

100-07-004

**SIMULASI KINERJA PELAYANAN *BUSWAY*
BERDASARKAN KRITERIA WAKTU TUNGGU
(STUDI KASUS KORIDOR 3 TRANSJAKARTA)**

Ronald Sukwadi
Cynthia Stephani

Fakultas Teknik
Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

e-mail: ronald.sukwadi@atmajaya.ac.id.

ABSTRACT

“Traffic Jam” in Jakarta has been found to be so awful. This happened in almost corners of the road in a rush hour. The government is trying to provide the solution through busway implementation. Also, it is hoped that the performance of the solution will have positive effects on reducing the personal-driving. This research aims at modelling the real system of busway operational in order to analyze its performance. The busway system would be run by simulating in ARENA 5.0. Here, the research will focus on the average customer waiting time. The result will be compared to the ideal waiting time (3.5 minutes). To achieve the improvement of the real system, three kinds of scenarios are proposed. The findings of the experiment execution are found to relatively support the research goal by choosing the best result of all scenarios compared to the present system. Scenario 1 resulted in the improvement for the most significant stations (Jelambar forwarded to Pasar Baru) by 2,74%, scenario 2 resulted in 6,22% improvement, and scenario 3 resulted in 5,97% improvement. Afterward, by implementing Bonferroni approach, this study showed that the second and third scenario are better than the first. It is suggested that the second scenario is better than the third one because it has higher improvement.

Key words: traffic jam, busway, waiting time, simulation, improvement

1. PENDAHULUAN

Semakin banyak alat transportasi baik milik pribadi maupun umum yang memadati lalu lintas jalan raya di ibukota Jakarta sekarang ini menyebabkan kemacetan sehingga perjalanan kurang efisien dalam hal waktu. Hal itu terutama terjadi pada jam-jam masuk dan pulang kerja. Kemacetan yang terjadi ini terlihat sudah sangat memprihatinkan. Setiap pengguna jalan raya harus menghabiskan waktu yang lama di dalam perjalanan.

Rustam Effendi selaku Kepala Dinas Perhubungan DKI Jakarta menyebutkan bahwa kendaraan bermotor di Jakarta saat ini berjumlah 5,4 juta unit, terus meningkat rata-rata 11 persen per tahun. Pada tahun 2003 setiap hari rata-rata telah dikeluarkan 138 STNK baru. Itu berarti ada tambahan 138 kendaraan per hari melintasi jalanan Jakarta. Dengan jarak antara satu kendaraan dan kendaraan lainnya masing-masing setengah meter saja ke muka dan ke belakang, dibutuhkan ruang (jalan) enam meter per unit sehingga total per hari dibutuhkan tambahan jalan baru sepanjang 828 meter. Hal ini diasumsikan jika tak ada kendaraan rusak atau ditarik dari peredaran.

Pada tahun 2004 pertambahan kendaraan itu meningkat rata-rata 269 unit per hari, artinya harus dibutuhkan tambahan jalan baru 1.614 meter setiap hari. Kondisi itu masih diperparah dengan kehadiran lalu lalang 600.000 unit kendaraan (mengangkut sekitar 1,2 juta orang) dari wilayah Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi (Bodetabek) memasuki Jakarta pada tahun 2003. Kendaraan Bodetabek itu tentu saja ikut mengalami pertumbuhan, bisa jadi pada tahun 2004 sudah mencapai 700.000 unit per hari.

Persoalan transportasi Jakarta menjadi semakin rumit tatkala dimunculkan data terbaru yang dikeluarkan Dinas Perhubungan DKI, yaitu bahwa rasio jumlah kendaraan pribadi dibandingkan kendaraan umum adalah 98 persen berbanding 2 persen. Sayangnya, walaupun rasio jumlah kendaraan pribadi secara nisbi hampir mencapai 100 persen, atau tepatnya 98 persen, jumlah manusia yang diangkut relatif tak berbeda jauh dengan jumlah manusia, yang diangkut 2 persen kendaraan umum itu. Kendaraan pribadi yang rasio jumlahnya 98 persen itu hanya mampu mengangkut 49,7 persen perpindahan manusia per hari, sedangkan kendaraan umum yang hanya 2 persen mampu mengangkut hingga 50,3 persen perpindahan manusia per hari.

Jika persentase pertumbuhan kendaraan bertambah tetap secara linier, demikian pula persentase pertumbuhan jalan linier tetap lambat. Dipastikan persis pada tahun 2014 kedua vektor itu akan bertabrakan sehingga membuat Jakarta kolaps macet total. Dalam keadaan seperti ini, Gubernur DKI Jakarta, Sutiyoso, memperkirakan bahwa pada tahun 2014 kota Jakarta akan kolaps macet total karena pertumbuhan kendaraan tidak sebanding dengan pertumbuhan jalan. Untuk itu, Sutiyoso berusaha mengatasi masalah ini dengan menggagas Pola Transportasi Makro, seperti *busway*, yang merupakan awal reformasi total transportasi di Jakarta.

Dari penelitian pendahuluan, ternyata banyak terjadi ketidakefisienan penerapan penggunaan fasilitas *busway*. Maka, perlu dilakukan perencanaan yang matang terhadap pengadaan jumlah bus setiap jam setiap hari yang dioperasikan. Data mengenai jumlah bus menunjukkan kesenjangan yang cukup tinggi; jumlah bus yang disediakan pada koridor 1 (Blok M – Kota) berjumlah 91 unit, jauh di atas koridor 2 (Harmoni – Pulo Gadung) 31 unit dan koridor 3 (Harmoni – Kalideres) 37 unit. Kenyataan menunjukkan jarak yang harus ditempuh pada kedua koridor ini jauh lebih panjang, yaitu 14 km untuk koridor 2 dan 19,8 km untuk koridor 3 dibandingkan dengan 12,9 km untuk koridor 1. Dengan kenyataan tersebut, waktu

tunggu bagi penumpang untuk kedua koridor ini akan menjadi tinggi mengingat jumlah bus yang disediakan sangat terbatas. Hal ini terlihat pada waktu tunggu penumpang di jam-jam sibuk yang mencapai 4,2 menit untuk koridor 2 dan 7,5 menit untuk koridor 3 dibandingkan dengan 2 menit untuk koridor 1. Di sini terlihat jelas bahwa kebutuhan penumpang terhadap keefisienan waktu pada kedua koridor ini masih kurang diprioritaskan.

Penelitian ini difokuskan pada perencanaan terhadap koridor 3 (Pasar Baru – Kalideres). Hal ini didasari oleh jarak tempuh koridor ini yang paling panjang dan juga dari hasil pengamatan terhadap bus yang jarang lewat sehingga waktu tunggu penumpang diperkirakan sebesar 7,5 menit pada jam sibuk, jauh dari waktu ideal sebesar 3,5 menit (pernyataan dari pihak transjakarta) dan jumlah penumpang yang selalu menumpuk pada setiap busnya. Perencanaan yang matang ditujukan untuk memaksimalkan penggunaan bus dalam pengoperasiannya. Perencanaan yang dilakukan ini meliputi sistem pengoperasian bus tanpa penambahan jumlah dan interval pengadaan bus tersebut sehingga nantinya akan menghasilkan waktu tunggu penumpang yang optimal.

Dalam penelitian ini digunakan simulasi ARENA untuk penjadwalan perjalanan bus dengan data atribut sistem saat ini. Di sini akan dilakukan simulasi terhadap sistem penjadwalan pengadaan bus sesuai dengan situasi saat ini. Setelah itu, akan dilihat dan dilakukan interpretasi terhadap output dari simulasi berupa waktu antarkedatangan bus pada setiap halte dan utilisasi dari halte. Baru kemudian, akan diusulkan beberapa skenario yang mungkin dapat dilakukan untuk peningkatan performansi sistem yang berupa waktu tunggu rata-rata penumpang. Waktu tunggu inilah yang dioptimalkan untuk menjadi solusi sebagai pertimbangan bagi pihak transjakarta tanpa mengesampingkan kepuasan penumpang.

Permasalahan yang muncul dan mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kebutuhan akan waktu tunggu penumpang tidak terlalu lama (optimal) untuk mendukung kepuasannya terhadap kualitas pelayanan fasilitas transjakarta. Tidak terlalu lama dalam hal ini berarti mendekati waktu ideal yang dinyatakan oleh pihak transjakarta berdasarkan penelitian terdahulu (3,5 menit).
2. Kesulitan penjadwalan bus dengan mempertimbangkan faktor-faktor luar yang tidak terduga, seperti kemacetan lalu lintas, dan pengaturan lampu lalu lintas. Faktor-faktor ini pasti akan memberikan pengaruh yang cukup signifikan mengingat tidak tersedia jalur tersendiri bagi *busway* yang sepenuhnya bebas dari kondisi jalan umum.

Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mengetahui sistem pengoperasian bus yang mampu menghasilkan waktu tunggu rata-rata mendekati ideal yang juga meliputi interval waktu antarkeberangkatan bus dalam sistem tersebut. Tujuannya secara khusus adalah sebagai berikut:

1. mengetahui waktu proses setiap bus di setiap halte pada selang waktu tertentu;
2. mengetahui waktu antarkedatangan bus pada selang waktu tertentu pada setiap halte;
3. mengetahui tingkat penggunaan halte (utilisasi) sepanjang waktu pengoperasian yang akan menandakan tingkat kesibukan di halte tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi

Transportasi diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Dalam hubungan ini, terlihat tiga hal berikut.

- o Ada muatan yang diangkut.
- o Tersedia kendaraan sebagai alat angkut.
- o Ada jalanan yang dapat dilalui.

Peranan transportasi sungguh sangat penting untuk saling menghubungkan daerah sumber bahan baku, daerah produksi, daerah pemasaran, dan daerah pemukiman sebagai tempat tinggal konsumen. Transportasi memberikan jasanya kepada masyarakat, yang disebut jasa transportasi. Sebagaimana sifat jasa-jasa lainnya, jasa transportasi akan habis dengan sendirinya, dipakai ataupun tidak dipakai. Jasa transportasi merupakan hasil / keluaran perusahaan transportasi yang jenisnya bermacam-macam sesuai dengan banyaknya jenis alat transportasi (seperti jasa pelayaran, kereta api, penerbangan, dan transportasi bus). Sebaliknya, jasa transportasi merupakan masukan dari kegiatan produksi, perdagangan, pertanian, dan kegiatan ekonomi lainnya.

Transportasi bukanlah tujuan, melainkan sarana untuk mencapai tujuan. Sementara itu, kegiatan masyarakat sehari-hari bersangkut paut dengan produksi barang dan jasa untuk mencukupi kebutuhannya yang beraneka ragam. Oleh karena itu, manfaat transportasi dapat pula dilihat dari berbagai segi kehidupan masyarakat yang dapat dikelompokkan dalam segi ekonomi, sosial dan politik, dan kewilayahan.

2.2 Bus Rapid Transit (BRT)

BRT merupakan angkutan massal berbasis bus yang menggunakan jalur-jalur khusus. *BRT Implementation Guidelines* mendefinisikan BRT sebagai berikut.

Suatu moda transit cepat yang fleksibel dan memiliki performansi tinggi dengan menggabungkan elemen-elemen fisik, pelaksanaan, dan sistem ke dalam suatu sistem terintegrasi yang memiliki kualitas *image* dan identitas yang unik.

Definisi di atas memperlihatkan fleksibilitas BRT dengan memiliki alat pengoperasian berupa bus yang mampu menjangkau daerah mana pun asalkan ada jalannya dan juga ukuran bus yang lebih kecil dibandingkan dengan moda transit

lainnya seperti yang berbasis kereta atau *rail*. BRT memiliki lima karakteristik, yaitu

- o jalur khusus bus
- o naik dan turun penumpang yang cepat pada tempat yang telah ditentukan
- o sistem penarikan ongkos yang efisien dan efektif sebelum berangkat
- o halte yang nyaman
- o bus yang nyaman
- o adanya integritas dengan moda transportasi lainnya.

Penentuan karakteristik dari elemen utama yang digunakan akan menentukan performansi sistem, yang meliputi

- a. penghematan waktu perjalanan
- b. reliabilitas
- c. identitas dan *image*
- d. keamanan dan kenyamanan
- e. kapasitas

Dengan elemen dan performansi dalam suatu sistem BRT, akan dapat dirasakan beberapa manfaat dari implementasi sistem:

- a. tingkat penggunaan
- b. keefektifan modal
- c. efisiensi biaya operasi
- d. perkembangan daerah transit BRT
- e. kualitas lingkungan

2.3 Simulasi Sistem

Simulasi didefinisikan sebagai suatu proses pendekatan untuk menyerupai proses dan sistem nyata terhadap waktu. Simulasi meliputi rekayasa ilmiah terhadap perilaku sistem dengan menggunakan data historis yang ada, pengamatan terhadap hasil rekayasa tersebut, dan penarikan kesimpulan berkaitan dengan karakteristik operasi dari sistem yang sesungguhnya. Simulasi ini merupakan suatu metode pemecahan masalah yang sangat diperlukan, yang menggambarkan dan menganalisis perilaku dari sebuah sistem yang akhirnya akan membantu dalam desain suatu sistem nyata.

Simulasi ini dapat dilakukan setelah ditentukan model yang akan digunakan sebagai pendekatan terhadap suatu sistem. Simulasi merupakan kumpulan dari metode dan aplikasi untuk mendekati sistem yang sesungguhnya, biasanya dengan menggunakan komputer disertai *software* tertentu. Pada zaman sekarang ini simulasi semakin populer seiring dengan semakin pesatnya perkembangan komputer dan *software* yang ada. Simulasi melibatkan sistem dan pemodelan dari sistem tersebut. Dalam simulasi ini, dibuat asumsi-asumsi, baik secara logis maupun matematis dalam menjelaskan perilaku sistem sebenarnya.

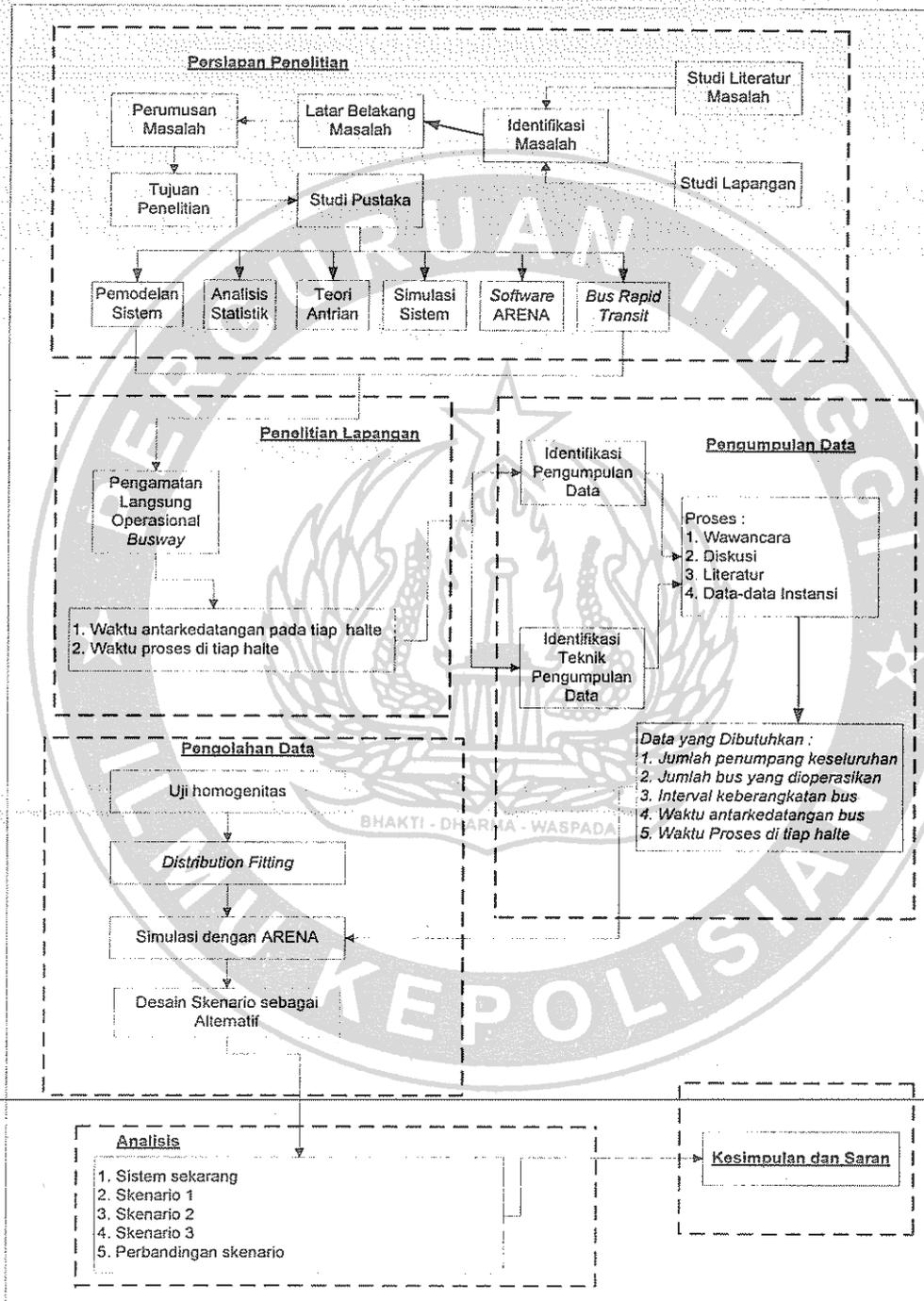
Alasan utama yang mendasari popularitas penggunaan simulasi ini adalah kemampuannya untuk melakukan pemodelan sistem yang sangat kompleks. Alasan

lain adalah kejelasannya dalam menggambarkan peningkatan dalam performansinya melalui sistem yang terkomputerisasi, dan juga lebih efektif dalam hal biaya. Diperkirakan penggunaan simulasi ini akan makin berkembang pesat dengan makin majunya teknologi komputer. Berikut adalah elemen-elemen yang digunakan dalam simulasi.

1. Entitas merupakan "pemeran utama" dalam suatu sistem yang dapat bergerak, berubah status, mempengaruhi dan dipengaruhi oleh entitas lain atau keadaan dari sistem dan juga dapat mempengaruhi pengukuran performansi output. Contohnya, kendaraan, produk, dan orang.
2. Atribut merupakan karakteristik umum yang terdapat pada semua entitas, tetapi memiliki nilai yang berbeda sehingga dapat dibedakan antara satu entitas dan entitas yang lain. Satu entitas dapat memiliki banyak atribut. Contoh atribut dari entitas adalah produk: tipe produk, warna produk ; *customer* : waktu kedatangan, nomor antrean, dan nomor identitas.
3. Variabel adalah bagian dari informasi yang merefleksikan beberapa karakteristik dari suatu sistem. Dalam sebuah model terdapat beberapa variabel, masing-masing haruslah unik. Contoh variabel adalah jumlah antrean dan waktu.
4. *Resource* dapat dipandang sebagai sumber daya yang dialokasikan untuk memberikan servis kepada entitas. *Resource* dapat berupa orang, peralatan, atau ruang dalam area penyimpanan. Suatu *resource* dapat menampilkan kelompok dari beberapa *server* individu.
5. Antrean (*queue*) terjadi karena keterbatasan *server* dalam memberikan layanan. Dalam praktiknya antrean bukanlah sesuatu yang tanpa batas. Bahkan, sering terjadi fenomena *balking*.
6. *Statistical Accumulator* merupakan bentuk variabel yang menunjukkan program simulasi yang sedang berlangsung atau berjalan. Tujuan akhirnya adalah memperoleh hasil berupa *Output Performance Measure* yang merupakan keluaran dari simulasi dan menyatakan apa yang ingin diketahui dari suatu sistem.
7. *Event* merupakan sesuatu yang terjadi pada saat simulasi yang dapat mengubah atribut, variabel, atau *Statistic Accumulator*. Contohnya, kedatangan ke dalam sistem dan keberangkatan dari sistem.
8. *Simulation Clock* merupakan variabel yang menunjukkan nilai saat ini dari waktu yang berjalan dalam simulasi. Variabel ini berbeda dengan waktu sesungguhnya karena dalam simulasi waktu, simulasi dapat melompat dari satu *event* ke *event* terdekat berikutnya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dengan prosedur seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Metode Penelitian

Jenis data yang ingin dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- jumlah penumpang secara keseluruhan
- jumlah bus yang dioperasikan
- interval keberangkatan bus
- waktu antarkedatangan bus pada setiap halte
- waktu proses (selang waktu perhentian bus) pada setiap halte

3.1 Uji Homogenitas

Dalam pengolahan data, digunakan uji homogenitas. Uji ini dilakukan untuk menentukan kesamaan karakteristik hari dalam pengelompokan hari dan juga jam operasional dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. Contoh hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Homogenitas Senin-Minggu
Test Statistics(a,b)

	SENIN_MGG
Chi-Square	22,185
df	6
Asymp. Sig.	0,001

a Kruskal Wallis Test

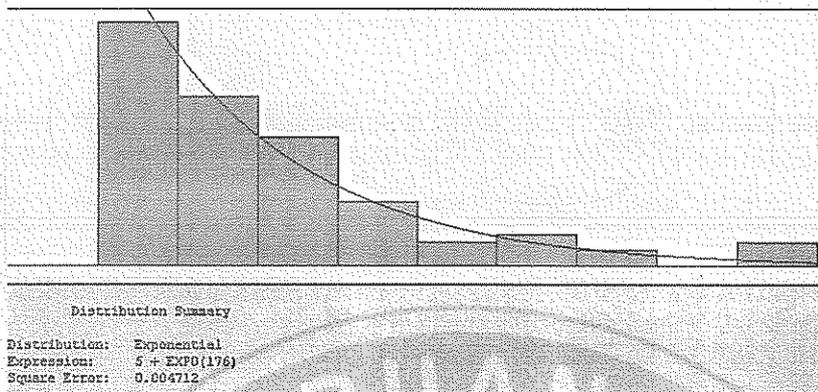
b Grouping Variable: JENIS_HR

Dengan tingkat kepercayaan 95%, hasil asymp.sig di atas ($=0,001$) menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak sehingga data tidaklah homogen. Selanjutnya, penulis akan mencoba untuk memisahkan data menjadi dua kelompok, yaitu kelompok hari Senin-Sabtu dan hari Minggu

3.2 Distribution Fitting

Tujuan *distribution fitting* adalah untuk menentukan distribusi dari data yang telah dikumpulkan dalam menggambarkan karakteristik data tersebut. *Fitting* ini akan dilakukan untuk data waktu antarkedatangan dan waktu proses.

Distribution fitting dilakukan untuk setiap halte setiap kelompok hari dan dalam kedua arah yang dilalui (Kalideres-Pasar Baru dan sebaliknya). Berikut ini akan disajikan contoh pengujian *distribution fitting* pada waktu antarkedatangan untuk halte Pasar Baru kelompok Senin-Sabtu.



Gambar 2. Hasil *Distribution Fitting* Antarkedatangan untuk Halte Pasar Baru

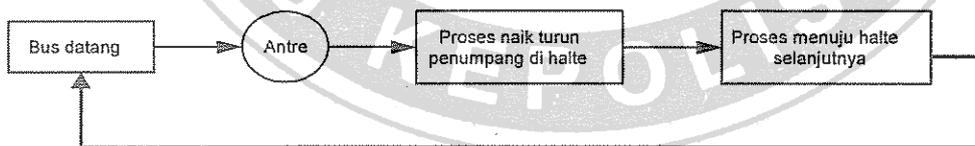
3.3 Simulasi Sistem dengan ARENA

a. Konseptualisasi model

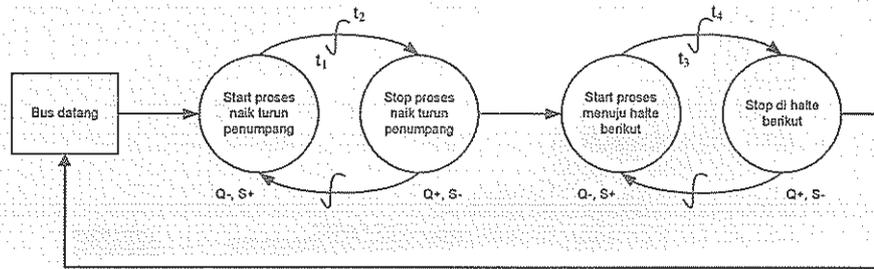
Di sini akan dilakukan pemodelan terhadap sistem *busway* yang diamati dan menjadi objek penelitian. Pemodelan akan diawali dengan pengamatan secara langsung, yang diikuti dengan penentuan variabel-variabel yang terlibat (data yang harus diambil). Untuk variabel-variabel yang dibutuhkan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- o jumlah penumpang
- o jumlah bus
- o waktu (antarkedatangan, proses, dan interval keberangkatan)

Setelah itu, pemodelan akan menyajikan desain *Activity Cycle Diagram* (ACD) dan *Event Graph* untuk memudahkan pemahaman mengenai konsep dari sistem yang diteliti. Desain tersebut tampak pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. *Activity Cycle Diagram*

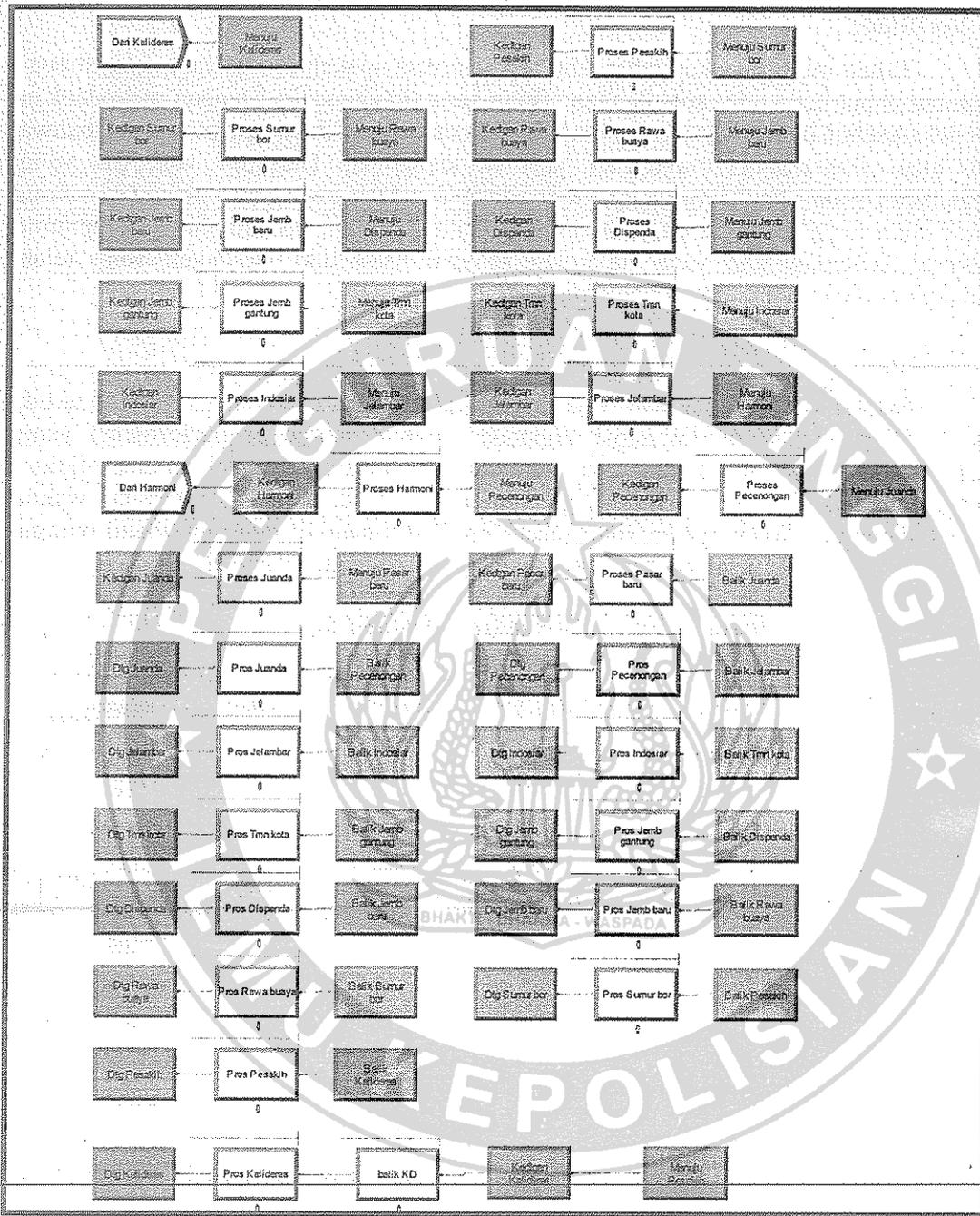


Gambar 4. Event Graph

Konseptualisasi model di sini juga mempertimbangkan karakteristik distribusi probabilitas dari setiap variabel yang dibutuhkan tadi. Hal ini dilakukan melalui *input analyzer* yang terdapat pada program ARENA yang digunakan.

b. Pengkodean

Pada tahap ini dimodelkan sistem yang ingin disimulasikan dalam program ARENA 5.0. Dalam melakukan pemodelan logika untuk sistem yang diteliti ini, digunakan empat macam modul *flowchart*, yaitu *Create*, *Station*, *Route*, dan *Process*. Rangkaian dari keempat modul yang menggambarkan model logika dari sistem operasional *busway* di dalam ARENA dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Modul Logika Simulasi Sistem

c. Verifikasi

Tahap ini merupakan tahap untuk memeriksa apakah model yang telah dibuat tersebut dapat berjalan sesuai dengan sistem yang dikehendaki. Dengan menjalankan model tersebut dalam kecepatan yang lambat dan tahap demi tahap, terlihat bahwa bus akan dioperasikan mulai dari halte Kalideres dan Harmoni pada saat yang bersamaan (saat yang dimaksud di sini adalah keadaan awal yang menggambarkan awal mula pengoperasian bus). Dari kedua halte tersebut, bus dikeluarkan menurut interval keberangkatan yang diperoleh sebagai hasil dari kebijakan yang telah ditetapkan oleh pemerintah sebagai pengelola.

d. Validasi

Setelah model berhasil diverifikasi, akan dilakukan uji validitas untuk menentukan apakah model dapat digunakan untuk mengukur performansi yang diinginkan oleh penulis dalam sistem *busway*. Validitas dari model ini akan diukur dengan membandingkan ukuran performansi model, yaitu rata-rata waktu antarkedatangan dalam sistem yang secara implisit mewakili rata-rata waktu tunggu penumpang dalam sistem. Kedua data tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Uji Validitas Waktu Tunggu

Halte	Aktual	Simulasi	Halte	Aktual	Simulasi
Kalideres	4,28	4,02	Pesakih	4,21	3,87
Pesakih	4,78	4,02	Sumur bor	4,21	3,89
Sumur bor	4,13	3,98	Rawa buaya	4,02	3,93
Rawa buaya	3,94	3,96	Jembatan baru	4,44	3,94
Jembatan baru	4,39	3,94	Dispenda	4,43	3,96
Dispenda	4,23	3,93	Jembatan gantung	4,28	3,98
Jembatan gantung	4,02	3,89	Taman kota	4,5	4
Taman kota	4,01	3,89	Indosiar	3,93	4,02
Indosiar	3,99	3,87	Jelambar	4,32	3,73
Jelambar	4,05	3,85	Pecenongan	3,4	3,77
Harmoni	4,31	3,84	Juanda	3,56	3,78
Pecenongan	3,45	3,8	Pasar baru	3,02	3,78
Juanda	3,11	3,85			

Dengan menggunakan uji-*t* berpasangan pada program SPSS 11.5, dibandingkan kedua data di atas apakah memiliki rata-rata waktu antarkedatangan yang sama. Dengan menggunakan hipotesis nol bahwa rata-rata data aktual dan data hasil simulasi untuk waktu tunggu di atas adalah sama. Selanjutnya, dilakukan pengujian pada tingkat kepercayaan 95% yang berarti hipotesis nol ditolak pada nilai *sig 2-tailed* yang lebih kecil daripada 0,05. Hasilnya adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Waktu Tunggu

Pair 1	Aktual - Simulasi	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
		,1408	,38718	,07744	-,0190	,3006	1,818	24	,082

Dari hasil di atas dapat dilihat nilai *sig 2-tailed* menunjukkan angka 0,082 ($>0,05$). Ini menandakan penerimaan hipotesis nol bahwa rataan data aktual dan data hasil simulasi tidak berbeda secara signifikan. Dengan demikian, model dapat disimpulkan valid, artinya model layak digunakan sebagai instrumen untuk mengukur performansi yang diinginkan.

e. Desain skenario

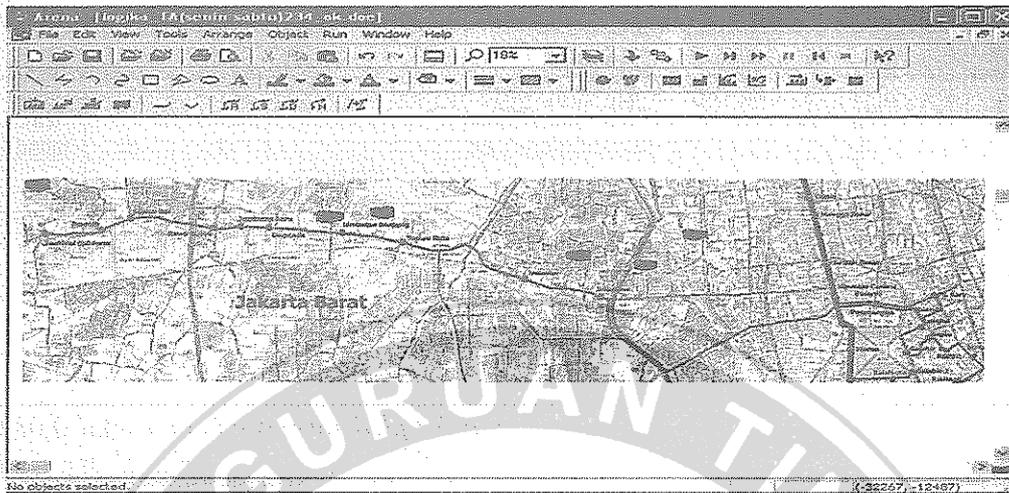
Dalam penelitian ini, ada tiga skenario usulan.

- Sistem awal adalah dengan pengeluaran 18 unit bus di halte Kalideres dan 17 unit bus di halte Harmoni pada interval keberangkatan masing-masing halte 3,1 menit.
- Jumlah pengeluaran bus dari Kalideres diperbanyak menjadi 25 unit dan di Harmoni dikurangi menjadi 10 unit dengan interval keberangkatan 3,1 menit.
- Penyediaan bantuan pengeluaran bus yang dialokasikan untuk Jelambar 10 unit dengan interval 3,1 menit, sedangkan Kalideres menjadi 20 unit dan Harmoni sebanyak 5 unit.
- Sistem pengoperasian sama seperti skenario kedua di atas, hanya di sini interval keberangkatan dipercepat menjadi 1,8 menit.

Dengan demikian, untuk saat ini telah diketahui percobaan apa saja yang akan dilakukan untuk masuk ke langkah selanjutnya.

f. Pelaksanaan percobaan

Pada tahap ini dilakukan simulasi terhadap sistem yang diamati. Di sini model yang telah didesain dalam ARENA tersebut dijalankan untuk mendapatkan *output* yang ingin diamati. Agar sistem yang disimulasikan ini memberikan gambaran yang lebih mirip dengan sistem aktualnya, akan disajikan animasi dari model seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Model Animasi dalam ARENA

Dari hasil rata-rata jumlah bus masuk tersebut, dapat diperoleh rata-rata waktu antarkedatangan setiap halte. Waktu antarkedatangan ini nantinya dapat diinterpretasikan sebagai rata-rata waktu tunggu penumpang di setiap halte.

g. Dokumentasi

Pada tahap ini dilakukan dokumentasi dari keseluruhan model dan diakhiri dengan usaha perbaikan terhadap model untuk selanjutnya diinterpretasikan dan dianalisis lebih lanjut.

h. Implementasi

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem operasional *busway* secara keseluruhan dan kemudian memberikan beberapa masukan berupa skenario usulan. Masukan yang ada hanyalah sebagai pertimbangan bagi pihak transjakarta dalam melakukan perbaikan sistemnya yang secara logis diketahui akan meningkatkan kepuasan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil simulasi sistem operasional *busway* terlihat bahwa sistem sekarang masih belum baik karena waktu tunggu rata-rata untuk jam sibuk lebih dari 3,5 menit (waktu ideal yang masih bisa ditolerir oleh penumpang). Jam sibuk merupakan kelompok jam yang harus mendapat prioritas utama sebelum beralih pada kelompok jam yang lain. Artinya, dengan melakukan perbaikan pada kelompok jam ini, secara keseluruhan sistem akan mampu untuk memberikan perbaikan pada kelompok jam yang lain.

Akhirnya, untuk mencapai perbaikan performansi sistem dalam hal penurunan rata-rata waktu tunggu penumpang, diusulkan tiga skenario sebagai berikut.

1. Jumlah pengeluaran bus dari Kalideres diperbanyak menjadi 25 unit dan di Harmoni dikurangi menjadi 10 unit dengan interval keberangkatan 3,1 menit.
2. Penyediaan bantuan pengeluaran bus yang dialokasikan untuk Jelambar sebanyak 10 unit dengan interval 3,1 menit, sedangkan untuk pengeluaran di Kalideres menjadi 20 unit dan Harmoni sebanyak 5 unit.
3. Sistem pengoperasian sama seperti pada skenario kedua di atas, hanya interval keberangkatan dipercepat menjadi 1,8 menit.

Dalam hal ini skenario sistem awal adalah dengan mengeluarkan bus sejumlah 18 unit dari Kalideres dan 17 unit dari Harmoni, dengan interval keberangkatan untuk masing-masing titik 3,1 menit. Perhitungan perbandingan performansi (dilihat dari waktu tunggu rata-rata yang dihasilkan) antara ketiga skenario tersebut beserta sistem awal memperlihatkan hasil sebagai berikut.

- o Skenario 1 lebih baik daripada sistem awal
- o Skenario 2 lebih baik daripada sistem awal
- o Skenario 3 lebih baik daripada sistem awal
- o Skenario 2 lebih baik daripada skenario 1
- o Skenario 3 lebih baik daripada skenario 1
- o Skenario 3 adalah sama baik dengan skenario 2

Terlihat bahwa skenario kedua dan ketiga paling baik. Untuk pemilihan skenario mana yang terbaik, penulis menganjurkan skenario kedua. Alasannya dari perbandingan secara manual, terlihat bahwa skenario ini memberikan perbaikan performansi yang lebih signifikan. Pada skenario ketiga dihasilkan lebih banyak antrean dengan alasan pengeluaran bus lebih cepat, tetapi rata-rata jumlah bus yang masuk sama dengan skenario 2.

Dari hasil penelitian ini, seperti telah disebutkan, kemungkinan perbaikan performansi dapat dicapai dengan menggunakan skenario kedua daripada sistem awal. Dengan ini pihak transjakarta dapat mempertimbangkan untuk menerapkan sistem ini seperti yang dijelaskan pada skenario ketiga, yaitu menyediakan bantuan pengeluaran bus di halte Jelambar yang menuju Pasar Baru.

Dengan jumlah bus tetap seperti saat ini, sangat sulit untuk melakukan peningkatan performansi dalam hal waktu tunggu rata-rata. Meskipun telah diusahakan memberikan yang terbaik, tetap saja rata-rata waktu tunggu belum mencapai 3,5 menit. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah kemungkinan penambahan jumlah bus. Berdasarkan hasil simulasi, penambahan jumlah bus diharapkan akan mampu meningkatkan performansi sistem secara lebih.

PUSTAKA ACUAN

Banks, Jerry. 2000. Introduction to Simulation. *Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference*, pp. 9—16.

- Cain, Alasdair dkk. 2006. *Applicability of Bogota's Transmilenio BRT Systems to The United States. Final Report.*
- Caughlin, Don. 2000. An Integrated Approach to Verification, Validation, and Accreditation of Models and Simulation. *Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference*, pp. 872--881.
- Daellenbach, H. G. 1995. *Systems and Decision Making : A Management Science Approach.* New York: John Willey & Sons Ltd.
- Diaz, Roderick dan Booz A. Hamilton. 2004. *Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision Making. Research Paper.*
- Fishburn, Paul T. dan Kevin M. Taaffe 1994. Transportation Applications. *Proceeding of the 1994 Winter Simulation Conference*, pp. 22--25.
- Kakiay, T. J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi.* Yogyakarta: ANDI.
- Kelton, W. David. 2000. Experimental Design for Simulation. *Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference*, pp. 32--38.
- Kelton, W. D., R. P. Sadowski dan D. T. Sturrock. 2003. *Simulation with Arena, (3rd edition.)* Singapore: McGraw-Hill.
- Law, Averill M. dan Michael G. McComas. 2001. How to Build Valid and Credible Simulation Models. *Proceeding of the 2001 Winter Simulation Conference*, pp. 23--29.
- Law, A. M. dan W. D. Kelton. 2000. *Simulation Modeling and Analysis, (3rd edition.)* Singapore: McGraw-Hill.
- Nasution, H.M.N. 1996. *Manajemen Transportasi.* Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Sargent, Robert G. 2000. Verification, Validation, and Accreditation of Simulation Models. *Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference*, pp. 50--59.
- Siddique, Abdul J. dan Ata M. Khan. 2006. Microscopic Simulation Approach to Capacity Analysis of Bus Rapid Transit Corridors. *Journal of Public Transportation.*
- Simatupang, Togar. 1995. *Pemodelan Sistem.* Klaten : Penerbit Nindita.
- Taha, Hamdy A. 1992. *Operations Research.* Washington : Macmillan.
- Thole, Cheryl dan Alasdair Cain. 2006. *The San Pablo Rapid-BRT Project Evaluation. Final Report.*
- [www. TokohIndonesia. com/ Sutiyoso/ Revolusi Transportasi Jakarta.](http://www.TokohIndonesia.com/Sutiyoso/RevolusiTransportasiJakarta)
- [www. DepartemenPerhubungan. co. id/ Pola Transportasi Makro.](http://www. DepartemenPerhubungan. co. id/ PolaTransportasiMakro)
- [www. DepartemenPerhubungan. co. id/ BRT.](http://www. DepartemenPerhubungan. co. id/ BRT)
- [www. DepartemenPerhubungan. co. id/ Informasi seputar transportasi Jakarta.](http://www. DepartemenPerhubungan. co. id/ InformasiSeputarTransportasiJakarta)