

# ANALISIS SISTEM ANTRIAN TRANSPORTASI BUSWAY DI HALTE PULOGADUNG DAN DUKUH ATAS

Umi Marfuah<sup>1)</sup>, Anita Syarifah<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email: *umi.marfuah1@yahoo.co.id*

## Abstrak

Salah satu daerah Jakarta yang memiliki tingkat mobilitas yang cukup sibuk yaitu di daerah Pulogadung yang merupakan kawasan industri dan di daerah Dukuh Atas sekitar Sudirman, yang merupakan kawasan perkantoran di pusat kota. Minat masyarakat akan transportasi busway sebagai sarana transportasi umum dalam kegiatan hari – harinya sangat besar. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya jumlah pengguna busway setiap tahunnya, namun Unit Pengelola Transjakarta Busway belum dapat memaksimalkan pelayanan yang dapat diberikan sehingga terjadi penumpukkan penumpang pada halte Pulogadung dan Dukuh Atas, terutama pada hari – hari kerja di jam sibuk. Penelitian ini didasari pada perbaikan sistem antrian yang ada pada saat ini, sehingga didapatkan solusi untuk mengatasi masalah antrian pada kedua halte tersebut dengan efisien waktu pelayanan sebesar 13%. Model antrian yang digunakan yaitu *Single Phase-Single Channel* dengan analisis perbaikannya disimulasikan dengan Promodel.

**Kata kunci : Sistem, Antrian, Promodel.**

## I. Pendahuluan

Jakarta merupakan Daerah Khusus Ibu Kota Negara yang merupakan wilayah dengan tingkat perekonomian tinggi. Pemukiman padat penduduk yang tersebar hampir di seluruh wilayah Jakarta, gedung – gedung perkantoran yang berada di kawasan Sudirman, maupun pabrik yang tersebar di kawasan industri di daerah Pulogadung, menyebabkan tingginya mobilitas kota Jakarta. Kepadatan volume kendaraan pada hari – hari kerja di kawasan Pulogadung dan Dukuh Atas menyebabkan banyaknya masyarakat yang memilih menggunakan sarana transportasi umum yang nyaman dan lebih cepat dibandingkan angkutan umum lainnya seperti, busway, maupun kereta. Berdasarkan hasil Survei Kepuasan Pelanggan Busway Tahun 2012 yang dilakukan oleh Unit Pengelola Transjakarta Busway, alasan masyarakat memilih busway sebagai akses utama dalam menjalani aktivitas hariannya di ibu kota yaitu untuk alasan nyaman dan bersih sebesar 23,15% dan untuk alasan lebih cepat sebesar 18,69%. Semakin besarnya minat masyarakat menggunakan busway, menyebabkan tidak seimbangnya antara jumlah pengguna fasilitas dengan jumlah fasilitas yang ada, sehingga pada halte – halte transit seperti halte Dukuh Atas yang merupakan halte transit dari koridor 6 (Dukuh Atas – Ragunan) dan koridor 1 (Blok M – Kota) mengalami kepadatan antrian sehingga halte tidak cukup untuk menampung antrian penumpang. besarnya volume antrian pada halte Pulogadung dan Dukuh Atas merupakan masalah sistem antrian yang harus diteliti agar menghasilkan suatu solusi yang dapat memperbaiki sistem antrian tersebut. Sehingga dapat mengatasi antrian yang panjang pada halte Pulogadung maupun Dukuh Atas serta dapat meningkatkan mutu pelayanan yang baik untuk meningkatkan minat masyarakat menggunakan sarana transportasi umum *busway*. Namun penelitian ini terpusatkan hanya pada halte Pulogadung dan Dukuh Atas serta dibatasi dengan tidak memperhitungkan masalah biaya dan gangguan sistem seperti, kemacetan, banjir, dll.

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Komponen Dasar Komponen

Komponen dasar proses antrian adalah :

- a. Kedatangan  
Unsur ini sering disebut *input*. Proses *input* meliputi sumber kedatangan atau biasa dinamakan *calling population*, dan cara terjadinya kedatangan yang umum merupakan variabel acak. Variabel acak adalah suatu variabel yang nilainya bisa berapa saja sebagai hasil dari percobaan acak. (Levin dkk, h.202)
- b. Pelayanan  
Waktu yang digunakan sejak pelayanan dimulai sampai satu unit selesai dilayani, disebut waktu pelayanan (*holding time*). Biasanya diasumsikan bahwa distribusi kemungkinan dari waktu pelayanan ini adalah distribusi eksponensial atau waktu pelayanan tetap. (Dimiyati, h.352)
- c. Antrian  
Timbulnya antrian tergantung dari sifat kedatangan dan proses pelayanan. Jika tidak ada antrian, berarti terdapat pelayan yang menganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan (Mulyono, h.191).

### 2.2 Struktur Dasar Model Antrian

Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian :

- a. *Single Channel – Single Phase*, hanya ada satu jalur yang memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan dan hanya ada satu pelayanan.
- b. *Single Channel – Multi Phase*, ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase – phase).
- c. *Multi Channel – Single Phase*, dimana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal dimana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal.
- d. *Multi Channel – Multi Phase*, Setiap sistem – sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahapnya. (Subagyo, 200).

### 2.3 Model Umum Antrian

Model (M/M/1) : (FCFS/∞/∞), berarti model menyatakan kedatangan didistribusikan secara Poisson, waktu pelayanan didistribusikan secara Eksponensial, dengan jumlah saluran pelayanan sebanyak 1 buah, disiplin antrian yaitu pertama datang pertama dilayani, panjang antrian dan sumber input tidak terbatas.

Model (M/M/1) : (GD/∞/∞) antrian pelayanan tunggal, merupakan pelayanan tunggal tanpa batas baik dari kapasitas sistem tersebut maupun kapasitas sumber pemanggil. (Taha, h.187)

### 2.4 Promodel

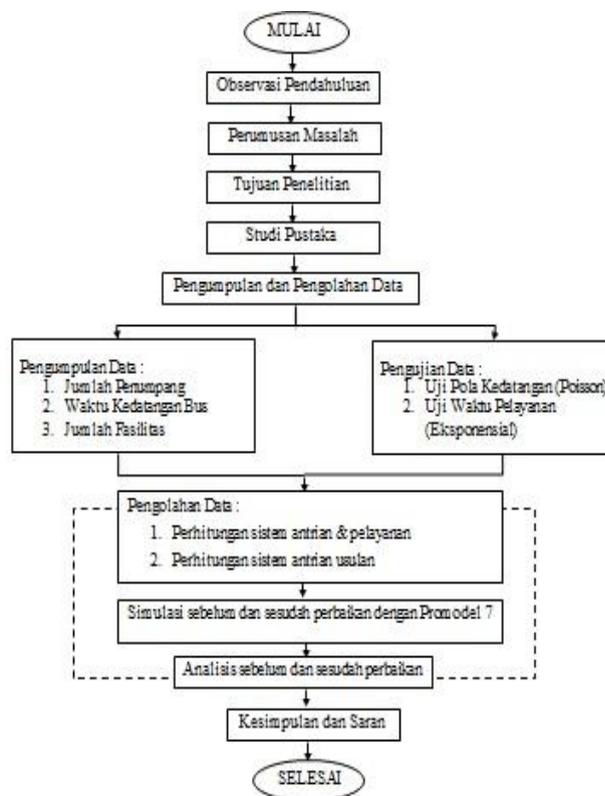
Pro model merupakan sebuah alat simulasi berbasis windows yang digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis sistem. Dalam membuat model dengan promodel ada 4 bagian yang paling terpenting dari sebuah sistem yang harus diperhatikan dan semua kegiatan dapat dimasukkan dalam paradigma 4 hal tersebut, yaitu:

- a. *Locations*  
*Location* adalah tempat terjadinya semua proses yang dilakukan terhadap barang atau *entity* yang akan kita modelkan.
- b. *Entities*  
*Entity* dalam sebuah sistem adalah sebuah bagian yang berjalan atau bergerak pada suatu sistem.

- c. *Processing*  
*Processing* dalam promodel dapat berupa sebuah *syntax* atau sebuah rumus. Process yang dimasukan juga dapat berupa *decision making*, termasuk juga penentuan dari tujuan *entity* setelah diproses.
- d. *Arrivals*  
*Arrival* digunakan untuk menunjukkan bagaimana *entity* memasuki sistem. *Entity* dapat memasuki sistem baik *single* ataupun dalam bentuk *batches*.

### III. Metodologi Penelitian

Agar penelitian lebih terarah sesuai dengan tujuan yang akan dicapai, maka penelitian ini dilakukan mulai dari langkah – langkah sesuai dengan gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian, mulai dari observasi pendahuluan sampai dengan penarikan kesimpulan.



Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian

Data yang diperoleh tersebut akan diolah berdasarkan asumsi sebagai berikut :

1. Data jumlah penumpang yang terlayani setiap 1 kali kedatangan bus dikelompokkan dalam waktu per 3 jam selama 5 hari.
2. Waktu pelayanan yang diberikan kepada penumpang adalah waktu selama penumpang memasuki sistem antrian sampai dengan bus datang Data lama waktu pelayanan dalam 1 kali kedatangan bus dikelompokkan dalam waktu per 3 jam selama 5 hari.
3. Rute yang dilewati oleh busway terbagi menjadi 4A (Dukuh Atas – Pulogadung) dan 4B (Dukuh Atas - TU.Gas). Penggolongan bus 4A dan 4B yang tiba di halte

Dukuh Atas didasari atas pertimbangan *foreman/controller* yang bertanggung jawab di setiap halte tujuan akhir untuk mengatasi volume antrian.

4. Penumpang dengan tujuan koridor 4A (Dukuh Atas – Pulogadung) dan 4B (Dukuh Atas - TU.Gas) terdapat dalam 1 barisan antrian.
5. Panjang 1 baris antrian pada sistem antrian di halte Pulogadung maupun Dukuh Atas merupakan kapasitas lebar pintu masuk fasilitas pelayanan terdiri dari 4 orang.
6. Waktu tempuh dari Halte Pulogadung menuju Halte Dukuh Atas dalam keadaan normal yaitu  $\pm 65$  menit.

#### IV. Hasil

Dari hasil pengolahan data berdasarkan uji kebaikan suai di halte Pulogadung (*shift 1*) dan Dukuh Atas (*shift 2*) dengan keputusan  $H_0$  diterima, yaitu benar pola kedatangan penumpang mengikuti distribusi Poison dan waktu pelayanan mengikuti distribusi Ekspensial.

**Tabel 4.1 Hasil uji kebaikan suai untuk pola kedatangan penumpang**

Shift	$\lambda$	$F$	$f(x)$	$e_i$	$\chi^2$ hit	$\chi^2$ tab
1	10	15	0,8	11,7	6,8	18,5
2	19	15	0,5	7,9	9,3	13,3

Pada waktu shift 1, nilai  $\chi^2$  hitung sebesar  $6,8 < \chi^2$  tabel sebesar 18,5 maka kesimpulan terima  $H_0$ , yaitu pola kedatangan penumpang di halte Pulogadung mengikuti distribusi Poison. Pada waktu shift 2, nilai  $\chi^2$  hitung sebesar  $9,3 < \chi^2$  tabel sebesar 13,3 maka kesimpulan terima  $H_0$ , yaitu pola kedatangan penumpang di halte Dukuh Atas mengikuti distribusi Poison.

**Tabel 4.2 Hasil uji kebaikan suai untuk pola waktu pelayanan**

Shift	$\mu$	$F$	$f(x)$	$e_i$	$\chi^2$ hit	$\chi^2$ tab
1	6,9	15	0,7	11,9	4,9	24,7
2	4,8	15	1	15,7	3,4	26,2

Pada waktu shift 1, nilai  $\chi^2$  hitung sebesar  $4,9 < \chi^2$  tabel sebesar 24,7 maka kesimpulan terima  $H_0$ , yaitu pola waktu pelayanan di halte Pulogadung mengikuti distribusi Ekspensial. Pada waktu shift 2, nilai  $\chi^2$  hitung sebesar  $3,4 < \chi^2$  tabel sebesar 26,2

maka kesimpulan terima  $H_0$ , yaitu pola waktu pelayanan di halte Dukuh Atas mengikuti distribusi Eksponensial.

#### 4.1 Analisis Perhitungan Sistem Antrian Sebelum Perbaikan

Perhitungan sistem antrian meliputi tingkat kesibukan ( $\rho$ ) sistem pelayanan di masing – masing halte, panjang antiran ( $L_q$ ) dan lama aktu menunggu dalam sistem ( $W$ ) dengan parameter tingkat kedatangan penumpang ( $\lambda$ ), rata – rata jumlah kedatangan bus ( $\bar{\mu}$ ), tingkat pelayanan ( $\mu$ ), dalam kurun waktu 1 jam.

**Tabel 4.3 Hasil perhitungan dengan metode antrian**

Shif t	$\lambda$	$\bar{\mu}$	$\mu$	$\rho$	$L_q$	$W$
1	600	9	765	78	3	0,37
2	1.140	13	1.105	103	- 34	-1,71

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa keadaan pada waktu shift 2 di halte Dukuh Atas terdapat nilai negatif yaitu pada panjang baris ( $L_q$ ) dan waktu menunggu dalam sistem ( $W$ ). Hal tersebut menunjukkan bahwa halte Dukuh Atas mengalami masalah dengan sistem antriannya. Keadaan awal terdapat 38 bus pada jam sibuk di *shift* 2 dengan jumlah kedatangan bus sebanyak 13 kali per jam mampu melayani 1.105 penumpang. Namun, berdasarkan data penelitian jumlah kedatangan penumpang melebihi kapasitas yang dapat terlayani oleh bus menurut standar kenyamanan dan keamanan bus, yaitu sebesar 1.140 penumpang per jam.

**Tabel 4.4 Hasil output promodel terhadap waktu pelayanan (sebelum perbaikan)**

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Maksimum Contents	Utilization (%)
H.Pulogadung	1	13	13	0,58	1	0,97
H.Dukuh Atas	1	13	13	0,75	1	1,25

Dengan 13 kali kedatangan bus di halte Pulogadung dan Dukuh Atas, utilitas masing – masing sebesar 0,97% dan 1,25%. *Total entries* merupakan jumlah bus yang masuk ke sistem baik di halte Pulogadung maupun di halte Dukuh Atas, yaitu sebesar 13 bus. *Maksimum contents* menjelaskan jumlah maksimal bus yang berada dalam sistem masing – masing halte yang tiba dalam waktu bersamaan, yaitu sebesar 1 bus. *Avg Time Per Entry* merupakan waktu rata – rata yang dibutuhkan bus untuk masuk ke sistem atau halte untuk melayani penumpang, yaitu sebesar 0,58 menit dan 0,75 menit.

**Tabel 4.5 Hasil output promodel terhadap kedatangan penumpang (sebelum perbaikan)**

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Maksimum Contents	Utilization (%)
H.Pulogadung	1	765	600	0,80	20	1,05
H.Dukuh Atas	1	1.105	1.140	0,51	32	0,87

Agar panjang antrian tidak mengalami penumpukkan penumpang pada waktu *shift* 2 di halte Dukuh Atas, maka dilakukan usulan perbaikan dengan menambah fasilitas pelayanan.

#### 4.2 Analisis Perhitungan Sistem Antrian Setelah Perbaikan

Perhitungan perbaikan dengan memperkirakan penambahan jumlah kedatangan bus dalam waktu 1 jam antara 15 kali kedatangan bus.

**Tabel 4.6 Hasil perhitungan usulan perbaikan terhadap sistem antrian di halte Dukuh Atas**

Keadaan	Kedatangan Bus (kali)	$\lambda$ (org/jam)	$\bar{\mu}$ (menit)	$\mu$ (org/jam)	$\rho$ (%)	Lq (basis)	W (mnt/org)
Sebelum Perbaikan	13	1.140	4,6	1.105	103	-34	-1,71
Setelah Perbaikan	15	1.140	4	1.275	89	8	0,4

Perbandingan jumlah kedatangan bus sebelum dan sesudah perbaikan dalam waktu 1 jam mempengaruhi waktu rata – rata pelayanan atau lebih efisien sebanyak 13% dari keadaan awal 4,6 menit menjadi 4 menit. Jumlah penumpang yang dapat dilayani menjadi 1.275 orang.

**Tabel 4.7 Hasil output promodel terhadap waktu pelayanan (setelah perbaikan)**

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Maksimum Contents	Utilization (%)
H.Pulogadung	1	15	15	0,49	1	0,82
H.Dukuh Atas	1	15	15	1,16	2	1,93

Dengan 15 kali kedatangan bus di halte Pulogadung dan Dukuh Atas, utilitas masing – masing sebesar 0,82% dan 1,93%. *Total entries* merupakan jumlah bus yang masuk ke

sistem baik di halte Pulogadung maupun di halte Dukuh Atas, yaitu sebesar 15 bus. *Maksimum contents* menjelaskan jumlah maksimal bus yang berada dalam sistem masing – masing halte Pulogadung dan Dukuh Atas yang tiba dalam waktu bersamaan, yaitu sebesar 1 dan 2 bus. *Avg Time Per Entry* merupakan waktu rata – rata yang dibutuhkan bus untuk masuk ke sistem atau halte untuk melayani penumpang, yaitu sebesar 0,49 dan 1,16 menit.

**Tabel 4.8 Hasil output promodel terhadap kedatangan penumpang (setelah perbaikan)**

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Maksimum Contents	Utilization (%)
H.Pulogadung	1	765	600	0,80	20	1,05
H.Dukuh Atas	1	1.275	1.140	0,51	32	0,76

Dalam waktu 1 jam kedatangan penumpang di halte Pulogadung dan Dukuh Atas menyebabkan utilitas masing – masing halte tersebut sebesar 1,05% dan 0,76%. *Total entries* merupakan jumlah penumpang yang datang menuju sistem baik di halte Pulogadung maupun di halte Dukuh Atas, yaitu sebesar 600 dan 1.140 orang. *Maksimum contents* menjelaskan jumlah maksimal kedatangan penumpang yang berada dalam sistem masing – masing halte yang tiba dalam waktu yang hampir bersamaan, yaitu sebesar 20 dan 32 orang. *Avg Time Per Entry* merupakan waktu rata – rata yang dibutuhkan untuk masuk ke sistem atau halte, yaitu sebesar 0,80 dan 0,51 menit.

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada sistem antrian busway didapatkan hasil :

1. *Shift* 1 di halte Pulogadung, tidak terdapat antrian di loket pembelian karcis serta antrian antara pria dan wanita dipisahkan, jumlah kedatangan penumpang per menit ( $\lambda$ ) sebesar 10 orang dengan rata – rata waktu pelayanan sebesar ( $\bar{\mu}$ ) sebesar 6,9 menit per bus. *Shift* 2 di halte Dukuh Atas, tidak terdapat antrian di loket pembelian karcis, namun pemisah antara antrian untuk pria dan wanita, jumlah kedatangan penumpang per menit ( $\lambda$ ) sebesar 19 orang dengan rata – rata waktu pelayanan sebesar ( $\bar{\mu}$ ) sebesar 4,8 menit per bus.
2. *Shift* 1 di halte Pulogadung, tingkat kedatangan penumpang ( $\lambda$ ) sebesar 600 orang/jam dan tingkat pelayanan penumpang ( $\mu$ ) sebesar 765 orang/jam. Artinya,  $\lambda < \mu$  maka antara kebutuhan fasilitas dengan fasilitas yang dapat diberikan oleh Unit Pengelola Transjakarta dikatakan seimbang. *Shift* 2 di halte Dukuh Atas terdapat, tingkat kedatangan penumpang ( $\lambda$ ) sebesar 1.140 orang/jam dan tingkat pelayanan penumpang ( $\mu$ ) sebesar 1.105 orang/jam. Artinya,  $\lambda > \mu$  maka antara kebutuhan fasilitas dengan fasilitas yang diberikan oleh Unit Pengelola Transjakarta dikatakan tidak seimbang.
3. Usulan perbaikan yang diberikan untuk mengatasi volume antrian yang padat pada *shift* 2 di Halte Dukuh Atas, yaitu meningkatkan jumlah kedatangan bus menjadi 15 kali kedatangan bus dalam waktu 1 jam sehingga tingkat pelayanan penumpang ( $\mu$ ) menjadi 1.275 orang/jam dan membedakan jalur antrian 4A dan 4B agar pelayanan penumpang dapat lebih cepat dan teratur.

4. Dengan meningkatkan jumlah kedatangan bus maka jumlah bus yang beroperasi di *shift* 2, diusulkan untuk ditambah sebanyak 2 bus lagi, yaitu menjadi 40 bus dari keadaan sebelumnya 38 bus. Dengan demikian waktu pelayanan menjadi lebih efisien sebesar 13%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Dimiyati, Tjuju Tarlih, dan Ahmad Dimiyati, *Operation Research*, Sinar Baru Algesindo : Bandung, 2009.
- [2] Elwood S. Buffa, *Manajemen Produksi/Operasi*, Sinar Baru Algesindo : Bandung, 1983.
- [3] Harrel. Ghosh, Bowden. *Simulation Using Promodel*, 2004.
- [4] Hillier, Fredick. S dan Gerald J. Lieberman, *Introduction to Operations Research (Eight Edition)*, ANDI : Yogyakarta, 2008.
- [5] Levin, Richard .I, dkk. *Quantitative Approaches to Management (Seventh Edition)*, McGraw – Hill : New Jersey, 2002.
- [6] Mulyono, S, *Operations Research*, FE-UI : Jakarta, 1991.
- [7] Subagyo, Pangestu, dkk. *Dasar – Dasar Operation Research*, BPFE : Yogyakarta, 2000.
- [8] Schroeder, Roger. G, *Operations Management*, McGraw – Hill : New Jersey, 1997.
- [9] Siagian, P, *Penelitian Operasional : Teori dan Praktek*, UI Press : Jakarta, 1987.
- [10] Walpole, Ronald. E, *Pengantar Statistika (Edisi Ketiga)*, Gramedia Pustaka : Jakarta, 1995.