikuantifikasikan dalam bentuk moneter. Hasil survei kuesioner terhadap 347 responden, didapatkan rata-rata pendapatan pengguna jasa Transjakarta pada koridor tujuh sebesar Rp. 2.010.572,-/pnp dan *Time Value* per penumpang per jam sebesar Rp. 10.052,-/pnp-jam. *Time Value* sama setiap periode yang ditinjau.

Biaya waktu tunggu dipengaruhi oleh waktu siklus, waktu *headway*, waktu nilai dan jumlah armada yang dioperasikan. Semakin kecil jumlah armada yang dioperasikan maka biaya waktu tunggu akan meningkat secara

nonlinear (eksponensial). Semakin besar jumlah penumpang yang tidak terlayani, maka biaya waktu tunggu akan semakin besar. Pada setiap periode, jumlah armada dari berbagai alternatif pengoperasian sama, sedangkan jumlah penumpang akan berbeda, sehingga

besar waktu tunggu akan berbeda setiap periode. Apabila digambarkan dalam bentuk grafik, biaya waktu tunggu dari berbagai periode akan terlihat pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Biaya Waktu Tunggu tiap Periode

### Analisis Penawaran Jasa Transjakarta

Penawaran jasa transportasi dapat dianalogikan sebagai perhitungan biaya operasional kendaraan dan biaya pengelolaan. Biaya operasi kendaraan dibedakan menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap ditambah biaya fasilitas kendaraan dan biaya *overhead*.

#### a. Biaya tetap

Rekapitulasi dari biaya tetap bus-km dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini

Tabel 2. Perincian Biaya Tetap

Uraian	Biaya (Rp/Km)
<b>Biaya Awak Kendaraan</b>	2.293,689
<b>Biaya Administrasi</b>	88,491
<b>Biaya Asuransi</b>	31,163
<b>Biaya Penyusutan</b>	3.324,029
<b>Total Biaya Tetap</b>	5.737,372

#### b. Biaya Tidak Tetap

Rekapitulasi biaya tidak tetap dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Perincian Biaya Tidak Tetap

Uraian	Biaya (Rp/Km)
<b>Biaya Bahan Bakar</b>	10,333
<b>Biaya Ban</b>	558,333
<b>Biaya Service Kecil</b>	100
<b>Biaya Service Besar</b>	150
<b>General Overhaul</b>	73,333
<b>Penambahan Oli</b>	227,549
<b>Pencucian Bus</b>	227,549
<b>Retribusi Terminal</b>	37,925
<b>Total Biaya Tidak Tetap</b>	1.385,022

#### c. Biaya Fasilitas AC

Penyejuk udara (AC) merupakan elemen penting dalam kenyamanan penumpang pada angkutan umum dan jenis pelayanan armada transjakarta menggunakan fasilitas penyejuk udara (AC) maka ditambah biaya fasilitas dengan rincian pada tabel 4 di bawah ini.



**Tabel 4. Perincian Biaya Fasilitas**

Uraian	Biaya (Rp)	Satuan
<b>Harga AC Thermoking</b>	145.000.000	Rp
<b>Masa Penyusutan</b>	5	Tahun
<b>Biaya Penyusutan</b>	29.000.000	Rp
<b>Biaya Pemeliharaan/tahun</b>	7.250.000	Rp
<b>Biaya Perbaikan/tahun</b>	21.750.000	Rp
<b>Biaya BBG/tahun</b>	24.522.240	Rp
<b>Biaya AC per bus-km</b>	2.086,424	Rp/km

**d. Biaya Overhead**

Biaya *overhead* terdiri dari biaya pegawai kantor dan biaya pengelolaan. Biaya *overhead* bus-km pada koridor tujuh sebesar Rp. 905,57/km. Jadi total biaya overhead setahun pada koridor ini sebesar Rp. 35.817.104,64.

**Total Biaya Penawaran**

Biaya operasi kendaraan merupakan jumlah dari biaya tetap, biaya tidak tetap, biaya fasilitas dan biaya overhead. Hasil analisis BOK untuk armada transjakarta pada koridor ini dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Perincian Biaya Operasi Kendaraan**

Uraian	Biaya (Rp/Km)
<b>Biaya Tetap</b>	5.737,372
<b>Biaya Tidak Tetap</b>	1.385,022
<b>Biaya Fasilitas</b>	2.086,424
<b>Biaya Overhead</b>	905,57
<b>Total Biaya bus-km</b>	<b>10.114,388</b>

Pada setiap periode, faktor yang mempengaruhi biaya yang dikeluarkan pengguna jasa akibat pembebanan biaya operasional kendaraan (BOK) adalah total jumlah penumpang per jam. Semakin kecil jumlah penumpang per jam, maka besar biaya pembebanan BOK akan meningkat secara linear dan juga sebaliknya. Apabila setiap periode digambarkan dalam bentuk grafik akan terlihat pada gambar 7 di bawah ini.

**Biaya Minimum Pengguna Jasa**

Biaya minimum pengguna jasa dapat dihitung dengan menjumlahkan biaya waktu tunggu penumpang dengan biaya yang

dikeluarkan oleh penumpang akibat pembebanan biaya operasional kendaraan. Biaya minimum pengguna jasa ini dapat dijadikan acuan dalam hal menentukan jumlah armada yang optimum (Narienda 2009).

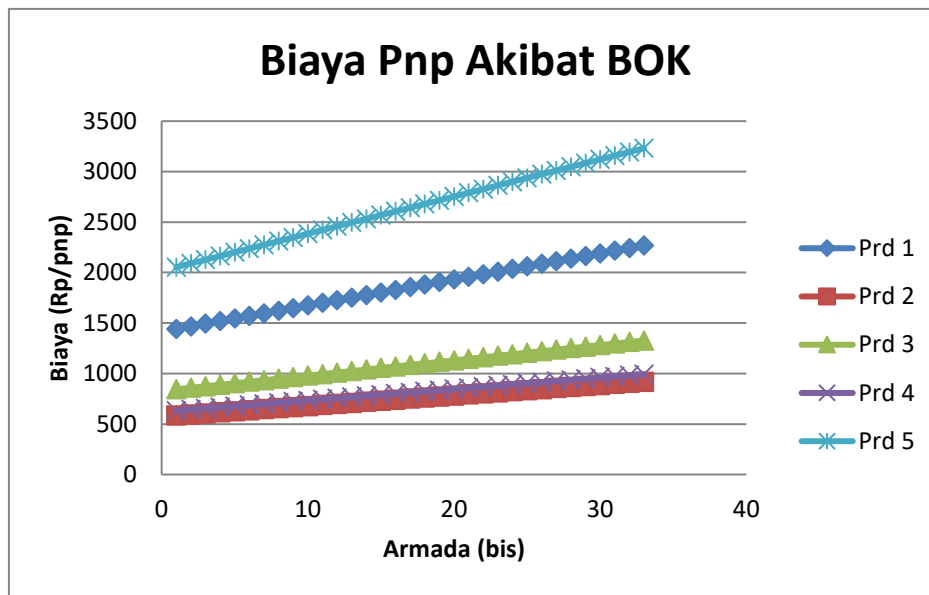
$$TBPJ = WTC + BPJ$$

Dimana

TBPJ : Total Biaya Pengguna Jasa (Rp. /pnp-trip)

WTC : Biaya Waktu Tunggu (Rp. /pnp-trip)

BPJ : Biaya pembebanan BOK (Rp. / pnp-trip)



Gambar 7. Grafik Biaya Penumpang Akibat BOK tiap Periode

### Optimasi Jumlah Armada

Dasar perhitungan jumlah kendaraan ditentukan oleh kapasitas kendaraan, waktu sirkulasi, waktu henti kendaraan di terminal dan waktu antara (*headway*) (Perhubungan 2002). Jumlah armada per waktu sirkulasi yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$K = \frac{CT}{H \cdot fA}$$

Sedangkan kebutuhan jumlah armada pada tiap periode dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$K' = K \cdot \frac{W}{CT} = \frac{1}{H \cdot fA}$$

Dimana :

- K' : Kebutuhan Jumlah Armada pada Periode yang ditinjau (unit)
- K : Jumlah Kendaraan per waktu sirkulasi (unit)
- W : Waktu periode (menit)

H : *Headway* (menit)

fA : Faktor ketersediaan kendaraan

### Analisis Biaya Minimum Pengguna Jasa

Besaran biaya waktu tunggu dan biaya pembebanan terhadap biaya operasional kendaraan apabila dijumlahkan akan diperoleh biaya minimum pengguna jasa yang harus dibayarkan. Nilai biaya minimum ini dapat digunakan dalam menentukan jumlah armada yang optimum. Faktor yang mempengaruhi biaya minimum adalah faktor jumlah penumpang per jam. Semakin rendah jumlah penumpang per jam, maka titik biaya minimum akan terletak pada jumlah armada yang semakin kecil. Apabila jumlah penumpang per jam meningkat, maka titik biaya minimum akan terletak pada jumlah armada yang lebih besar. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini. Sedangkan jumlah armada dengan biaya minimum pengguna jasa untuk jam puncak dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

**Tabel 6. Perhitungan Jumlah Armada pada Jam Sibuk dan Tidak Sibuk**

Periode	Jml Pnp/jam	C	CT <sub>aba</sub> (Menit)	LF	H (Menit)	AO/jam	WTC (Rp/pnp)	BOK (Rp/pnp)	TBPJ (Rp/pnp)	
<b>05.00</b>	–	1043	8	97.89	0.7	3.68	21	391	2.768	3.159
<b>07.00</b>			5		5					
<b>07.00</b>	–	2070	8	140.99	0.6	1.71	45	263	1.706	1.969
<b>10.00</b>			5		9					
<b>10.00</b>	–	1781	8	109.26	0.5	1.55	49	187	2.044	2.231
<b>16.00</b>			5		4					
<b>16.00</b>	–	2378	8	136.71	0.9	2.04	38	301	1.407	1.708
<b>20.00</b>			5		4					
<b>20.00</b>	–	732	8	93.63	0.4	3.20	24	327	4.056	4.383
<b>21.00</b>			5		6					

**Tabel 7. Perhitungan Jumlah Armada pada Jam Puncak dan Tidak Puncak**

Periode	Jml Pnp/jam	C	CT <sub>aba</sub> (Menit)	LF	H (Menit)	AO/jam	WTC (Rp/pnp)	BOK (Rp/pnp)	TBPJ (Rp/pnp)
<b>05.00 – 06.00</b>	320	85	97.89	0.75	12	6	1.367	7.757	9.124
<b>17.00 – 18.00</b>	3291	85	140.99	0.94	1.46	52	220	1.130	1.351

## SIMPULAN

Hasil dari analisis optimasi jumlah armada busway pada koridor tujuh dengan analisis biaya minimum pengguna jasa menghasilkan kesimpulan sebagai berikut ini: 1) Dengan meninjau optimasi armada pada hari kerja, pada jam sibuk jumlah armada terbesar yang dioperasikan adalah 45 bis (periode 07.00 – 10.00) dengan biaya minimum pengguna jasa sebesar Rp. 1.969,-/pnp dan jumlah armada operasi terkecil adalah 21 bis (periode 05.00 – 07.00) dengan biaya pengguna jasa minimum sebesar Rp. 3.159,-/pnp. Sedangkan pada jam puncak jumlah armada yang dioperasikan adalah 52 bis (pukul 17.00 – 18.00) dengan biaya minimum pengguna jasa sebesar Rp. 1.351,-/pnp dan jam tidak puncak armada yang dioperasikan adalah 6 bis (pukul 05.00 – 06.00) dengan biaya minimum pengguna jasa sebesar Rp. 9.124,-/pnp. 2) Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan per kilometer sebesar Rp. 10.114,388,-/km sedangkan biaya *overhead* per kilometer yang dibayarkan Rp. 905,57,-/km. 3) Hasil penelitian pendapatan rata-rata penumpang/bulan pada koridor tujuh ± Rp. 2.010.572,-/pnp dengan nilai waktu

penumpang Rp. 10.052,9/jam sedangkan rata-rata waktu tunggu menurut penumpang selama ± 16,93 menit. 4) Hasil analisis jumlah terbanyak armada yang dioperasikan adalah 52 bis, sedangkan armada yang dialokasikan sebanyak 33 bis, jadi pada koridor ini masih kekurangan armada. 5) Biaya waktu tunggu sangat dipengaruhi oleh nilai waktu penumpang. Semakin besar pendapatan penumpang per kapita maka nilai waktu akan semakin besar dan biaya yang harus ditanggung penumpang untuk menunggu semakin besar pula, ini juga akan mempengaruhi biaya total minimum.

Selama penelitian ini didapat beberapa masalah, hambatan dan kesulitan, untuk mengurangi terjadinya hal tersebut maka penulis menyarankan beberapa masukan untuk peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut: 1) Perlu adanya penelitian secara kelompok atau tim khusus untuk menentukan nilai waktu penumpang di Indonesia khususnya DKI Jakarta, mengingat belum terdapat standar nilai waktu yang tepat. 2) Perhitungan biaya operasional kendaraan hanya berdasarkan-SK.687/AJ.206/DRJD/2002, sebaiknya membandingkan dengan metode

lain dalam perhitungan biaya operasional kendaraan. 3) Peninjauan penelitian hanya dibagi menjadi 5 periode pada hari kerja karena keterbatasan waktu dan dana, sebaiknya pembagian periode menurut jumlah penumpang per jam untuk menghasilkan biaya minimum pengguna jasa lebih beragam. 3) Peninjauan penelitian ini sebaiknya pada hari kerja (senin-kamis), hari pendek (jumat-sabtu) dan hari libur untuk mengetahui perbedaan optimasi armada dan biaya minimal pengguna jasa. 4) Penelitian selanjutnya sebaiknya memperhitungkan biaya modal pada item biaya operasional kendaraan. Pada penulisan ini biaya modal tidak diperhitungkan karena ketiadaan data sekunder.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Departemen Perhubungan (2004). *Kajian Penyelenggaraan Busway*. Jakarta : Warta Penelitian Perhubungan.
- Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan (BSTP) (2009). *Laporan Akhir 2009 Perencanaan Teknis Pelayanan Angkutan Pemandu Moda di Wilayah Yogyakarta dan Surakarta*. Jakarta: Departemen Perhubungan
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2002). *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur*. Jakarta :Departemen Perhubungan
- Hendrickson, C.T. (1981). *Travel Time and Value Relationship in Scheduled, Fixed Route Public Transportation, Transportation Research*. 15A
- Khisty, C. Jotindan B. Kent Lall (2005). *Dasar-dasarRekayasaTransportasi*. Jakarta :PenerbitErlangga
- Kompas. (2010). *Sterilisasi Jalur Busway*. Link :<http://megapolitan.kompas.com/read/2010/04/24/21223340/YLKI:..Sterilisasi.Jalur.Bus.html>
- LPM-ITB (1997). *Model Pelatihan Study Kelayakan Proyek Transportasi*. Bandung : ITB
- Nariendra, Pradana dkk. (2009). *Optimasi Jumlah Armada Berdasarkan Biaya Minimum Pengguna Jasa*. Bandung : Institute Teknologi Bandung
- Poskota (2013). *Dua Perusahaan Berebut Armada Busway*. Link : <http://www.poskotanews.com/2013/07/30/dua-perusahaan-berebut-armada-busway/>
- Sarwono, Jonathan (2006). *Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS*. Yogyakarta : ANDI
- Sugiyono (2012). *Statistika untuk Penelitian*.Bandung :Alfabeta.
- Transportation Analysis Guidance (TAG) (2012). *Value of Time And Vehicle Operating Cost*. Department for Transportation : London Link : [http://www.dft.gov.uk/webtag/documents/expert/pdf/u3\\_5\\_6-vot-op-cost-120723.pdf](http://www.dft.gov.uk/webtag/documents/expert/pdf/u3_5_6-vot-op-cost-120723.pdf)
- Transportation Research Board (2003). *Bus Rapid Transit*. Washington DC: Transit Cooperative Research Program