

Perancangan model simulasi untuk meningkatkan jumlah penumpang bus Transjakarta menggunakan *soft system methodology* dan *agent based model*

Iphov Kumala Sriwana¹, M. Agung Saryatmo², Erwin Saputra³

¹Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri Universitas EsaUnggul

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara

³Alumni Program Studi Teknik Industri Universitas Tarumanagara

Corresponding author: iphov.kumala@esaunggul.ac.id

Abstrak. Jakarta merupakan salah satu kota di Indonesia dengan layanan angkutan umum yang belum optimal. Nilai indeks kualitas angkutan umum di Jakarta hanya 18%, jauh lebih rendah dibandingkan rata-rata indeks kualitas angkutan umum di Indonesia yang mencapai 38,67%. Sampai tahun 2016, Jumlah pengguna angkutan umum di Jakarta, hanya sebesar 24%, sementara idealnya jumlah pengguna angkutan umum adalah 60%. Hal ini menunjukkan rendahnya minat masyarakat Jakarta untuk menggunakan angkutan umum. Salah satu angkutan umum adalah Bus Transjakarta, dimana sejak tahun 2011, jumlah penumpang Bus Transjakarta cenderung stagnan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah aktual yang dialami penumpang Bus Transjakarta Koridor 8 dengan menggunakan Soft Systems Methodology dan kemudian dilakukan simulasi dengan menggunakan Agent Based Model. Penggunaan Soft Systems Methodology ini menghasilkan sembilan aktivitas model yang dapat dilakukan oleh PT. Transportasi Jakarta untuk memperbaiki sistem Bus Transjakarta Koridor 8, sehingga dapat meningkatkan jumlah penumpang. Penggunaan simulasi dengan agent based model menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan dan skor BRT dapat meningkatkan jumlah penumpang, tetapi peningkatan jumlah penumpang Bus Transjakarta akan lebih optimal jika didukung dengan pengurangan headway dan persentase bus single. Peningkatan penumpang dapat terjadi sebanyak 6,83 sampai 44,38%.

Kata kunci: *soft systems methodology, unified modeling language, NetLogo.*

Abstract Jakarta is one of the cities in Indonesia with public transport services that have not been optimal. The quality index of public transport in Jakarta is only 18%, far lower than the average quality index of public transport in Indonesia which reaches 38.67%. Until 2016, the number of public transport users in Jakarta was only 24%, while ideally the number of public transport users was 60%. This shows the low interest of the people of Jakarta to use public transportation. One of the public transportation is Transjakarta Bus, where since 2011, the number of Transjakarta Bus passengers tends to be stagnant. This study aims to identify the actual problems experienced by Transjakarta Corridor Bus passengers using Soft Systems Methodology and then simulate using Agent Based Models. The use of Soft Systems Methodology produces nine model activities that can be carried out by PT. Jakarta Transportation to improve the Corridor 8 Transjakarta Bus system, so as to increase the number of passengers. The use of simulations with an agent based model shows that increasing speed and BRT scores can increase the number of passengers, but the increase in the number of passengers on the Transjakarta Bus will be more optimal if supported by a reduction in headway and the percentage of single buses. Increased passengers can occur as much as 6.83 to 44.38%.

Keywords: *soft systems methodology, unified modeling language, NetLogo.*

1 Pendahuluan

Angkutan umum merupakan salah satu transportasi yang sangat penting dalam suatu daerah. Berdasarkan hasil survey Ikatan Ahli Perencanaan (IAP) pada tahun 2011, Jakarta merupakan salah satu kota di Indonesia dengan layanan angkutan umum terburuk dan paling tidak aman. Survey tersebut menyatakan bahwa indeks kualitas angkutan umum di Jakarta hanya 18%, jauh lebih rendah dibandingkan rata-rata indeks kualitas angkutan umum di Indonesia yang mencapai 38,67%. Pandangan masyarakat Jakarta terhadap keamanan dari angkutan umum pun sangat rendah, yaitu hanya 19%

Layanan angkutan umum yang buruk dan tidak aman di Jakarta, menyebabkan rendahnya jumlah masyarakat yang menggunakan angkutan umum tersebut. Menurut ketua Masyarakat Transportasi Indonesia (MTI)

Danang Parikesit, hingga tahun 2016 ini hanya 24% masyarakat Jakarta yang menggunakan angkutan umum. Hal ini tentunya sangat memprihatinkan, karena idealnya jumlah pengguna angkutan umum adalah 60%.

Bus Transjakarta adalah salah satu jenis angkutan umum yang ada di Jakarta. Sejak awal dioperasikan yaitu pada tahun 2004, Bus Transjakarta terus mengalami peningkatan penumpang hingga tahun 2011. Hal ini sempat memberi harapan adanya angkutan umum yang lebih baik di Jakarta, namun sejak tahun 2011 penumpang Bus Transjakarta cenderung turun.

Salah satu penyebab turunnya jumlah penumpang Bus Transjakarta adalah karena kualitas pelayanan yang kurang baik. Kualitas pelayanan yang kurang baik ini, dapat dilihat dari rendahnya skor BRT yang didapat oleh Transjakarta. Berdasarkan penilaian dari *Institute for Transportation & Development Policy*, hanya Koridor 1 yang mendapatkan kategori nilai *silver* sedangkan koridor lainnya mendapat kategori nilai *bronze*. Hal ini sangat ironis, karena TransMilenio yang merupakan inspirasi terbentuknya Transjakarta mendapat kategori nilai yang sangat baik, yaitu *gold*. Guangzhou BRT yang baru dibangun pada bulan Februari 2010 pun, berhasil mendapatkan kategori nilai *gold*. Berdasarkan masalah tersebut, dirancang model simulasi untuk meningkatkan jumlah penumpang Bus Transjakarta di Jakarta pada koridor 8 dengan menggunakan *Agent Based Model*. Digunakannya *Agent Based Model* (ABM) karena ABM merupakan salah satu aktivitas simulasi yang dapat digunakan untuk merancang peningkatan jumlah salah satu agent dengan mempertimbangkan agent lainnya. Hal ini dilakukan pula oleh (Sriwana et al., 2016), (Hidayat & Marimin, 2014) dan (Hidayat, Marimin, Suryani, Sukardi, & Yani, 2012).

2 Kajian Pustaka

Menurut (Yin, Li, & Zhi, 2010), *Agent Based Model* (ABM) adalah sebuah metode yang mempelajari interaksi antar beberapa agent dengan mensimulasikan entiti di dalam sistem yang kompleks, memodelkan agent dan mencoba menggambarkan sistem yang kompleks melalui tindakan agent, interaksi antar agent dan lingkungan. (Macal & North, 2011) juga menyampaikan bahwa ABM adalah teknik pemodelan yang relatif baru yang banyak digunakan untuk model sistem kompleks yang saling berinteraksi dari agent yang mandiri. Agent mempunyai perilaku yang sering digambarkan dengan rules yang sederhana. Agent berinteraksi dengan agent yang lain dan belajar dari pengalaman mereka.

(Checkland & Poulter, 2010) menyampaikan bahwa *Soft System Methodology* (SSM) adalah sebuah pendekatan holistik di dalam melihat aspek-aspek riil dan konseptual di masyarakat. SSM hadir dengan kemampuan menangani situasi yang sulit dan kompleks yang sebelumnya tidak bisa diselesaikan dengan baik oleh *Hard System Methodology* (HSM). SSM merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk merancang usulan perbaikan pada suatu sistem, yang salah satunya digunakan oleh (I.K. Sriwana, Arkeman, Syah, & Marimin, 2017) untuk memperbaiki kelembagaan dari suatu sistem rantai pasok.

Menurut (Nugroho, 2010), *Unified Modeling Language* (UML) adalah sebuah bahasa yang berdasarkan grafik atau gambar untuk memvisualisasikan, menspesifikasikan, membangun, dan pendokumentasian dari sebuah sistem pengembangan perangkat lunak berbasis objek (OOP). Salah satu jenis diagram pada UML adalah *use case*. *Use case* bekerja dengan cara mendeskripsikan tipe interaksi antara *user* sebuah sistem dengan sistemnya sendiri melalui sebuah cerita bagaimana sistem tersebut dipakai. Jenis diagram lainnya dari UML adalah *activity diagram*, dimana diagram ini sering digunakan pada *flowchart* dan berfungsi untuk menunjukkan bagaimana aktifitas-aktifitas bergantung satu sama lain.

NetLogo adalah sebuah pemrograman yang memodelkan lingkungan untuk mensimulasikan fenomena alam dan sosial. NetLogo memungkinkan kita untuk mensimulasi, mengoperasi, dan mengeksplorasi perilaku yang ada pada objek simulasi tersebut dengan beranekaragam kondisi.

3 Metoda

Penelitian ini dilakukan pada sistem Bus Transjakarta pada Koridor 8. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua Metode. Metode awal yang digunakan adalah *Soft System Methodology* (SSM). *Soft System Methodology* dilakukan dengan melalui 6 tahapan, dimana tahap pertama dilakukan dengan melakukan identifikasi sistem dan identifikasi masalah, tahap kedua melakukan perancangan *rich picture diagram*, tahap ketiga melakukan perancangan *root definition*, tahap keempat melakukan perancangan model konseptual dan tahap kelima melakukan perbandingan model aktual dengan *activity model* (Proses

debating). Metode kedua digunakan sebagai usulan perbaikan yang dilakukan pada tahap ke-6 SSM. Metode kedua yang digunakan adalah Agent Based Model. Agent Based Model diawali dengan penentuan agent sebagai tahap ke-6, penentuan atribut dan perilaku agent sebagai tahap ke-7 dan perancangan simulasi sebagai tahap ke 8.

4 Hasil dan Pembahasan

Tahap 1. Identifikasi Sistem dan Identifikasi Masalah

Bus Transjakarta telah menjadi salah satu kebutuhan bagi sebagian masyarakat Jakarta dalam hal transportasi karena Bus Transjakarta dianggap sebagai salah satu angkutan umum yang paling dapat diandalkan dengan harga yang ekonomis. Penggunaan Bus Transjakarta dapat membuat penumpang sampai ke tempat tujuan dengan lebih cepat, karena Bus Transjakarta memiliki jalur khusus meskipun terdapat beberapa jalur tidak terdapat jalur khusus tersebut.

Pada koridor 8, terdapat 22 halte Bus Transjakarta yang tersebar sepanjang 26 Km dari halte Harmoni hingga ke halte Lebak Bulus. Sejak tahun 2015, untuk dapat masuk ke halte Bus Transjakarta penumpang harus menggunakan *e-ticketing* yang bertujuan untuk mempercepat proses pembelian tiket. Selain penggunaan *e-ticketing*, PT. Transportasi Jakarta juga melakukan inovasi dengan mengoperasikan bus pengumpan. Bus pengumpan adalah sebuah fasilitas yang memudahkan penumpang Bus Transjakarta yang ingin naik Bus Transjakarta namun tidak tersedia halte di dekat lokasinya. Bus pengumpan terbagi menjadi dua, yaitu BKTB dan Rusunawa.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, salah satu faktor yang menyebabkan penumpang Bus Transjakarta tidak nyaman adalah karena antrian di halte Bus Transjakarta yang terlalu ramai, terutama pada saat jam-jam sibuk. Antrian yang terlalu ramai ini disebabkan waktu antar kedatangan (*headway*) Bus Transjakarta yang lama. Hal ini diperparah dengan Bus Transjakarta yang dalam kondisi penuh saat sampai di halte, sehingga hanya sebagian kecil penumpang yang dapat masuk ke Bus Transjakarta. Kondisi ini disebabkan beberapa hal, seperti jumlah Bus Transjakarta yang terlalu sedikit, Bus Transjakarta terjebak dalam kemacetan karena jalur Bus Transjakarta yang tidak steril, dan SPBG yang sedikit sehingga Bus Transjakarta harus mengantri saat melakukan pengisian bahan bakar.

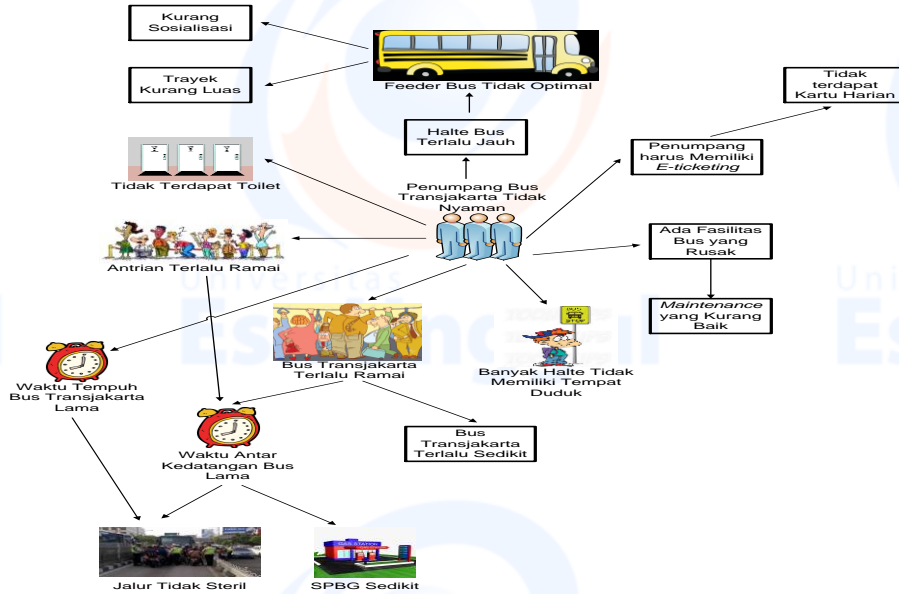
Kurangnya fasilitas-fasilitas pendukung pada halte Bus Transjakarta juga membuat penumpang Bus Transjakarta menjadi tidak nyaman. Pada koridor 8 ini hanya terdapat satu halte yang memiliki toilet, selain itu banyak halte yang tidak dilengkapi dengan fasilitas tempat duduk sehingga penumpang Bus Transjakarta yang kelelahan saat menunggu datangnya bus harus duduk di lantai. Pada halte Bus Transjakarta lainnya yang memiliki fasilitas tempat duduk, jumlah tempat duduk yang tersedia juga terlalu sedikit dan tidak sesuai dengan jumlah antrian penumpang yang terdapat pada halte.

Jarak halte yang terlalu jauh juga membuat penumpang Bus Transjakarta menjadi tidak nyaman. Banyak penumpang Bus Transjakarta yang harus menggunakan angkutan umum lainnya saat ingin menuju ke halte atau saat ingin menuju ke tempat tujuan. Pada saat ini sebenarnya sudah tersedia *feeder bus* yang dapat memudahkan penumpang Bus Transjakarta, tetapi kurangnya sosialisasi kepada masyarakat membuat banyak penumpang Bus Transjakarta yang tidak mengetahui *feeder bus* ini. Trayek *feeder bus* yang masih sedikit dan kurang luas juga membuatnya menjadi kurang optimal karena tidak dapat menjangkau seluruh wilayah di Jakarta.

Faktor lain yang menyebabkan penumpang Bus Transjakarta menjadi tidak nyaman adalah rusaknya beberapa fasilitas pada Bus Transjakarta, seperti AC, pintu bus, tempat duduk, *speaker*, dan papan pengumuman elektronik. Penggunaan sistem *e-ticketing* juga dapat menyebabkan beberapa penumpang Bus Transjakarta menjadi tidak nyaman. Hal ini disebabkan tidak adanya sistem kartu harian bagi penumpang Bus Transjakarta yang lupa membawa *e-ticket* yang dimilikinya, sehingga penumpang tersebut harus kembali membeli *e-ticket*.

Tahap 2. Rich Picture Diagram

Rich picture adalah suatu diagram dalam metode dalam SSM yang berfungsi untuk menggambarkan permasalahan yang terdapat di dunia nyata yang telah didapatkan saat penggambaran masalah sehingga menjadi lebih mudah untuk dipahami. Gambar 1 adalah *rich picture* tentang permasalahan-permasalahan yang dialami oleh penumpang Bus Transjakarta sehingga penumpang menjadi kurang nyaman.



Gambar 1 Rich Picture Penyebab Penumpang Menjadi Tidak Nyaman

Tahap 3. Root Definitions

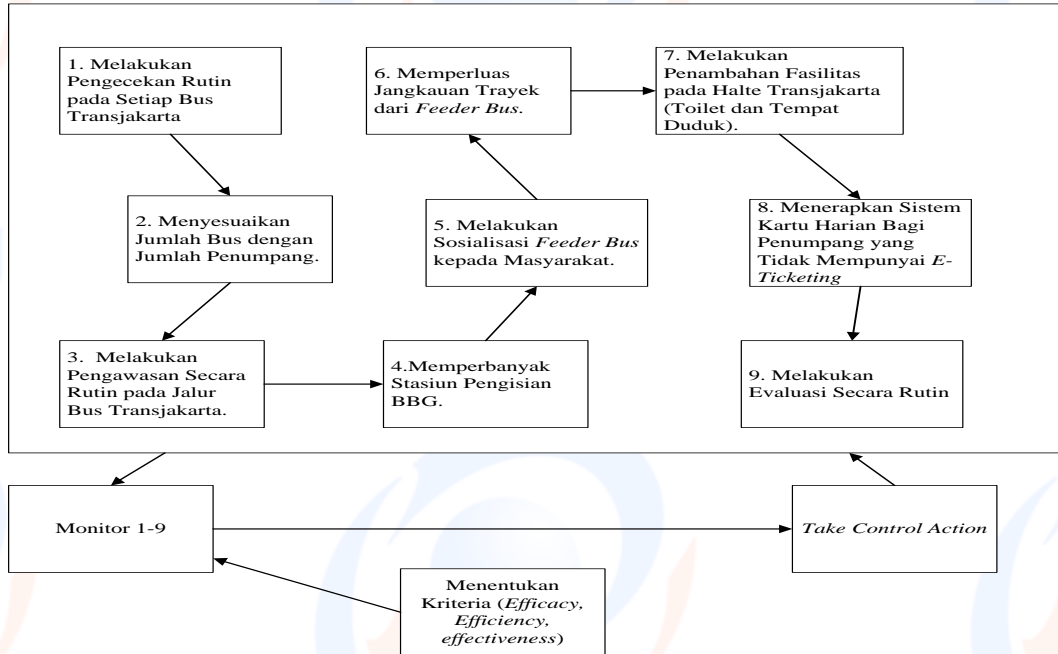
Hasil permasalahan yang telah digambarkan pada *rich picture*, dijadikan dasar dalam penentuan *root definitions*. Penyusunan *root definitions* ini dilakukan dengan menggunakan formula PQR, yaitu melakukan P, melalui atau oleh Q, untuk mencapai R. Penggunaan formula PQR ini dapat membantu peneliti dalam menemukan apa, mengapa, dan bagaimana masalah yang diteliti. Setelah menyusun *root definition*, kemudian dilakukan perumusan definisi dari dasar permasalahan dengan menggunakan analisa CATWOE. Berikut ini adalah *root definitions* dan analisa CATWOE pada sistem Bus Transjakarta yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Root Definition dan Analisa CATWOE

RootDefinitions	Melakukan (P) perbaikan pada sistem Bus Transjakarta, melalui (Q) peningkatan kualitas pelayanan Bus Transjakarta, untuk (R) meningkatkan jumlah penumpang Bus Transjakarta.
Analisa CATWOE	
Customer (C)	Penumpang Bus Transjakarta.
Actor (A)	Pemerintah DKI Jakarta, PT. Transportasi Jakarta, operator bus, supir, petugas <i>on board</i> , dan kasir.
Transformation (T)	Perbaikan kualitas pelayanan kepada penumpang Bus Transjakarta.
Worldview (W)	Terciptanya angkutan umum yang nyaman bagi masyarakat Jakarta.
Owner (O)	Pemerintah DKI Jakarta, PT. Transportasi Jakarta, dan Operator Bus.
EnvironmentalConstraint (E)	Komitmen dan keseriusan Pemerintah DKI Jakarta dalam membenahi Bus Transjakarta.

Tahap 4. Perancangan Model Konseptual

Setelah menentukan *root definitions* dan melakukan analisis CATWOE, selanjutnya dibuat model konseptual untuk mencapai tujuan yang terdapat pada *root definitons*. Model konseptual bukan sebuah gambaran utuh tentang dunia nyata, tetapi hanyalah sebuah duplikat dari sistem yang diteliti. Pembuatan model konseptual ini hanya didasarkan dari sudut pandang peneliti sehingga tidak terdapat model yang benar atau salah, yang ada adalah model yang relevan dengan situasi problematis. Setelah membuat model konseptual dilakukan validasi dengan 3-E, yaitu *efficacy*, *efficiency*, dan *effectiveness*. Model konseptual dari sistem Bus Transjakarta yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Model Konseptual dari Sistem Bus Transjakarta

Tahap 5. Proses Debating

Setelah membuat model konseptual dari sistem Bus Transjakarta, dilakukan proses *debating* untuk membandingkan model konseptual dengan sistem Bus Transjakarta pada dunia nyata. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui hasil perubahan terhadap dunia nyata jika aktivitas pada model konseptual dilakukan. Berikut ini adalah contoh perbandingan model konseptual dengan dunia nyata yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Contoh Aktivitas Model

No	Aktivitas	Syarat	Perangkat	Langkah	Hasil	Refleksi dengan Tujuan
1	Melakukan sosialisasi kepada masyarakat.	Mengetahui metode sosialisasi yang efektif dan efisien.	Pihak yang bertugas melakukan sosialisasi.	Mengenalkan <i>feeder bus</i> kepada masyarakat.	Masyarakat mengetahui adanya <i>feeder bus</i> .	Memudahkan penumpang saat ingin menuju ke halte atau ke tempat tujuan.

Tahap 6. Penentuan Agent

Pada pemodelan dan simulasi berbasis agen, hal utama yang harus diperhatikan adalah mengidentifikasi agen-agen yang terlibat dalam sistem yang diamati. Pada sistem Bus Transjakarta ini, agen-agen yang akan diamati adalah agen penumpang Bus Transjakarta, agen supir, dan agen operator bus.

Tahap 7. Identifikasi Atribut dan Perilaku Agen

Pada tahap 6, telah diidentifikasi agen-agen yang terlibat pada sistem Bus Transjakarta. Agen-agen tersebut memiliki atribut dan perilaku yang berbeda satu dengan yang lain. Berikut ini adalah atribut dan perilaku dari agen penumpang Bus Transjakarta yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Atribut Agen Penumpang Bus Transjakarta

No	Atribut	Keterangan	Satuan
1	ID Penumpang	Identitas dari penumpang Bus Transjakarta.	-
2	Frekuensi per Minggu	Jumlah hari penumpang menggunakan Bus Transjakarta dalam satu minggu.	Hari

Tabel 4 Perilaku Agen Penumpang Bus Transjakarta

No	Perilaku	Keterangan
1	Perjalanan ke Halte	Proses perjalanan penumpang Bus Transjakarta dari tempat awal ke halte Bus Transjakarta.
2	Pembelian Tiket	Penumpang Bus Transjakarta harus membeli tiket di halte dengan menggunakan <i>e-ticketing</i> . Penumpang dapat melakukan pembelian kartu di kasir jika belum mempunyai <i>e-ticketing</i> atau dapat melakukan pengisian saldo apabila saldo <i>e-ticketing</i> dari penumpang telah habis.

Tahap 8. Perancangan simulasi

Penentuan Variabel *Input* dan *Output* dari Model simulasi

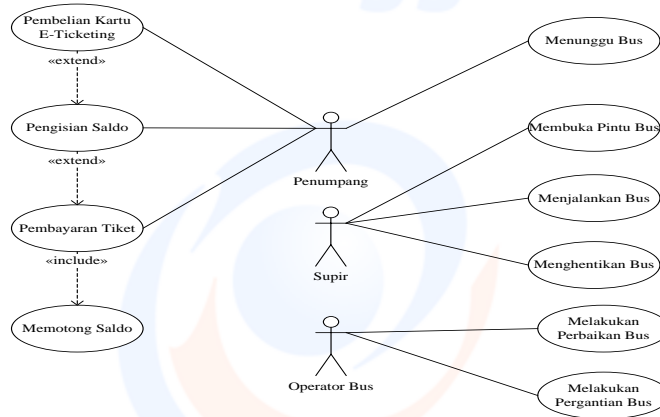
Dalam membuat model dari suatu sistem, diperlukan variabel *input* dan *output* agar model dapat disimulasikan. Berikut ini adalah variabel *input* dan *output* dari pemodelan sistem Bus Transjakarta yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Variabel *Input* dan *Output* dari Model

Jenis Data	Variabel	Satuan
<i>Output</i>	Kapasitas Bus Transjakarta Koridor 8 per Hari	Penumpang
	Jumlah Penumpang Bus Transjakarta koridor 8 per Hari	Penumpang
	<i>Load Factor</i>	%
<i>Input</i>	Waktu Antar Kedatangan (<i>Headway</i>)	Detik
	Jumlah Bus Single	%
	Kecepatan Bus Transjakarta	Km/h
	Skor BRT	-

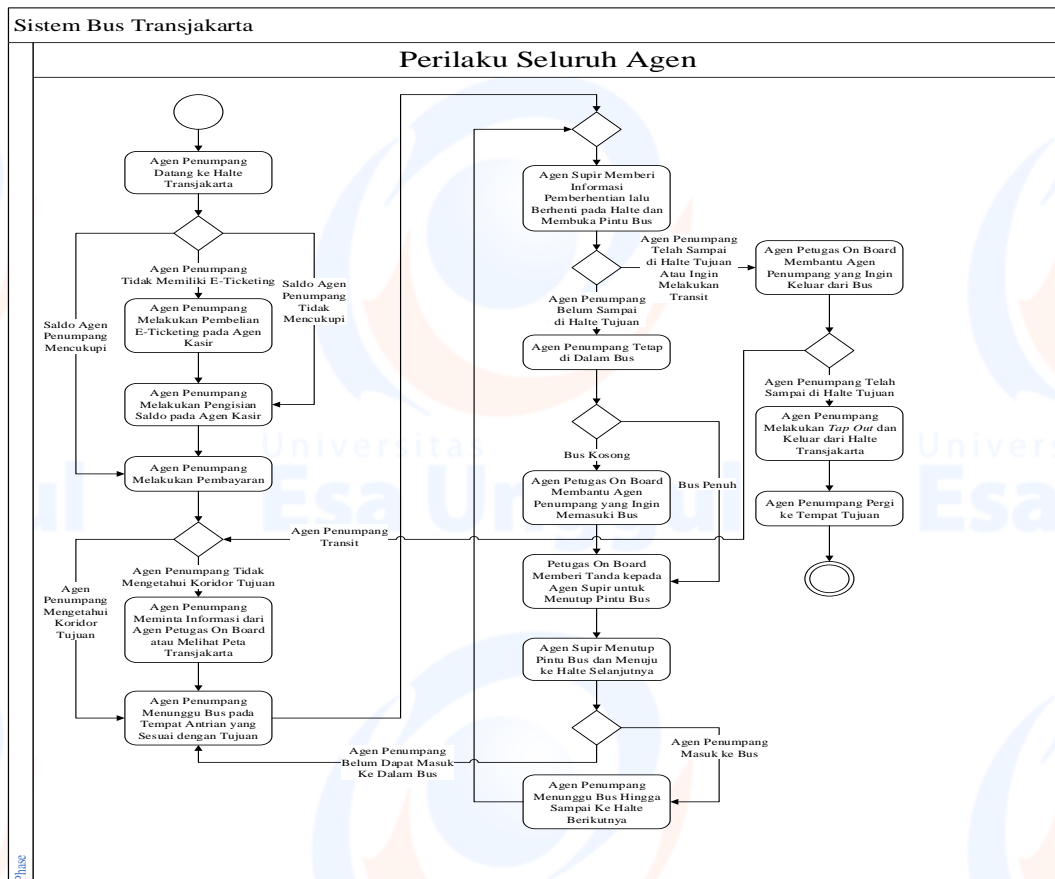
Perancangan model simulasi

Perancangan model simulasi diawali dengan perancangan *use case diagram*. *Use case diagram* digunakan untuk menggambarkan agent yang ada di dalam sistem dan kegiatan yang dapat dilakukannya. Berikut ini adalah *use case diagram* pada sistem Bus Transjakarta yang dapat dilihat pada Gambar 4.



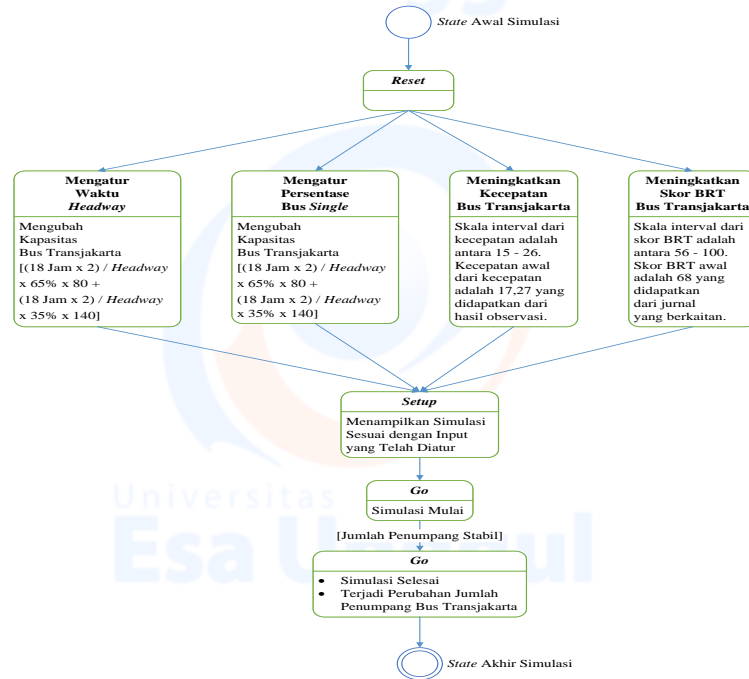
Gambar 4 Use Case Diagram

Setelah dibuat use case diagram, dirancang activity diagram. Activity diagram digunakan untuk menggambarkan urutan aktivitas-aktivitas yang terjadi pada suatu sistem. Berikut ini adalah activity diagram dari perilaku seluruh agen pada sistem Bus Transjakarta yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Activity Diagram

Untuk melengkapi activity diagram, dirancang Statechart diagram. Statechart diagram digunakan untuk memperlihatkan urutan kejadian yang terjadi saat melakukan simulasi pada sistem Bus Transjakarta. Yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Statechart diagram

Pengumpulan Data

Pengumpulan data sebagai *input* dari simulasi menggunakan data sekunder dan metode observasi. Data sekunder digunakan untuk mendapatkan data jumlah penumpang Bus Transjakarta Koridor 8 Tahun 2015 dan skor BRT Bus Transjakarta Koridor 8 Tahun 2011. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data aktual dari waktu antar kedatangan (*headway*) Bus Transjakarta, waktu tempuh Bus Transjakarta yang akan digunakan untuk mengetahui kecepatan Bus Transjakarta, dan jenis Bus Transjakarta. Berikut ini adalah data sekunder dan data hasil observasi yang dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6 Data Sekunder

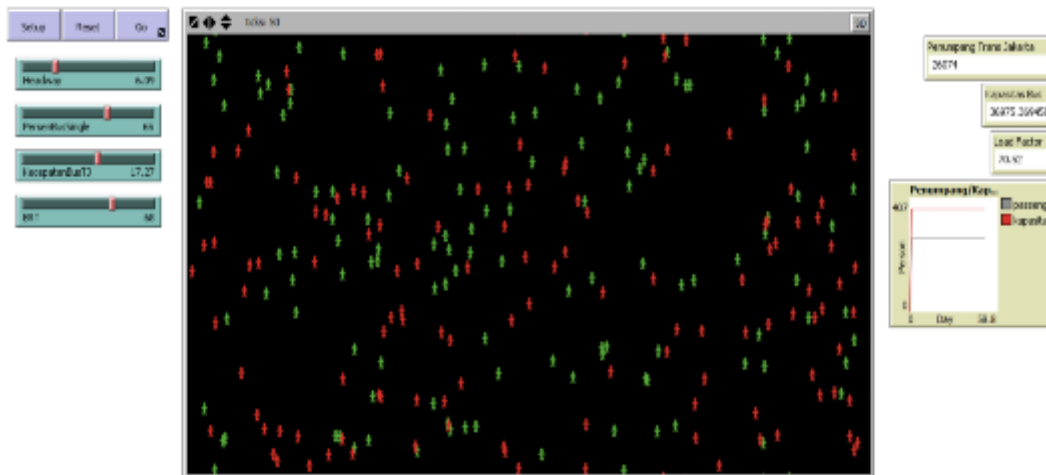
Jenis Data	Nilai
Penumpang Bus Transjakarta Koridor 8 Tahun 2015	8.742.448 Penumpang
Skor BRT Bus Transjakarta Koridor 8 Tahun 2011	68 (<i>Bronze</i>)

Tabel 7 Data Hasil Observasi

Jenis Data	Nilai
<i>Headway</i> Bus Transjakarta Koridor 8	365,07 Detik
Persentase <i>Bus Single</i>	65%
Persentase <i>Bus Articulated</i>	35%
Kecepatan Rata-Rata Bus Transjakarta Koridor 8	17,27 Km/h

Hasil Simulasi

Simulasi ini dijalankan berdasarkan data sekunder dan data hasil observasi yang telah dilakukan, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7. Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan Agent Based Model, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Hasil simulasi

Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 7, terdapat dua jenis agent masyarakat yang digambarkan dengan warna hijau dan warna merah. Warna hijau melambangkan masyarakat yang menggunakan Bus Transjakarta Koridor 8 sedangkan orang yang berwarna merah melambangkan agent masyarakat yang tidak menggunakan Bus Transjakarta Koridor 8.

Pada saat simulasi dijalankan, terjadi interaksi antara agen-agen jumlah masyarakat yang menggunakan Bus Transjakarta (berwarna hijau) dan jumlah masyarakat yang tidak menggunakan Bus Transjakarta (berwarna merah) yang dapat terus berubah-ubah. *Output* simulasi yang diperoleh pada hasil simulasi pada kondisi aktual, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil simulasi

Variabel output	Nilai
Jumlah penumpang bus transjakarta Koridor 8 per hari	26.074 penumpang
Kapasitas bus transjakarta koridor 8 per hari	36.975 penumpang
Load factor	70,52%

Output simulasi menjadi dasar perbandingan dari skenario-skenario yang dijalankan. Simulasi dijalankan dengan menggunakan enam skenario yang berbeda, yaitu skenario 1 meningkatkan kecepatan dari Bus Transjakarta. Skenario 2 meningkatkan kecepatan dari Bus Transjakarta, mengurangi *headway* Bus Transjakarta, dan mengurangi persentase dari bus *single*. Skenario 3 meningkatkan skor BRT dari Bus Transjakarta Koridor 8. Skenario 4 meningkatkan skor BRT dari Bus Transjakarta Koridor 8, mengurangi *headway* Bus Transjakarta, dan mengurangi persentase dari bus *single*. Skenario 5 meningkatkan kecepatan dan skor BRT dari Bus Transjakarta Koridor 8. *Skor 6* meningkatkan kecepatan dan skor BRT dari Bus Transjakarta Koridor 8, mengurangi *headway* Bus Transjakarta, dan mengurangi persentase dari bus *single*. Rangkuman input untuk ke 6 skenario tersebut, dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Rangkuman Variabel *Input*

	Variabel <i>Input</i>			
	<i>Headway</i>	% Bus <i>Single</i>	Kecepatan	Skor BRT
Skenario 1	6,09 Menit	65%	20 Km/h	68
Skenario 2	5,5 Menit	20%	20 Km/h	68
Skenario 3	6,09 Menit	65%	17,27 Km/h	71
Skenario 4	5,5 Menit	20%	17,27 Km/h	71
Skenario 5	6,09 Menit	65%	20 Km/h	71
Skenario 6	5,5 Menit	20%	20 Km/h	71

Ke 6 skenario tersebut disimulasikan selama 90 hari untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada *output* simulasi dan dilakukan replikasi sebanyak lima kali. Hasil simulasi ke 6 skenario tersebut, dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Rangkuman Variabel *Output*

	Variabel <i>Output</i>		
	Jumlah Penumpang	Kapasitas	<i>Load Factor</i>
Skenario 1	27.854 Penumpang	36.975 Penumpang	75,33%
Skenario 2	29.633 Penumpang	50.662 Penumpang	58,49 %
Skenario 3	29.381 Penumpang	36.975 Penumpang	79,46%
Skenario 4	33.709 Penumpang	50.662 Penumpang	66,54%
Skenario 5	29.159 Penumpang	36.975 Penumpang	78,86%
Skenario 6	37.645 Penumpang	50.662 Penumpang	74,31%

Masing masing skenario dapat meningkatkan jumlah penumpang dengan peningkatan yang beraneka ragam, dimana bila menggunakan skenario 1, terjadi kenaikan penumpang sebesar 6,83%, skenario ke 2 meningkatkan jumlah penumpang sebesar 13,65%, skenario ke 3 meningkatkan jumlah penumpang sebesar 12,68%, skenario ke 4 meningkatkan jumlah penumpang sebesar 29,28%, skenario ke 5 meningkatkan jumlah penumpang sebesar 11,83% dan skenario 6 dapat meningkatkan penumpang sebesar 44,38%. Hasil simulasi yang sudah diperoleh, kemudian diverifikasi dan dinyatakan valid. Untuk proses validasi, digunakan teknik *face validation* dengan menunjukkan hasil simulasi kepada pakar dan pakar menyatakan bahwa simulasi dinyatakan valid.

5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan metode *Soft Systems Methodology*, dapat diidentifikasi bahwa terdapat sembilan masalah aktual yang dialami oleh penumpang Bus Transjakarta Koridor 8, yaitu halte Bus Transjakarta yang terlalu jauh, tidak terdapat toilet pada Halte Bus Transjakarta, antrian yang terlalu ramai pada Halte Bus Transjakarta, Bus Transjakarta yang terlalu ramai, waktu antar kedatangan Bus Transjakarta yang lama, banyak Halte Bus Transjakarta yang tidak memiliki tempat duduk, terdapat fasilitas Bus Transjakarta yang rusak, tidak terdapat kartu harian bagi penumpang Bus Transjakartam Waktu tempuh Bus Transjakarta yang terlalu lama.

Usulan perbaikan terhadap bus transjakarta dilakukan dengan menggunakan simulasi Agent Based Model. Simulasi dilakukan dengan menggunakan 6 skenario. Hasil yang diperoleh menunjukkan terjadinya kenaikan penumpang sebesar 6,83%, 13,65%, 12,68%, 29,28%, 11,83%, dan 44,38%. Berdasarkan hasil tersebut, peningkatan kecepatan Bus Transjakarta, peningkatan skor BRT Bus Transjakarta, pengurangan waktu antar kedatangan (*headway*), dan pengurangan persentase bus single terbukti dapat meningkatkan jumlah penumpang dari Bus Transjakarta Koridor 8.

Saran

Bagi peneliti pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan data dari PT. Transportasi Jakarta yang lebih akurat dibandingkan dengan data hasil observasi dan menambah variabel yang digunakan agar mendapatkan hasil simulasi yang lebih akurat. Besarnya pengaruh peningkatan kecepatan dan peningkatan

skor BRT terhadap peningkatan penumpang juga perlu diteliti lebih jauh untuk mengurangi asumsi yang digunakan pada penelitian.

Referensi

- Checkland, P., & Poulter, J. (2010). *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide*. (M. Reynolds & S. Holwell, Eds.) *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide*. Springer London. <http://doi.org/10.1007/978-1-84882-809-4>
- Hidayat, S., & Marimin. (2014). Agent Based Modeling for Investment and Operational Risk Considerations in Palm Oil Supply Chain. *International Journal of Supply Chain Management*, XX(X), 1–7.
- Hidayat, S., Marimin, Suryani, A., Sukardi, & Yani, M. (2012). Model Identifikasi Risiko dan Strategi Peningkatan Nilai Tambah pada Rantai Pasok Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 89–96.
- Macal, C. M., & North, M. J. (2011). Introductory tutorial: agent-based modeling and simulation. In *Winter Simulation Conference* (pp. 1456–1469).
- Nugroho, A. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USPD*. Yogyakarta: Andi.
- Sriwana, I. K., Arkeman, Y., Dahrulsyah, & Marimin. (2016). *Rancang bangun model rantai pasok agroindustri kakao berkelanjutan dengan menggunakan sistem cerdas*. Institut Pertanian Bogor.
- Sriwana, I. K., Arkeman, Y., Syah, D., & Marimin. (2017). Sustainability improvement in cacao supply chain agro-industry. *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*, 13(3), 256–275. <http://doi.org/10.1504/WRSTSD.2017.087154>
- Yin, Q., Li, Y., & Zhi, K. (2010). Multi-agent based simulation of negotiate pricing process in B2C. *Proceedings - 2010 2nd WRI Global Congress on Intelligent Systems, GCIS 2010, 1*, 9–12. <http://doi.org/10.1109/GCIS.2010.32>