

PERANCANGAN PROGRAM SIMULASI PENJADWALAN BUSWAY-TRANSJAKARTA DENGAN METODE *REPETITIVE SCHEDULING*

Sabungan H.Hutapea¹; Michael²; Ngarap Im Manik³

¹ Badan Penelitian dan Pengembangan – Kementerian Perhubungan - Jakarta
^{2,3} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Nusantara
Jln. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
sabunganhttp@yahoo.com

ABSTRACT

In order to cope with queuing on TransJakarta bus shelter, there should be an optimized busway scheduling model. This modeling is made through implementing scheduling theory of repetitive scheduling method to create operational simulation of Transjakarta bus to work optimally. From the model, the writer built a web-based system that showed scheduling model in the reality. Along with this model and system, it is hoped that the operational of Transjakarta bus could be more effective and at the end it could decrease traffic jam in Jakarta.

Keywords: *scheduling simulation, repetitive scheduling, Transjakarta*

ABSTRAK

Untuk menanggulangi panjangnya antrian pada shelter Bus Transjakarta, dilakukan dengan membuat model penjadwalan busway yang optimal. Pemodelan ini dibuat dengan mengimplementasikan teori penjadwalan Repetitive Scheduling Method untuk memberikan simulasi pengoperasian Bus Transjakarta agar berfungsi secara optimal. Dari model yang dibuat, penulis membangun sebuah sistem berbasis web yang memperlihatkan model penjadwalan dalam kenyataan di lapangan. Dengan adanya model dan sistem ini, diharapkan pengoperasian Bus Transjakarta akan dapat menjadi lebih efektif dan pada akhirnya akan mengurangi kemacetan yang terjadi di kota Jakarta.

Kata kunci: *Simulasi penjadwalan, Repetitive scheduling, Transjakarta*

PENDAHULUAN

Banyak faktor yang turut menyebabkan kemacetan pada kota Jakarta, seperti adanya masalah dwifungsi trotoar yang selain untuk tempat pejalan kaki juga digunakan untuk kegiatan ekonomi (pedagang kaki lima), juga tata ruang yang kurang optimal, tidak lupa juga karena rendahnya disiplin berlalu lintas. Kenyataan ini juga diperburuk dengan faktor utama bahwa pertumbuhan kendaraan bermotor pribadi berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk yang terlalu pesat ditambah dengan arus urbanisasi. Dengan adanya peningkatan jumlah perjalanan di Jakarta, dengan sendirinya berimplikasi pada peningkatan kendaraan bermotor, tatkala angkutan umum yang tersedia tidak mencukupi aspek keamanan dan kenyamanan penumpang, maka warga kota biasa memecahkan persoalan perjalanan mereka dengan kendaraan pribadi masing-masing.

Ironisnya, dengan semakin banyaknya kendaraan pribadi, justru kota Jakarta yang tidak macet akan semakin jauh untuk bisa diwujudkan. Kendaraan umum menempati bagian kecil dari keseluruhan jumlah kendaraan, dan karena alasan keamanan dan kenyamanan belum bisa menjadi pilihan bagi banyak warga kota yang memiliki kendaraan pribadi (terutama sepeda motor). Siapapun pasti menginginkan kota Jakarta tertata rapi dan dilengkapi oleh sarana dan prasarana yang memadai dan bisa digunakan dengan baik oleh masyarakat.

Berbekal keinginan untuk memberi bentuk kendaraan umum yang lebih aman dan nyaman, Pemerintah DKI Jakarta memperkenalkan Bus Transjakarta, sebuah sarana transportasi dengan moda bus yang berjalan di jalur tertentu (disebut *busway*), sehingga lebih bebas terhadap kemacetan jalan. Tujuan pembangunan sistem ini adalah untuk meningkatkan jumlah perjalanan penumpang dengan transportasi bus yang aman, nyaman, dan handal. Pada umumnya, tujuan pengoperasian sistem ini adalah untuk mengalihkan penggunaan kendaraan pribadi agar masyarakat pemilik kendaraan pribadi mau menggunakan transportasi dengan angkutan umum.

Bus Transjakarta sebagai sarana menuju tatanan masyarakat kota Jakarta yang tertib dan disiplin serta busway Transjakarta juga diharapkan menjadi jawaban dari usaha untuk mengurangi tingkat polusi yang tinggi. Dengan berkurangnya penggunaan kendaraan pribadi, akan memberikan kontribusi positif terhadap penurunan polusi udara.

Untuk meningkatkan keefektifan pengoperasian Bus Transjakarta sebagai alternatif bagi warga kota Jakarta, penulis merancang sebuah model dan sistem penjadwalan busway yang dapat digunakan untuk mensimulasikan keadaan di lapangan yang sebenarnya. Kiranya hasil ini dapat menjadi solusi untuk metode pengoperasian Bus Transjakarta yang efektif dan efisien.

Struktur Dasar Model Simulasi

Sekalipun model yang dibuat sangat kompleks, pada dasarnya struktur dasar sangat sederhana dan secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut. (Altiok, 2001; Suryani, 2006)

$$E = f(X_i, Y_j) \dots\dots\dots (1)$$

di mana :

- E = efek performansi sistem ;
- X_i = variabel dan parameter yang dapat dikontrol
- Y_j = variabel dan parameter yg tidak terkontrol
- F = hubungan antara X_i dan Y_j yang menghasilkan E

Setiap model umumnya akan memiliki unsur-unsur berikut ini: (1) Komponen-komponen model, yakni entitas yang membentuk model, didefinisikan sebagai objek sistem yang menjadi perhatian pokok; (2) Variabel, yakni nilai yang selalu berubah; (3) Parameter, yakni nilai yang tetap pada suatu saat, tapi bisa berubah pada waktu yang berbeda; (4) Hubungan fungsional, yakni hubungan antar komponen-komponen model; (5) Konstrains, yakni batasan dari permasalahan yang dihadapi.

Teori Penjadwalan dengan *Repetitive Scheduling Method*

Masalah utama dalam penjadwalan kegiatan yang berulang adalah keterbatasan material /resources, di mana hal inilah yang perlu diberlakukan optimasi. Karena dalam kegiatan yang berulang itu, ada kalanya terdapat *Critical Path*, atau sesuatu yang sangat penting untuk diberlakukan. Jika dalam *Critical Path Method*, hal utama yang perlu diperhatikan adalah adanya jalur kritis, yakni jalur yang wajib dilalui dalam melakukan penjadwalan suatu rangkaian pekerjaan. Sedangkan dalam *Repetitive Scheduling Method*, hal utama yang perlu diperhatikan adalah optimalnya material yang digunakan. (Mattila, 2003).

Ada 2 variabel yang perlu diperhatikan, yakni *resource production rate* (rpr_A) dan *unit production rate* (upr_A). rpr_A adalah banyaknya pekerjaan yang bisa dikerjakan dengan banyak material tertentu dalam satu waktu. upr_A adalah banyaknya unit berulang yang bisa dikerjakan dari resource / material dalam satu waktu.

$$rpr_A = \frac{Q_{Ai}}{T_{Ai}} \dots\dots\dots (2)$$

Q_{Ai} adalah banyaknya pekerjaan dalam rangkaian aktivitas (A) dalam unit yang berulang. T_{Ai} adalah waktu yang diperlukan untuk melengkapi rangkaian aktivitas (A) dalam unit i .

$$upr_A = \frac{rpr_A}{Q_{Ai}} \dots\dots\dots (3)$$

Dari hasil *resource production rate* dan *unit production rate* inilah, bisa dihitung bagaimana seharusnya penjadwalan yang baik bekerja (Arditi, 2001). Dalam penulisan makalah ini, data yang berulang adalah pembaharuan data waktu tempuh Bus Transjakarta dalam menempuh *shelter-shelter*nya.

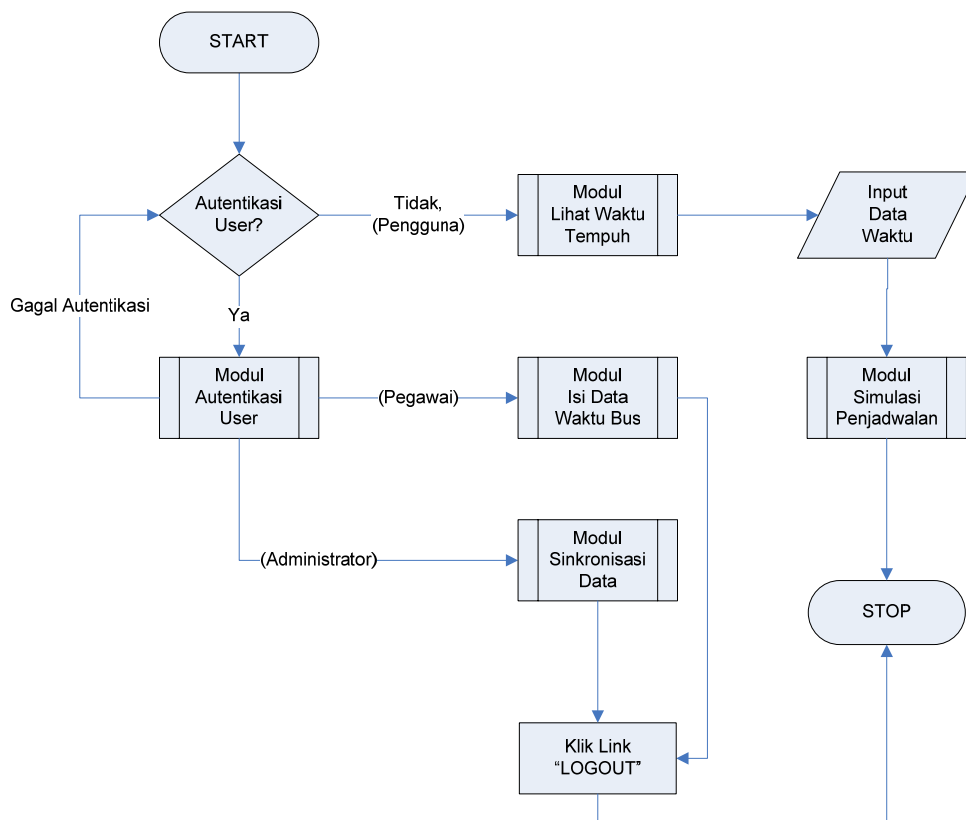
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini lebih kepada perancangan program simulasi untuk *Repetitive Scheduling Method*, karena untuk mendapatkan hasil data yang mendekati kenyataan adalah dengan melakukan pembaharuan data yang dilakukan terus-menerus, mengikuti perkembangan keadaan dalam kenyataannya. (Huang, 2000). Metode pengumpulan data yang digunakan pada adalah: **Observasi** yakni mengamati langsung apa yang dikerjakan oleh pelaku pekerjaan, dalam hal ini adalah pengemudi, petugas keamanan, dan penjaga tiket Bus Transjakarta serta **Wawancara** yakni dengan bertanya langsung kepada para pekerja lapangan, dalam hal ini adalah pengemudi, petugas keamanan, dan penjaga tiket Bus Transjakarta serta masyarakat pengguna Bus Transjakarta. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada fase interval kedatangan Bus Transjakarta ke *shelter-shelter* yang

dilalui selama Koridor 1 (Kota–Blok M) dan Koridor 3 (Kali Deres–Pasar Baru) saja. Petugas pada setiap *shelter* dapat berperan untuk memperbaharui data interval kedatangan itu dengan menggunakan sistem berbasis web.

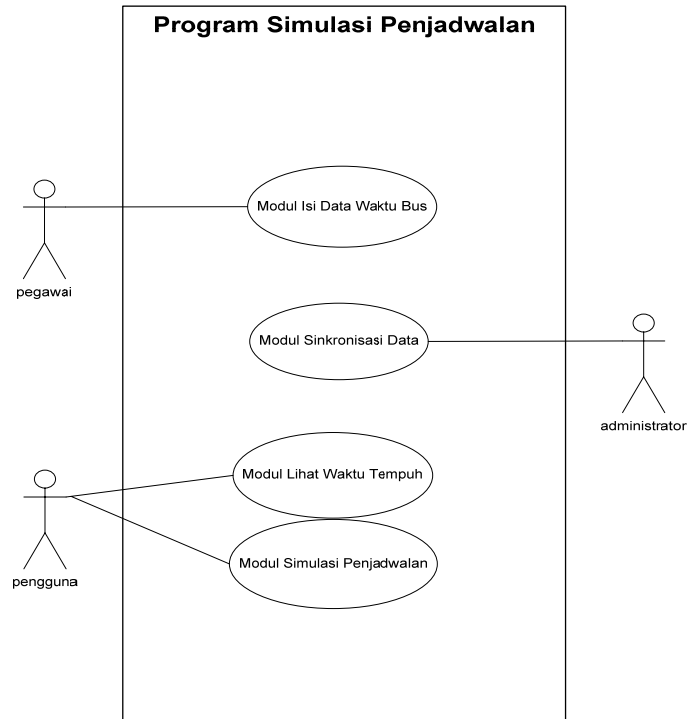
Data-data hasil dari petugas *shelter* ini akan menjadi rujukan untuk sistem sehingga data yang dihasilkan akan semakin mendekati kenyataannya. Dalam merancang sistem penyelesaian masalah ini, penulis mengembangkan 2 bagian dari keseluruhan sistem, yakni berupa model simulasi yang dibuat dengan *Ventana Simulation* (Vensian,2007) dan sistem berbasis web yang digunakan untuk melihat data jadwal berikut pembaharuan data secara *realtime* yang dibuat dengan *PHP (PHP Hypertext Preprocessor)*. Adapun metode yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah *Repetitive Scheduling Method*.(Mattila, 2003)

Model yang menjadi dasar simulasi penjadwalan ini pun dibuat dengan menggunakan data yang telah didapat. Pembuatan model ini dilakukan dengan menggunakan program simulator *Ventana Simulation*. Kemudian data dikumpulkan sebagai data input atau perjalanan yang terdiri dari : Pada Koridor 1, Bus Transjakarta akan melewati 20 *shelter* yang merentang dari *Shelter* Stasiun Kota Jakarta sampai *Shelter* Blok M, di mana dibagi menjadi 2 rute, yakni rute dari Stasiun Kota ke Blok M, dan rute dari Blok M ke Stasiun Kota. Pada Koridor 3, Bus Transjakarta akan melewati 16 *shelter* yang merentang dari *Shelter* Kalideres sampai *Shelter* Pasar Baru, di mana dibagi menjadi 2 rute, yakni rute dari Kalideres ke Pasar Baru, dan rute dari Pasar Baru ke Blok M. Secara keseluruhan proses perancangan dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.(Evans, 2001)



Gambar 1 Flowchart Program Simulasi

Program dimulai dengan pilihan apakah pengguna akan melakukan autentikasi sebagai seorang pegawai atau *administrator*. Jika tidak melakukan autentikasi akan dianggap sebagai pengguna.



Gambar 2 Use Case Diagram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengumpulan data yang didapat dengan observasi, didapatkan data berikut:

Tabel 1 Data Koridor 1 Rute 1

No	Asal	Tujuan	Antrian	Waktu	Kemacetan
1	Stasiun Kota Jakarta	Glodok	159	100	20
2	Glodok	Olimo	180	70	5
3	Olimo	Mangga Besar	141	55	5
4	Mangga Besar	Sawah Besar	156	120	10
5	Sawah Besar	Harmoni	522	130	45
6	Harmoni	Monas	69	110	15
7	Monas	Bank Indonesia	199	70	5
8	Bank Indonesia	Sarinah	126	50	10
9	Sarinah	Bundaran Hotel Indonesia	202	65	5
10	Bundaran Hotel Indonesia	Tosari	91	120	30
11	Tosari	Dukuh Atas	139	70	5
12	Dukuh Atas	Setiabudi	110	175	25
13	Setiabudi	Karet	130	65	10
14	Karet	Bendungan Hilir	142	55	5
15	Bendungan Hilir	Polda Metro	86	120	15
16	Polda Metro	Gelora Bung Karno	131	70	5
17	Gelora Bung Karno	Bundaran Senayan	176	150	50
18	Bundaran Senayan	Masjid Agung	94	165	35
19	Masjid Agung	Blok M	-	275	75

Tabel 2 Data Koridor 1 Rute 2

No	Asal	Tujuan	Antrian	Waktu	Kemacetan
1	Blok M	Masjid Agung	94	275	75
2	Masjid Agung	Bundaran Senayan	176	165	35
3	Bundaran Senayan	Gelora Bung Karno	131	150	50
4	Gelora Bung Karno	Polda Metro	86	70	5
5	Polda Metro	Bendungan Hilir	142	125	10
6	Bendungan Hilir	Karet	130	55	5
7	Karet	Setiabudi	110	65	10
8	Setiabudi	Dukuh Atas	139	170	30
9	Dukuh Atas	Tosari	91	70	5
10	Tosari	Bundaran Hotel Indonesia	202	125	25
11	Bundaran Hotel Indonesia	Sarinah	126	65	5
12	Sarinah	Bank Indonesia	199	60	5
13	Bank Indonesia	Monas	69	70	10
14	Monas	Harmoni	522	120	5
15	Harmoni	Sawah Besar	156	130	40
16	Sawah Besar	Mangga Besar	141	110	20
17	Mangga Besar	Olimo	180	50	10
18	Olimo	Glodok	159	70	5
19	Glodok	Stasiun Kota Jakarta	-	100	20

Tabel 3 Data Koridor 3 Rute 1

No	Asal	Tujuan	Antrian	Waktu	Kemacetan
1	Kalideres	Pesakih	80	110	20
2	Pesakih	Sumur Bor	79	65	10
3	Sumur Bor	Rawa Buaya	170	90	10
4	Rawa Buaya	Jembatan Baru	150	150	20
5	Jembatan Baru	Dispenda	80	90	10
6	Dispenda	Jembatan Gantung	100	130	20
7	Jembatan Gantung	Taman Kota	120	115	20
8	Taman Kota	Indosiar	212	170	20
9	Indosiar	Jelambar	125	115	20
10	Jelambar	Grogol	150	175	25
11	Grogol	Sumber Waras	90	100	35
12	Sumber Waras	Harmoni	500	320	30
13	Harmoni	Pacenongan	150	130	20
14	Pacenongan	Juanda	100	100	20
15	Juanda	Pasar Baru	-	70	30

Tabel 4 Data Koridor 3 Rute 2

No	Asal	Tujuan	Antrian	Waktu	Kemacetan
1	Pasar Baru	Juanda	100	70	30
2	Juanda	Pacenongan	150	110	10
3	Pacenongan	Harmoni	500	130	20
4	Harmoni	Sumber Waras	90	320	30
5	Sumber Waras	Grogol	150	105	30
6	Grogol	Jelambar	125	175	25
7	Jelambar	Indosiar	212	115	20
8	Indosiar	Taman Kota	120	170	20
9	Taman Kota	Jembatan Gantung	100	115	20
10	Jembatan Gantung	Dispenda	80	130	20
11	Dispenda	Jembatan Baru	150	90	10
12	Jembatan Baru	Rawa Buaya	170	140	30
13	Rawa Buaya	Sumur Bor	79	90	10
14	Sumur Bor	Pesakih	80	65	10
15	Pesakih	Kalideres	-	110	20

(Waktu dihitung dalam hitungan detik dan observasi dilakukan pada hari Minggu 10:00 WIB sampai 12:00 WIB, Antrian dihitung dalam hitungan orang dan merupakan perhitungan rata-rata).

Berikut beberapa tampilan hasil simulasi program antara lain :

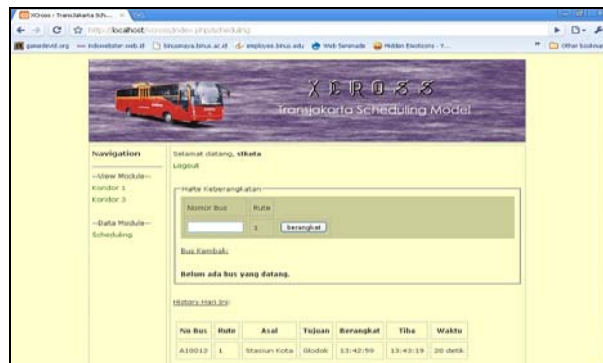
Halaman SCHEDULING dapat diakses oleh pegawai pada masing-masing *shelter* dengan memasukkan ID dan *passkey* yang berbeda-beda untuk setiap *shelter*. Untuk *shelter* yang sama dalam

koridor berbeda juga memiliki ID yang berbeda, seperti *shelter* Harmoni. Ada 2 tipe *shelter* dalam hal ini, yakni *shelter* keberangkatan (seperti Stasiun Kota Jakarta, Blok M, Kalideres, dan Pasar Baru) dan *shelter* transit (*shelter-shelter* lainnya).

Contoh *shelter* keberangkatan dengan
 ID : stkota ; Passkey : kota

Pada *shelter* keberangkatan, ada 2 hal yang perlu diperhatikan:

Bus yang akan berangkat dimasukkan nomor busnya pada kolom yang disediakan dan tekan tombol BERANGKAT, maka XCROSS akan memasukkan data waktu berangkat bus tersebut ke dalam database. Data ini akan tertera pada *History Hari Ini* yang tertulis di bagian bawah seperti yang ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3 Halaman *Shelter* Keberangkatan XCROSS

Ketika ada bus yang akan sampai ke *shelter* ini, maka akan muncul tombol besar TIBA beserta nomor bus yang bersangkutan. Pegawai harus menekan tombol TIBA saat bus sampai di *shelter* dan data waktu tiba bus akan dimasukkan ke dalam database. Data ini juga akan tertera pada *History Hari Ini* pada gambar 4.



Gambar 4. Bus Tiba di *Shelter* Keberangkatan

Contoh *shelter* transit dengan
 ID: glodok ; Passkey : glodok

Pada *shelter* transit, juga ada 2 hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan rute:

1. Rute 1 akan mengambil data bus yang akan tiba ke *shelter* bersangkutan dari rute 1 dan rute 2 akan mengambil data bus yang akan tiba ke *shelter* bersangkutan dari rute 2, di mana rute 1 dan rute 2 saling berbalik arah.
2. Ketika ada bus yang akan mendekati, akan muncul tombol "tiba" dan data waktu tiba bus di *shelter* bersangkutan akan dimasukkan ke dalam database dan tertera pada *History Hari Ini*. Setelah melakukan penekanan tombol TIBA, akan muncul tombol PERGI sebagai gantinya dan harus ditekan ketika bus akan meninggalkan *shelter* bersangkutan ke *shelter* berikutnya. Data waktu berangkat juga akan dimasukkan dalam database dan memperbaharui data yang tertera pada *History Hari Ini*. Keadaan dapat dilihat pada tampilan gambar 5

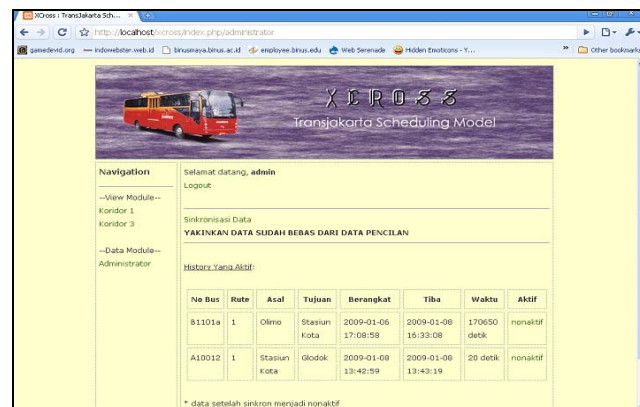


Gambar 5 Halaman Shelter Transit XCROSS

Halaman “Administrator” dapat diakses oleh seorang *administrator* yang bertugas untuk menyeleksi data dari data tidak *valid* (data pencilan). Untuk autentikasi sebagai *administrator* dengan

ID : admin
 Passkey : admin

Contoh data tidak *valid* dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini:



Gambar 6 Halaman Administrator XCROSS

Dapat terlihat bahwa data waktu 170650 detik adalah data tidak *valid* sehingga perlu melakukan penekanan *hyperlink* “nonaktif” sehingga data tersebut tidak akan menjadi rujukan untuk sinkronisasi data. Tugas utama seorang *administrator* adalah untuk melakukan sinkronisasi data dengan menekan *hyperlink* “Sinkronisasi Data”, di mana data yang aktif (yang tampil pada *History Yang Aktif*) akan menjadi bahan rujukan untuk mengubah data yang ditampilkan pada *hyperlink* “Koridor 1” maupun “Koridor 3”.

Pembahasan

Dari hasil implementasi XCROSS, kemudian dilakukan suatu evaluasi. Hasil yang didapatkan dari evaluasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem simulasi penjadwalan XCROSS telah dapat melakukan tujuan yang ingin dicapai, yakni dengan melakukan pembaharuan waktu tempuh berdasarkan data yang dimasukkan oleh pegawai dan disinkronisasi oleh *administrator*.

2. Dengan adanya model sebagai dasar XCROSS, dapat menjadi rujukan untuk membentuk sistem yang berjalan di kenyataan maupun sistem yang berjalan secara komputerisasi sehingga menjadi lebih efektif dan efisien.
3. Dengan model dan sistem ini, bisa didapatkan data penjadwalan yang mendekati kenyataan, sehingga bisa diterapkan kendali (*control*) terhadap keseluruhan pengelolaan Bus Transjakarta. Dengan adanya kendali terhadap penjadwalan, dapat membuat pengelolaan Bus Transjakarta yang lebih baik.
4. Tatap muka pada XCROSS telah memenuhi lima kriteria dan lima aturan utama sehingga dapat dianggap *user-friendly*.

PENUTUP

Dari hasil evaluasi terhadap model dan sistem simulasi penjadwalan yang telah dibuat, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Dengan model ini, dapat membuat skenario kerja Bus Transjakarta yang efektif dan efisien serta dengan menggunakan XCROSS, data waktu tempuh yang ditampilkan dapat lebih mendekati kenyataan di lapangan. Dengan data yang dapat mewakili kenyataan, akan memberi manfaat untuk membuat penjadwalan waktu operasi bagi Bus Transjakarta. Simulasi penjadwalan akan membuat jadwal operasi yang optimal dan menjadi informasi bagi pengguna untuk memperkirakan waktu tiba di tiap *shelter* sehingga efisiensi kerja Bus Transjakarta yang lebih baik akan menjadikan satu bentuk transportasi yang nyaman, dan bermanfaat mewujudkan kelancaran lalu lintas kota Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Arditi, David; Tokdemir, Ornur B.; Suh, Kangsuk. 2001. Scheduling system for repetitive unit construction using line-of-balance technology. *Engineering, Construction and Architectural Management*. Vol.8 (2), pp90-103
- Altiok, Tayfur; Melamed, Benjamin. 2001. *Simulation Modeling and Analysis with Arena*. Cyber Research Inc and Enterprise Technology Solutions Inc.
- Evans, James R.; Olson, David L. 2002. *Introduction to Simulation and Risk Analysis*. Jilid 1. Prentice Hall.
- Huang, Rong-Yau; Halpin, Daniel W. 2000. Graphically based LP modelling for linear scheduling analysis: the POLO system. *Engineering, Construction and Architectural Management*. Vol. 7 (1), pp41-51
- Mattila, Kris G.; Park, Amy. 2003. Comparison of Linear Scheduling Model and Repetitive Scheduling Method. *Engineering, Construction and Architectural Management*. Vol. 129 (1), pp56-64
- Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan & Simulasi*. Jilid 1. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Vensim. 2007. *Reference Manual Version 5*. Ventana Systems Inc.