

OPTIMALISASI PEMANFAATAN FASILITAS PUBLIK PEJALAN KAKI MENCAPAI OBJEK WISATA KEBUN RAYA BOGOR

OPTIMIZING THE UTILIZATION OF PEDESTRIAN FACILITIES TO KEBUN RAYA BOGOR AS ONE OF TOURIST DESTINATIONS

Irawati Andriani, Fitri Indriastiwi, dan Apri Yuliani

Puslitbang Manajemen Transportasi Multimoda

Jl. Medan Merdeka Timur No.5 Jakarta Pusat 10110, Indonesia

email: ir2riani@yahoo.com

Diterima: 3 Agustus 2015; Direvisi: 18 Agustus 2015; disetujui: 9 September 2015

ABSTRAK

Kita dapat menyimpulkan bahwa PT KAI berhasil menjadikan Commuter line sebagai moda terbaik di Jabodetabek. Hal ini dibuktikan dengan semakin meningkatnya jumlah penumpang CL pada tahun ini. Didukung dengan banyaknya objek wisata di sekitar Stasiun Bogor, bisa menjadikan commuter line sebagai pilihan moda yang tepat bagi pengunjung objek wisata di Kota Bogor. Pemilihan moda ini dirasakan dapat mengurangi macetan di Kota Bogor di saat akhir pekan. Setelah dilakukan pengamatan, pemanfaatan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju tempat wisata khususnya Kebun Raya Bogor masih relative rendah. Dengan demikian, perlu dikaji permasalahan dari rendahnya minat pengunjung Kebun Raya Bogor menggunakan fasilitas pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor dan sebaliknya. Tujuan studi ini yaitu untuk menyusun rekomendasi perbaikan fasilitas pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor dalam rangka meningkatkan pemanfaatan fasilitas pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Melalui permodelan pedestrian dengan menggunakan software VISWALK diharapkan dapat menemukan sebuah scenario pejalan kaki yang dapat menarik minat pengunjung Kebun Raya Bogor untuk memanfaatkan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Hasil analisis kondisi base model dibandingkan dengan kondisi skenario perbaikan yaitu untuk menarik minat perlu perbaikan dari pemangku kebijakan sesuai dengan kewenangan dari Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan Kota Bogor dan PT. Kereta Api (Persero). Usaha perbaikan tersebut antara lain pengembalian fungsi fasilitas pejalan kaki, pelebaran jalur pejalan kaki (trotoar) di Jalan Kapten Muslihat, sekitar pintu keluar Stasiun Bogor, penambahan atau pengadaan lampu penerangan, pengadaan pelindung atau peneduh pada fasilitas pejalan kaki, pengadaan fasilitas pejalan kaki untuk pengguna berkebutuhan khusus (diffabel), petunjuk informasi mengenai arah, jarak dan waktu tempuh menuju Kebun Raya Bogor serta pengadaan fasilitas pendukung lainnya, seperti : tempat duduk, tempat sampah, dll. Dari hasil simulasi didapatkan waktu tempuh pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor yaitu 1.212 detik atau 20 menit 12 detik, dengan kecepatan rata-rata pejalan kaki 0,78 km/jam.

Kata kunci: pemodelan, pergerakan penumpang, pedestrian simulation

ABSTRACT

We can say that PT. KAI (Persero) has successfully made commuter line as the best mode in Jabodetabek. It can be proved by the increasing number of commuter line's passenger in this year. Since Bogor has many tourist spots, commuter line can be the exact mode for visitor/domestic tourists. This modal choice can reduce traffic jam on weekend in Bogor. Based on observation, the utilization of pedestrian facilities around Bogor station to the tourist spots, especially Kebun Raya Bogor is still relatively low. Thus, it is necessary to observe deeply the problem of low interest of visitors/domestic tourists in using pedestrian facilities around Bogor Station to Kebun Raya Bogor. This study is intended to get recommendation for pedestrian facilities improvement around Bogor Station in order to improve pedestrian facilities utilization around Bogor Station to Kebun Raya Bogor. By using VISWALK as a pedestrian simulation software, we expect to get a pedestrian scenario that can attract visitors to use pedestrian facilities around Bogor Station to Kebun Raya Bogor. The data which is used for modelling are pedestrian speed, sidewalk geometric, the number of Commuter Line's passenger, layout of Bogor Station, and etc.

By comparing the base model and scenario, the utilization of pedestrian facilities can be optimized by serving some improvement. It needs support from stakeholders such as Traffic and Land Transport Agency Bogor and PT. Kereta Api (Persero). There are some efforts which could optimize the utilization of pedestrian facilities, they are : restoration of pedestrian facilities; dilatation of sidewalk dilatation in

Kapten Muslihat street and around gate station; additional lighting at sidewalk; serving an awning and disable facilities at sidewalk; providing information and directory to Kebun Raya Bogor; and equip other supporting facilities such as seat, trash can, etc. Based on simulation result, the average travel time from Bogor Station to Kebun Raya Bogor is around 20 minutes and 12 sec and the average speed is around 0,78km/hr.

Keywords: *modelling, passanger's movement and pedestrian simulation*

PENDAHULUAN

Dalam undang-undang lalu lintas No 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dijelaskan bahwa pejalan kaki dan pengguna kendaraan tidak bermotor adalah termasuk bagian dari lalu lintas perkotaan. Dalam perencanaan wilayah perkotaan, fasilitas pejalan kaki disediakan dalam bentuk *sidewalk* di samping jalan yang dalam penggunaannya tidak jarang pejalan kaki harus bersaing dengan pohon peneduh jalan dan pedagang kaki lima, selain kualitas fasilitas yang tidak ramah untuk orang-orang yang memiliki keterbatasan fisik. Aturan dimensi fasilitas pejalan kaki sudah diatur dalam peraturan yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum. Definisi pejalan kaki (UU no 22 tahun 2009) adalah setiap orang yang berjalan di Ruang Lalu Lintas Jalan.

Suatu kota yang baik adalah kota yang transportasinya tertata dengan baik, transportasi yang baik tidak hanya berpusat pada kendaraan bermotor saja, tetapi juga para pengguna jalan kendaraan tidak bermotor seperti para pejalan kaki dan pengguna sepeda, padahal semua orang pasti berjalan kaki untuk mencapai tujuannya seperti dari tempat parkir ke kantor atau dari rumah ke kantor bila kantornya cukup dekat untuk berjalan kaki. Para pengguna jalan non kendaraan bermotor juga termasuk kedalam bagian transportasi yang juga membutuhkan suatu pengembangan dalam hal prasarana yang baik, para pengguna jalan ini paling rentan mengalami kecelakaan jika tidak didukung oleh fasilitas yang baik.

Fasilitas Pejalan Kaki adalah semua bangunan yang disediakan untuk pejalan kaki guna memberikan pelayanan kepada pejalan kaki sehingga dapat meningkatkan kelancaran, keamanan dan kenyamanan pejalan kaki. Sedangkan Jalur Pejalan Kaki adalah jalur pejalan kaki adalah jalur yang disediakan untuk pejalan kaki guna memberikan pelayanan kepada pejalan kaki sehingga dapat meningkatkan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan pejalan kaki tersebut. (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik No. 011/T/Bt/1995 tentang Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan).

Pejalan kaki terdiri dari mereka yang keluar dari tempat parkir mobil/motor menuju ke tempat tujuan, menuju atau turun dari angkutan umum, sebagian besar masih memerlukan berjalan kaki, perjalanan kurang dari 1 km sebagian besar dilakukan dengan berjalan kaki. Oleh karena itu kebutuhan pejalan kaki

merupakan suatu bagian yang integral dalam sistem transportasi jalan. Salah satu tujuan manajemen lalu lintas adalah berusaha untuk memisahkan pejalan kaki dari arus kendaraan bermotor, tanpa menimbulkan gangguan-gangguan yang besar terhadap aksesibilitas.

Karakteristik dari pengguna jalur pejalan kaki dan daerah yang direncanakan sebagai jalur pejalan kaki ini harus dipelajari untuk tujuan meminimalisasi konflik antara arus pejalan kaki dan arus kendaraan, meningkatkan keselamatan bagi pejalan kaki dan mengurangi penundaan arus lalu lintas (Pignataro : 1973 dalam Nugroho Utomo, Iwan Wahjudjanto : 2008).

Kota Bogor merupakan salah satu tujuan wisatawan dalam negeri dikarenakan banyaknya objek wisata yang menarik di kota Bogor, baik itu objek wisata ilmiah, kuliner maupun belanja. Ditambah lagi dengan dukungan ketersediaan sarana dan prasarana transportasi untuk menjangkau Kota Bogor. Namun saat ini, jaringan jalan yang ada di Kota Bogor belum cukup memadai dibandingkan dengan perkembangan jumlah kendaraan yang masuk Kota Bogor. Hal ini mengakibatkan tingginya kemacetan di beberapa jaringan jalan terutama akses menuju dan di sekitar objek wisata Kota Bogor. Dalam rangka mengurangi kemacetan di dalam Kota Bogor, Pemerintah Daerah Kota Bogor menyusun sebuah *Grand Design Transportasion* Kota Bogor dimana program di dalamnya dikenal dengan Program Pembangunan Transportasi Kota Bogor yang berkelanjutan (*Bogor Sustainable Urban Transport – BSUT*) dan lebih mudahnya dimaksudkan dalam kerangka *Bogor Transportation Program* (B-TOP) Tahun 2014.

Sarana dan prasarana *commuter line* yang terus mengalami perbaikan, menjadikan *commuter line* sebagai moda transportasi yang nyaman dan aman. Didukung dengan banyaknya objek wisata di sekitar Stasiun Bogor, bisa menjadikan *commuter line* sebagai pilihan moda yang tepat bagi pengunjung objek wisata di Kota Bogor. Salah satu objek wisata yang populer di sekitar Stasiun Bogor yaitu Kebun Raya Bogor. Pemanfaatan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor masih relatif rendah. Jika melihat jarak tempuh dan waktu tempuh dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor masih memungkinkan ditempuh dengan berjalan kaki. Dengan demikian, perlu didalami permasalahan dan kendala yang menyebabkan rendahnya pemanfaatan fasilitas pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kota

Bogor. Untuk menarik perhatian pengunjung Kebun Raya Bogor menggunakan moda *commuter line*, perlu adanya perbaikan fasilitas pejalan kaki sesuai dengan standar fasilitas pejalan kaki yang sudah ditetapkan.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Model Pergerakan Pejalan Kaki

Model pergerakan pejalan kaki atau *pedestrian modelling* dapat dilakukan dalam skala yang berbeda yaitu *microscopic* atau *disaggregate model* dan *macroscopic* atau *aggregate model*. Pada *microscopic model* setiap pejalan kaki direpresentasikan sebagai individu yang terpisah dan perilakunya bersifat independent. Sedangkan *macroscopic* atau *aggregate model* pejalan kaki dianalisis sebagai sebuah grup yang digambarkan dengan kerapatan massa/*mass densities*, pergerakan, dan kecepatan rata-rata (Schadschneider et al., 2008).

Beberapa teori mengenai *pedestrian dynamics* menyebutkan terdapat tiga tingkatan berbeda mengenai perilaku pejalan kaki yaitu *strategic level*, *tactical level*, dan *operational level* (S.P Hoogendorn, P.H.L. Bovy, and W.Daamen, 2001) dan (Schadschneider et al, 2008). Pada tingkatan pertama, yaitu pada strategi *level*, tujuan pejalan kaki ditentukan, pada *level* ini belum ditentukan rute alternatif. Sedangkan pada *tactical level*, pejalan kaki sudah mengumpulkan informasi mengenai rute dan menentukan rute yang akan diambil. Pemilihan rute dipengaruhi oleh ada tidaknya rintangan di suatu lokasi dan hal-hal lain yang bersifat *macroscopic* seperti pergerakan pejalan kaki (kecepatan, kepadatan, pergerakan). Operasional *level* menggambarkan kondisi aktual perilaku pejalan kaki seperti kecepatan, reaksi, dan antisipasi jika terjadi rintangan, atau upaya untuk menghindari terjadinya tabrakan. Pada operasional *level* inilah Nampak bagaimana pejalan kaki melakukan penyesuaian-penyesuaian untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan pada *level* sebelumnya.

Pada *macroscopic model* awal mulanya mengembangkan dari teori *fluid dynamic* dan gas kinetik model. Henderson (1971) melakukan penelitian pergerakan mahasiswa di suatu kampus serta pergerakan anak-anak di tempat bermain. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pergerakan/*flow* pejalan kaki sesuai dengan Maxwell-Boltzmann *distribution*, yang berarti bahwa berkorelasi dengan kecepatan partikel gas, kecepatan dari mahasiswa dan anak-anak mengikuti *Gaussian distribution*. Untuk mengaplikasikan teori Maxwell-Boltzmann pada pejalan kaki maka digunakan beberapa asumsi dan

pembatasan pada data kumpulan orang dianggap homogen yang berarti pejalan kaki dianggap memiliki massa yang sama, *probability density function*/fungsi kepadatan yang sama untuk kecepatan dan aktivitas yang dilakukan (berjalan, berlari, atau berdiri diam).

Helbing (1992) menggunakan teori *fluid dynamical* dengan lebih baik untuk menggambarkan pergerakan pejalan kaki. Pada model yang digunakan sudah melihat perbedaan pergerakan pejalan kaki dengan *normal fluids* (aliran normal) seperti fakta bahwa setiap pejalan kaki memiliki preferensi dalam menentukan arah ketika berjalan. Setiap tipe pejalan kaki (yang memiliki kepentingan atau keinginan yang sama dalam menentukan arah dan pergerakan) memiliki karakteristik yang ditentukan oleh tempat, kecepatan aktual, dan kecepatan yang diinginkan. Kemudian setiap kepadatan untuk setiap tipe pergerakan dihitung pada daerah tertentu. Hal ini merepresentasikan jumlah pejalan kaki secara spesifik pada setiap area. Perhitungan tersebut diturunkan dari persamaan diferensial untuk kepadatan spasial, nilai tengah kecepatan, dan variansi kecepatan pada setiap tipe pergerakan. Hasil dari persamaan tersebut digabungkan dengan persamaan *fluida*. Menurut Helbing, perubahan kepadatan pada setiap pergerakan yang berbeda diakibatkan oleh: maksud pejalan kaki untuk mencapai kecepatan yang diinginkan, interaksi antara pejalan kaki, pejalan kaki yang mengubah arah pergerakan, kepadatan yang dapat bertambah atau berkurang yang dapat dimodelkan masuk dan keluar pejalan kaki dimana pejalan kaki dapat masuk atau keluar meninggalkan sistem.

Bidirectional cellular automata dikembangkan oleh Blue dan Adler (2001) dengan mengembangkan beberapa aturan seperti dua pejalan kaki yang berdekatan secara lateral tidak akan melangkah ke samping). Untuk perhitungan tiga elemen dasar dari pergerakan pejalan kaki seperti melangkah ke samping untuk berganti jalur, pergerakan maju untuk mencapai kecepatan yang diinginkan, dan mitigasi konflik. Meskipun model ini sudah menangkap lebih lanjut dari perilaku pejalan kaki pada *micro level*, namun hasilnya masih pada tataran *macro level* dari perilaku sebuah grup karena tidak dilakukan validasi secara *microscopic*.

Social force model menggambarkan perilaku pejalan kaki dengan melihat interaksi pejalan kaki dengan lingkungannya dan dengan pejalan kaki lain yang digambarkan dengan kekuatan menarik dan menolak. Model ini menggunakan persamaan

Newton untuk menghitung kekuatan. *Social force model* saat ini paling banyak digunakan pada *software* simulasi yang ada saat ini (VISSWAL, SIMWALK, etc). Model ini belum pernah dilakukan validasi secara *microscopic*. Secara umum, validasi dilakukan dengan membandingkan parameter model secara aggregate (kecepatan, pergerakan, kepadatan, dll) atau pola yang muncul (formasi jalur yang dinamis, formasi diagonal pada pergerakan menyeberang dll) dibandingkan dengan data empiris. *Social force model* sudah dilakukan validasi dengan cara *macroscopic* untuk melihat fenomena seperti formasi atau bentuk osilasi pada *bottleneck*, jalur dan dan lajur. Namun masih belum jelas apakah prediksi *macroscopic* yang dihasilkan dapat menggambarkan perilaku pejalan kaki secara akurat.

Pada *social force model*, kekuatan didefinisikan secara konsep fisika (dengan menggunakan persamaan Newton) dan diaplikasikan pada perilaku pejalan kaki.

Pedestrian behavioral models (based on discrete choice modelling), pada tataran yang lebih *microscopic* dan dengan pendekatan perilaku, setiap individu dari pejalan kaki akan memiliki keputusan yang berbeda, mengikuti skema hirarki (*strategic, tactical, operational*) (Daamen, 2004) Robin (2011) perilaku pejalan kaki diidentifikasi pada operasional level. Dengan menggunakan konsep *discrete choice modeling* melihat lebih dalam pada aspek perilaku pejalan kaki dengan melihat reaksi berbeda dengan model yang menggunakan konsep matematika dan fisika murni. Model yang dikembangkan adalah “*Next step model*” mengusulkan pola berjalan dimana pejalan kaki melakukan langkah selanjutnya diantara 33 alternatif, ke 33 alternatif tersebut memiliki aturan 11 kemungkinan untuk mengubah arah dan 3 kemungkinan mengubah kecepatan, yaitu kecepatan, konstan, mempercepat, dan memperlambat. Model ini belum begitu dapat dioperasionalkan namun secara ilmiah sangat berguna karena memiliki kemampuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis pejalan kaki yang berbeda karakteristiknya dan dampaknya terhadap pola perjalanan. Model ini secara *microscopic* sudah dikalibrasi dengan data pola pejalan kaki actual dan dapat merealisasikan perilaku pejalan kaki lebih realistis, namun model ini masih mengalami kendala untuk memodelkan jika pejalan kaki kembali melakukan perjalanan setelah berhenti berjalan untuk beberapa saat.

Studi terdahulu hanya mempertimbangkan mengenai kondisi infrastruktur (misal lebar

trotoar) untuk mengkategorikan *level of service* untuk fasilitas pejalan kaki. Saat ini peneliti sudah mempertimbangkan tidak hanya kondisi infrastruktur namun juga pergerakan pejalan kaki untuk mendapatkan kualitas pelayanan yang lebih baik. *Level of service* untuk pejalan kaki didefinisikan sebagai ukuran kondisi dari operasional. Definisi dari kualitas dari area pejalan kaki bergantung pada beberapa parameter yang berbeda seperti aksesibilitas untuk menuju suatu tujuan, konektivitas, dan kualitas dari jaringan pejalan kaki, keamanan, dan keselamatan, dll.

Berbagai definisi *level of service* dikembangkan oleh berbagai peneliti. Menurut Fruin (1971) terdapat enam *level of services* untuk fasilitas pejalan kaki (tempat pejalan kaki, tangga, dan antrian) dilihat berdasarkan rata-rata *occupancy* dari suatu area (kepadatan) dan pergerakan. *Level of services breakpoints* pada Fruin's standar ditentukan atas dasar kecepatan berjalan, jarak antar pejalan kaki, dan kemungkinan terjadinya konflik pada berbagai konsentrasi arus lalu lintas. Fruin standar diperbaiki oleh *National Cooperative Highway Research Program* dan menjadi *Highway Capacity Manual*. Pada standar ini perbedaan antar level memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan Fruin's standar.

Ambang batas tersebut dikembangkan berdasarkan pada ruang pejalan kaki rata-rata, pribadi kenyamanan, dan tingkat mobilitas internal. LOS disajikan dalam luas rata-rata per orang dan ruang interpersonal rata-rata (jarak antara orang).

LOS yang dibutuhkan pada fasilitas ruang tunggu adalah fungsi dari jumlah waktu menunggu, jumlah orang yang menunggu, dan tingkat kenyamanan yang diinginkan. Biasanya, semakin lama menunggu, semakin besar ruang per orang dibutuhkan. Seseorang toleransi tingkat kepadatan akan bervariasi dengan waktu. Penerimaan seseorang dari jarak antar orang yang dekat juga akan tergantung pada karakteristik populasi, kondisi cuaca, dan jenis fasilitas.

Sebagian besar referensi-referensi baik dari dalam negeri maupun luar negeri mengadopsi dari IATA untuk standar kenyamanan. Standar kenyamanan ruang tunggu menurut IATA sendiri disajikan pada Tabel 4 dan definisi dari *Levels of Services* (LOS) tersebut disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil studi *Transit Cooperative Research Program* dan *The International Air Transport Association* (IATA), pustaka dari IATA lebih dapat mewakili kondisi terminal penumpang karena seluruh aspek diukur standar kenyamanannya.

Tabel 1. Level of Service Untuk Pejalan Kaki Menurut Fruin

LOS	Maximum Density (ped/m ²)
A	<0.308
B	<0.431
C	<0.718
D	<1.076
E	<2.153
F	=2.153

Sumber: Scenario Analysis of Pedestrian Flow in Public Space, 2012

Tabel 2. Level of Service Untuk Pejalan Kaki Menurut National Cooperative Highway Research

LOS	Minimum jarak anatar pejalan kaki atau kepadatan maksimum	Maksimum rata-rata pergerakan per unit lebar pedestrian
A	(>60 ft ² /ped) atau (>0.179 ped/m ²)	=300 peds/hr/ft
B	(>40 ft ² /ped) atau (>0.270 ped/m ²)	=420
C	(>240 ft ² /ped) atau (>0.455 ped/m ²)	=600
D	(>15 ft ² /ped) atau (>0.714 ped/m ²)	=900
E	(>8 ft ² /ped) atau (>1.333 ped/m ²)	=1380
F	(=8 ft ² /ped) atau (=1.333 ped/m ²)	=1380

Sumber: Scenario Analysis of Pedestrian Flow in Public Space, 2012

Tabel 3. Tingkat Pelayanan Bagi Antrian Penumpang Dan Ruang Tunggu

LOS	Average Pedestrian Area		Average Inter-Person Spacing	
	(ft ² /p)	(m ² /p)	(ft)	(m)
A	=13	=1.2	=4.0	=1.2
B	10-13	0.9-1.2	3.5-4.0	1.1-1.2
C	7-10	0.7-0.9	3.0-3.5	0.9-1.1
D	3-7	0.3-0.7	2.0-3.0	0.6-0.9
E	2-3	0.2-0.3	<0.2	<0.6
F	<2	<0.2	variable	variable
Tingkat Layanan A :				
Berdiri dan sirkulasi bebas melalui daerah antrian tanpa mengganggu orang lain dalam antrian.				
Tingkat Layanan B :				
Berdiri dan sirkulasi sebagian dibatasi untuk menghindari mengganggu orang lain dalam antrian.				
Tingkat Layanan C :				
Berdiri dan sirkulasi terbatas melalui daerah antrian mengganggu orang lain; kepadatan berada dalam kisaran kenyamanan pribadi.				
Tingkat Layanan D :				
Berdiri tanpa menyentuh adalah tidak mungkin; sirkulasi sangat terbatas dalam antrian dan gerak maju hanya mungkin sebagai kelompok; jangka panjang menunggu pada kondisi kerapatan ini adalah tidak nyaman.				
Tingkat Layanan E :				
Berdiri dengan kontak fisik dengan orang lain tidak dapat dihindari; sirkulasi dalam antrian tidak mungkin; mengantri di kepadatan ini hanya dapat dipertahankan untuk waktu yang singkat tanpa ketidaknyamanan serius.				
Tingkat Layanan F :				
Hampir semua orang di dalam antrian berdiri dengan kontak fisik langsung dengan orang lain; kepadatan sangat tidak nyaman, tidak ada gerakan yang mungkin dalam antrian, potensi untuk mendorong dan panik ada.				

Sumber: Transit Cooperative Research Program

Tabel 4. Ruang yang dibutuhkan untuk berbagai fungsi ruang (m²/penumpang)

Aktivitas	Situasi	Standar Levels of Service (LOS)					
		A	B	C	D	E	F
<i>Waiting and circulating</i>	Bergerak bebas	2.7	2.3	1.9	1.5	1.0	<1.0
<i>Bag claim area (outside claim device)</i>	Bergerak, dengan bagasi-bagasi	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	<1.2
<i>Check-in queues</i>	Antrian, dengan bagasi-bagasi	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	<1.0
<i>Hold room; government inspection area</i>	Antrian, tanpa bagasi-bagasi	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	<0.6

Sumber: adopsi dari IATA 2005

Tabel 5. Definisi dari standar Levels of Services (LOS)

Level of Service	Keterangan Standar		
	Kualitas dan Kenyamanan	Kondisi Aliran	Penundaan Keberangkatan
A	Istimewa	Aliran Bebas	Tidak ada
B	Sangat Baik	Stabil, tetap	Sangat sedikit
C	Baik	Stabil, tetap	Dapat diterima
D	Cukup Baik	Tidak stabil, berhenti dan jalan	Hampir tidak dapat diterima
E	Kurang Baik	Tidak stabil, berhenti dan jalan	tidak dapat diterima
F	Buruk	Aliran menyilang	Layanan Terganggu

Sumber: adopsi dari IATA 2005

B. Simulasi

Simulasi ialah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari satu sistem nyata (Siagian, 1987). Menurut Hasan (2002), simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya. Simulasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model – model dari golongan yang luas. Golongan atau kelas ini sangat luasnya sehingga dapat dikatakan, “ Jika semua cara yang lain gagal, cobalah simulasi” (Schroeder, 1997). Khosnevis (1994) mendefinisikan simulasi sebagai pendekatan eksperimental. Keterbatasan metode analitis dalam mengatasi sistem dinamis yang kompleks membuat simulasi sebagai alternatif yang baik.

Model analitik sangat berguna bagi kehidupan sehari-hari, akan tetapi terdapat beberapa keterbatasan. Model analitik tidak mampu menggambarkan suatu sistem pada masa lalu dan masa mendatang melalui pembagian waktu. Model analitik hanya memberikan penyelesaian secara menyeluruh, suatu jawab yang mungkin tunggal dan optimal tetapi tidak menggambarkan suatu prosedur operasional untuk masa lebih singkat dari masa perencanaan. Misalnya, penyelesaian

persoalan program linier dengan masa perencanaan satu tahun, tidak menggambarkan prosedur operasional untuk masa bulan demi bulan, minggu demi minggu, atau hari demi hari. Model matematika yang konvensional sering tidak mampu menyajikan sistem nyata yang lebih besar dan rumit (kompleks). Sehingga sukar untuk membangun model analitik untuk sistem nyata yang demikian. Model analitik terbatas pemakaiannya dalam hal – hal yang tidak pasti dan aspek dinamis (faktor waktu) dari persoalan manajemen.

Berdasarkan hal di atas, maka konsep simulasi dan penggunaan model simulasi merupakan solusi terhadap ketidakmampuan dari model analitik. Beberapa kelebihan simulasi adalah simulasi dapat memberi solusi bila model analitik gagal melakukannya. Model simulasi lebih realistis terhadap sistem nyata karena memerlukan asumsi yang lebih sedikit. Misalnya, tenggang waktu dalam model persediaan tidak perlu harus deterministik. Perubahan konfigurasi dan struktur dapat dilaksanakan lebih mudah untuk menjawab pertanyaan: *what happen if...* Misalnya, banyak aturan dapat dicoba untuk mengubah jumlah langganan dalam sistem antrian. Dalam banyak hal, simulasi lebih murah dari percobaannya sendiri. Simulasi dapat digunakan untuk maksud pendidikan. Untuk sejumlah proses dimensi, simulasi memberikan penyelidikan yang langsung

dan terperinci dalam periode waktu khusus. Model simulasi juga memiliki beberapa kekurangan antara lain yaitu simulasi bukanlah presisi dan juga bukan suatu proses optimisasi. Simulasi tidak menghasilkan solusi, tetapi ia menghasilkan cara untuk menilai solusi termasuk solusi optimal. Model simulasi yang baik dan efektif sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan model analitik. Tidak semua situasi dapat dinilai melalui simulasi kecuali situasi yang memuat ketidakpastian (Siagian, 1987).

C. Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki

Berdasarkan Modul Pelatihan Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki, prinsip umum perencanaan fasilitas pejalan kaki harus memenuhi aspek di antaranya adalah aspek keterpaduan sistem, baik dari penataan lingkungan atau dengan sistem transportasi atau aksesibilitas antar kawasan. Yang kedua adalah aspek kontinuitas, yang menghubungkan antara tempat asal ke tempat tujuan, dan begitu juga sebaliknya. Berikutnya adalah aspek keselamatan, keamanan, dan kenyamanan. Terakhir, aspek aksesibilitas dimana fasilitas yang direncanakan harus dapat diakses oleh seluruh pengguna, termasuk oleh pengguna dengan berbagai keterbatasan fisik. Prinsip perencanaan teknis fasilitas pejalan kaki harus memenuhi kriteria pemenuhan kebutuhan kapasitas *demand*, memenuhi ketentuan kontinuitas dan memenuhi persyaratan teknis aksesibilitas bagi semua pengguna termasuk pejalan kaki berkebutuhan khusus, serta memilih konstruksi atau bahan yang memenuhi syarat keamanan dan relatif mudah dalam pemeliharaan (pedoman pemeliharaan diatur di pedoman lain). Fasilitas pejalan kaki terdiri dari fasilitas utama, yang terdiri atas komponen: jalur pejalan kaki (trotoar) dan penyeberangan (penyeberangan sebidang dan tidak sebidang), fasilitas pejalan kaki untuk pengguna berkebutuhan khusus, fasilitas pejalan kaki pada areal konstruksi dan fasilitas pendukung yang terdiri atas komponen rambu dan marka, pengendali kecepatan pada ruas jalan, lapak tunggu, lampu penerangan fasilitas pejalan kaki, pagar pengaman, pelindung/peneduh, tempat duduk, tempat sampah, halte/tempat pemberhentian bis, *drainase*, *bolard* dan fasilitas telepon umum.

D. VISWALK/*Pedestrian Simulation*

Tidak seperti kendaraan, pejalan kaki adalah perjalanan individu dan tidak mengikuti aturan ketat. Mereka spontan berhenti, perubahan arah

atau berbelok seketika. Viswalk adalah alat bantu simulasi pejalan kaki, yang dikembangkan berdasarkan model ilmiah dengan memperhitungkan psikologi perilaku manusia berjalan.

Integrasi penuh dengan VISSIM dapat memberikan hasil penelitian sekaligus pada satu simulasi lalu lintas dan pejalan kaki dalam model yang sama. Aplikasi Viswalk termasuk transportasi umum stasiun pemodelan, analisis evakuasi, penyelidikan ruang bersama, olahraga dan manajemen acara khusus, desain ruang publik, dll

Pergerakan pejalan kaki dalam VISSIM dengan Viswalk didasarkan pada *Social Force Model* (Helbing dan Molnar, 1995). Prinsip dasar dari *Social Force Model* adalah model dorongan dasar untuk gerak pejalan kaki analog dengan mekanika Newton. Dari hasil kekuatan sosial, psikologis, dan kekuatan fisik total, yang akhirnya menghasilkan sebuah parameter percepatan fisik pejalan kaki. Kekuatan ini muncul dari keinginan pejalan kaki untuk mencapai tujuan, dari pengaruh pejalan kaki dan hambatan lain di lingkungannya. Prof. Dr. Dirk Helbing adalah penasihat ilmiah untuk PTV GROUP, yang memperluas *Social Force Model* untuk penggunaan pada Viswalk. Model simulasi ini divalidasi dalam tiga cara yang berbeda:

Pertama, parameter makroskopik dihitung dan disesuaikan dengan data empiris. Kedua, efek mikroskopis seperti pembentukan jalur (*counterflow*) dan pembentukan stripe (*crossing*) dapat direproduksi. Ketiga, animasi yang dihasilkan harus direpresentasikan mendekati kenyataan yang terjadi.

Perilaku pejalan kaki dapat dibagi menjadi tiga tingkatan hirarkis (Hoogendoorn et al, 2002.). Tingkatan pertama yaitu tingkat strategis menit ke jam, pejalan kaki merencanakan rutenya, menghasilkan daftar tujuan. Tingkatan kedua adalah tingkat taktis detik untuk menit, pejalan kaki memilih rute antara tujuan sehingga ia mengambil jaringan rute perjalanan yang ada. Tingkatan ketiga yaitu tingkat operasional milidetik untuk detik, pejalan kaki melakukan gerakan yang sebenarnya. Dia menghindari pejalan kaki sehingga melaju, menavigasi kerumunan padat, atau hanya melanjutkan pergerakan menuju tujuannya.

Social Force Model mengendalikan tingkat operasional dan merupakan bagian dari tingkat taktis.

Beberapa kajian terkait dengan *pedestrian simulation* adalah sebagai berikut:

1. **Scenario Analysis of Pedestrian Flow in Public Space (Amir Sohrab et al)**

Penelitian ini dilakukan di Gedung SV di Ecole Polytechnique Federale de Lausanne. Pada *hall* masuk gedung yang berukuran medium perilaku pejalan kakinya sangat menarik untuk dianalisis karena pejalan kaki masuk dan keluar melalui lokasi yang berbeda tergantung pada tujuannya dengan melewati *hall* masuk gedung ini. Penelitian ini menggunakan *software* VISWALK. Selain pada gedung SV penelitian ini juga menggunakan data yang dikumpulkan pada stasiun kereta api yang merupakan *multi modal transportation hub*. Data ini sangat baik untuk pengembangan *pedestrian modelling* khususnya untuk model kalibrasi dan validasi. Penelitian di gedung SV merupakan salah satu penelitian terkait dengan simulasi dan optimasi pergerakan pejalan kaki menggunakan *methodology* dan metode kalibrasi yang akan dilakukan lebih mendalam, Untuk penelitian pada gedung SV perubahan *demand* dan optimasi skenario juga dibuat dan disimulasikan.

2. **Pedestrian in Microscopic Traffic Simulation Comparison Between Software Viswalk and Legion for Aimsun (Stina Alexander)**

Tujuan dari studi ini adalah menganalisis utilitas dan kemungkinan untuk integrasi pejalan kaki pada *microscopic traffic simulation* termasuk membandingkan dua *software* yaitu Viswalk dan Legion for Aimsun dengan tambahan analisis untuk menentukan pemilihan *software* untuk situasi yang berbeda. Studi ini dilaksanakan dalam empat tahapan. Tahap yang pertama adalah gambaran umum mengenai *pedestrian planning* dengan mempertimbangkan karakteristik pejalan kaki dan kebutuhan untuk mengukurnya. Pada tahap ini diketahui bahwa untuk melihat fungsi dari sebuah *software* harus mempertimbangkan cara membangun model, perilaku pejalan kaki, dan pengukuran kinerja/*performance*. Tahap kedua adalah melihat perbedaan antara *software* Viswalk dan Legion for Aimsun dengan mempertimbangkan aspek pada tahap pertama. Pada tahap ini ditemukan perbedaan pada kedua *software* terletak pada definisi tipe pejalan kaki, definisi awal untuk *crossing* pejalan kaki dan fitur untuk memodelkan pejalan kaki sebagai penumpang *public transport*. Tahap ketiga dilakukan simulasi pada kedua *software* tersebut untuk melihat dan mengevaluasi aspek kemudahan penggunaan dan kemampuan untuk dilakukan modifikasi pada perilaku pejalan kaki dan pengukuran kinerja. Untuk tahap ke empat

dilakukan analisis SWOT. Perbedaan terbesar pada dua *software* tersebut, Viswalk lebih transparan dan menyediakan lebih kemungkinan untuk melakukan modifikasi, sedangkan Legion for Aimsun lebih mudah digunakan dan memiliki hasil visualisasi yang lebih baik. Untuk setiap situasi, kegunaan simulasi dan kemungkinan yang disediakan oleh *software* yang tersedia, menentukan apakah simulasi lalu lintas pejalan kaki dapat dilakukan atau tidak, dan *software* yang dianalisis dalam studi ini memiliki utilitas yang besar dan banyak kemungkinan untuk integrasi pejalan kaki dalam simulasi lalu lintas mikroskopik. pejalan kaki akan lebih fokus masuk dalam perencanaan lalu lintas dan layak mendapat pengakuan yang lebih besar dalam simulasi lalu lintas mikroskopik.

3. **Fuzzy Ant Colony Paradigm for Virtual Pedestrian Simulation (A. Boulmakoul et al.)**

Studi mengenai pejalan kaki sudah banyak dikembangkan di berbagai area termasuk pada perencanaan pada *public trip*, dan faktor manusia untuk evakuasi gedung atau situasi lain dimana banyak orang atau massa berkumpul seperti pada pertandingan olah raga dll. Pada penelitian ini menggambarkan sistem simulasi *virtual pedestrian*/pejalan kaki virtual. Penelitian ini menggabungkan konsep *fuzzy ant model* dan *cellular automaton model*. Mengadopsi *fuzzy model* dikarenakan memiliki kemampuan untuk merepresentasikan ketidakpastian dan ketidaktepatan mengenai persepsi terhadap ruang. Pada model yang dibuat dalam penelitian ini digunakan untuk merepresentasikan keinginan dan jarak pandang pejalan kaki secara virtual. Hasil simulasi menyatakan prediksi yang diberikan oleh *first order traffic flow theory*.

METODE PENELITIAN

Pola pikir penelitian diawali dengan subyek, yang merupakan unsur pelaku utama yang terlibat dalam permasalahan yang dikaji yaitu PT. Kereta Commuter Jakarta, Dinas Perhubungan Kota Bogor, penumpang *commuter line*, dan Dinas Pariwisata. Kemudian obyek, yaitu unsur yang akan diteliti, difokuskan pada data-data dan informasi yang relevan dengan judul penelitian seperti jumlah penumpang *commuter line*, jumlah pengunjung Kebun Raya Bogor, opini masyarakat terhadap fasilitas pejalan kaki, geometri jalan di sekitar Stasiun Bogor dan Kebun Raya Bogor, *layout* Stasiun Bogor, dll. Kemudian metode yaitu unsur yang digunakan dalam analisis dimana penelitian ini menggunakan *pedestrian simulation* dengan *software* VISWALK dan pendekatan deskriptif

kualitatif. Pada pendekatan deskriptif kualitatif dilakukan dengan menguraikan data dan informasi yang ada, sehingga menghasilkan deskripsi, gambaran atau *chart* secara sistematis, faktual dan akurat terhadap data dan informasi dalam menghasilkan *output* sesuai dengan substansi penelitian. Sedangkan sebagai *output* dari penelitian ini yaitu simulasi pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Sebagai *outcome* adalah terwujudnya fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor dan Kebun Raya Bogor yang nyaman dan aman.

Penelitian diawali dengan menginventarisasi data sekunder dan primer yang akan digunakan sebagai *input* dari simulasi pejalan kaki. Kemudian dilakukan simulasi pejalan kaki untuk kondisi saat ini dengan membangun *base model*, sehingga dapat dilihat kinerja saat ini kemudian disimulasikan dan dikembangkan beberapa kemungkinan skenario. Analisis yang digunakan adalah metode simulasi menggunakan *pedestrian simulation* menggunakan *software VISWALK*.

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini mencakup dasar-dasar teori, referensi yang terkait dengan studi dimaksud. Selain itu diperlukan data *layout* stasiun Bogor dan jumlah penumpang *Commuter Line* di Stasiun Bogor. Pengumpulan data sekunder meliputi data-data dari instansi yang terkait, seperti PT. Kereta Commuter Jakarta, Dinas Perhubungan Kota Bogor dan Dinas Pariwisata Bogor.

Pengumpulan data primer meliputi pengamatan lapangan di Stasiun Bogor, geometri jalan di sekitar Stasiun Bogor dan Kebun Raya Bogor yang menjadi obyek survey. Lama waktu pengukuran adalah mulai dari menghitung jumlah penumpang *Commuter Line* yang turun di Stasiun Bogor sampai hampir seluruh penumpang selesai turun dan dihitung para penumpang melanjutkan perjalanan masing-masing.

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diantaranya opini responden terhadap fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor, data kecepatan rata-rata pejalan kaki berdasarkan jenis kelamin, jumlah pengguna *commuter line* berdasarkan pemilihan rute (*gate*), data jarak perjalanan (Stasiun Bogor – Kebun Raya Bogor), data waktu tempuh pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor, jumlah pengguna *commuter line* yang bertujuan Stasiun Bogor, dan geometri jalan di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Sedangkan data sekunder terdiri dari dasar-dasar teori atau referensi terkait dengan fasilitas pejalan kaki dan VISWALK, data jumlah pengunjung Kebun Raya Bogor, *layout* Stasiun Bogor, dan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor.

Selain untuk inputan model, data dan informasi

digunakan untuk menjangkau opini responden terhadap fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor serta kesediaan responden untuk menggunakan fasilitas pejalan kaki.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data Primer di Stasiun Bogor

Berdasarkan hasil pengumpulan data sebanyak 50% responden melakukan perjalanan dengan tujuan liburan menggunakan *commuter line* pada hari libur. Sementara itu, 32% melakukan perjalanan dengan tujuan urusan keluarga, sedangkan sisanya melakukan perjalanan dengan tujuan untuk sekolah, bekerja dan lain-lain.

Dalam hal pemilihan moda dari hasil pengumpulan data, bahwa sebanyak 46% responden memilih moda angkutan kota untuk menuju Kebun Raya Bogor, sedangkan 27% memilih moda kereta.

Menurut opini responden, 52% alasan utama menggunakan moda tersebut yaitu lebih murah dan 24% responden mengatakan pemilihan moda tersebut dikarenakan lebih cepat. Angkutan lanjutan yang umum digunakan dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor yaitu angkutan kota.

Kinerja fasilitas pejalan kaki dalam hal kondisi jalur pejalan kaki berdasarkan hasil pengumpulan data, 36% responden menilai bahwa kondisi jalur pejalan kaki (*trottoar*) di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor buruk, 34% menilai cukup, hanya 4% responden yang menilai kondisi jalur pejalan kaki baik, sedangkan sisanya 26% tidak mengetahui kondisi jalur pejalan kaki yang ada pada saat ini.

Kinerja fasilitas pejalan kaki dalam hal fasilitas penerangan berdasarkan hasil pengumpulan data, 29% responden menilai bahwa fasilitas penerangan pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor buruk, 24% menilai cukup, hanya 7% responden yang menilai fasilitas penerangan pejalan kaki baik, sedangkan sisanya 40% tidak mengetahui kondisi fasilitas penerangan pejalan kaki yang ada pada saat ini.

Kinerja fasilitas pejalan kaki dalam hal kenyamanan pejalan kaki berdasarkan hasil pengumpulan data diperoleh informasi bahwa 40% responden menilai kenyamanan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor buruk, 28% menilai cukup dan hanya 7% responden yang menilai kenyamanan fasilitas pejalan kaki baik, sedangkan sisanya 25% tidak mengetahui kondisi kenyamanan fasilitas pejalan kaki yang ada pada saat ini.

Kinerja fasilitas pejalan kaki dalam hal keamanan

pejalan kaki berdasarkan hasil pengumpulan data, 31% responden menilai keamanan pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor buruk, 34% menilai cukup dan hanya 8% responden yang menilai keamanan pejalan kaki baik, sedangkan sisanya 25% tidak mengetahui kondisi keamanan pejalan kaki dalam pemanfaatan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor.

B. Data Hasil Survey Kecepatan Pejalan Kaki

Data sampel kecepatan pejalan kaki dibedakan menurut jenis kelamin laki-laki dan perempuan, serta lokasi pengambilan sampel. Dari hasil pengolahan data sampel kecepatan pejalan kaki,

diperoleh rata-rata kecepatan pejalan kaki 3,4km/jam dan minimum 3,1km/jam.

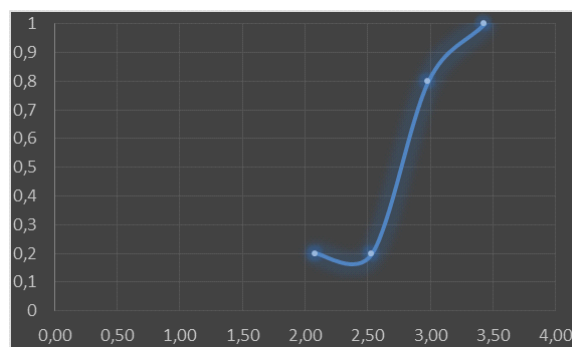
C. Analisis Kecepatan Pejalan Kaki

Dari data kecepatan pejalan kaki maka dapat dianalisis distribusi kecepatan pejalan kaki. Distribusi kecepatan pejalan kaki tersebut menjadi input untuk menjalankan simulasi pejalan kaki melalui *software* VISWALK. Sedangkan grafik distribusi kumulatif pejalan kaki untuk penumpang laki-laki dapat dilihat pada gambar 1.

Distribusi kecepatan pejalan kaki wanita saat masuk terminal penumpang dapat dilihat pada tabel 7. Sedangkan grafik distribusi kumulatif pejalan kaki dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 6. Distribusi Kumulatif Kecepatan Penumpang Laki-Laki

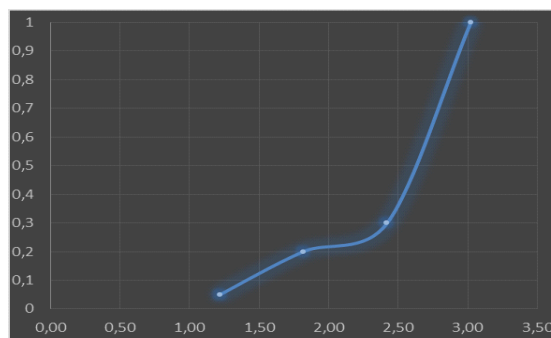
Interval	Frekuensi	Relative Freq	Cum Freq
1,19 – 1,63	1	0,05	
1,64 – 2,08	3	0,15	0,20
2,09 – 2,53	0	-	0,20
2,54 – 2,98	12	0,60	0,80
2,99 – 3,43	4	0,20	1,00
Total	20	1	



Gambar 1. Grafik Distribusi Kumulatif Kecepatan Penumpang Laki-Laki.

Tabel 7. Distribusi Kumulatif Kecepatan Penumpang Wanita

Interval	Frekuensi	Relative Freq	Cum Freq
0,03 – 0,62	1	0,05	
0,63 – 1,22	0	-	0,05
1,23 – 1,82	3	0,15	0,20
1,83 – 2,42	2	0,10	0,30
2,43 – 3,02	14	0,70	1,00
Total	20	1	



Gambar 2. Grafik Distribusi Kumulatif Kecepatan Penumpang Wanita.

D. Analisis Permodelan Pejalan Kaki di Stasiun Bogor Menuju Objek Wisata Kebun Raya Bogor

Permodelan pergerakan pejalan kaki dalam studi ini menggunakan *software* Viswalk. Langkah-langkah yang dilakukan untuk menyusun permodelan adalah sebagai berikut:

Langkah pertama yaitu penggunaan *layout* Stasiun Bogor sebagai acuan penyusunan area sebagai *walkable area* pejalan kaki dan *obstacle*. Penggunaan *layout* sebaiknya menggunakan format *autocad*, gambar dapat dilakukan dengan dengan menu *import* atau penggunaan *background*. Mendefinisikan area sebagai *walkable area* yaitu area yang dilalui oleh pejalan kaki, sedangkan *obstacle* yaitu area yang tidak dapat dilalui pejalan kaki.

Berikutnya yaitu *Modeling contruction element*, pada kajian ini area meliputi seluruh area di dalam Stasiun Bogor dan sekitar area Stasiun Bogor. Area dan *ramp* merupakan tempat yang akan diakses oleh pejalan kaki, mulai dari turun *commuter line* di area Stasiun Bogor sampai menuju Kebun Raya Bogor.

Langkah selanjutnya yaitu *pedestrian input* yaitu volume *pedestrian* dalam satu jam. Input jumlah pejalan kaki disesuaikan dengan akses masuk Stasiun Bogor. Saat ini, akses pintu masuk Stasiun Bogor dapat dilalui oleh tiga area, yaitu pintu utama di Jalan Mayor Oking Jayaatmaja, melalui tangga penyeberangan di Jalan Kapten Muslihat dan pintu bukaan di Jalan Kapten Muslihat.

Mendefinisikan *pedestrian types*, dalam studi ini *pedestrian types* dibagi menjadi jenis kelamin yaitu laki-laki dan wanita. *Pedestrian routes*, mendefinisikan rute pejalan kaki yang dipilih penumpang *commuter line* berdasarkan tujuan pejalan kaki. *Desired speed distribution*, merupakan input dari data kecepatan seperti yang telah diuraikan di atas.

Pedestrian performance measurements, bagian ini menjelaskan pengukuran performa pejalan kaki yang dapat diperoleh dari Viswalk. Secara *default*, pejalan kaki di tampilan 2D berwarna dalam berbagai warna. Warna-warna yang ditetapkan pengguna tergantung pada nilai parameter tertentu yang mereka miliki. Parameter yang tersedia untuk pejalan kaki individu kecepatan dan akselerasi. Skala warna standar dapat dimodifikasi oleh pengguna. Pengukuran kinerja lain yang dapat ditampilkan dalam warna di tampilan 2D adalah Tingkat Pelayanan atau *Level of Service* (LOS). Nilai tersebut adalah agregat untuk pejalan kaki, dengan parameter yang tersedia adalah kecepatan dan kepadatan.

Area measurements diukur dari lokasi dan ukuran daerah pengukuran ditetapkan oleh pengguna dan memberikan informasi tentang pejalan kaki di wilayah pengukuran.

Travel time measurement, ditentukan dengan menentukan *start area* (peron kereta) dan *ending area* (pintu pejalan kaki Kebun Raya Bogor) untuk menghitung lama tempuh perjalanan pejalan kaki. Hasil dari pembuatan *base model* maka dapat diketahui *pedestrian network performance* dan *travel time measurement result*.

Dari hasil simulasi *base model* maka dapat dilihat bahwa *density average* yang tertinggi pada time interval 1200-1800 detik yaitu sebanyak 6.92 ped/m². Jika mengacu pada standar LOS untuk pedestrian menurut Fruin, maka berada pada LOS F dengan hampir semua orang di dalam antrian berdiri dengan kontak fisik langsung dengan orang lain; kepadatan sangat tidak nyaman, tidak ada gerakan yang mungkin dalam antrian, potensi untuk mendorong dan panik ada. Kecepatan rata-rata sekitar 4.66 km/jam.

Input jumlah pejalan kaki dibedakan berdasarkan tujuan perjalanan. Untuk mengetahui jumlah *travel time* dari Stasiun Bogor Menuju Kebun Raya Bogor diperoleh dari penjumlahan waktu perjalanan dari tiga area bangkitan berdasarkan *pedestrian route* yaitu (1) area peron sampai dengan jalur pejalan kaki di depan Taman Topi, (2) area jalur pejalan kaki di depan Taman Topi sampai dengan area penyeberangan di persimpangan Jalan Ir. Juanda dan Jalan Kapten Muslihat, dan (3) area penyeberangan di persimpangan Jalan Ir. Juanda dan Jalan Kapten Muslihat sampai dengan pintu pejalan kaki Kebun Raya Bogor.

Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh waktu tempuh pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor yaitu 1.212 detik atau 20 menit 12 detik, dengan kecepatan rata-rata pejalan kaki 0,78 km/jam.

E. Peningkatan dan Perbaikan Guna Peningkatan Pemanfaatan Fasilitas Pejalan Kaki di Stasiun Bogor Menuju Kebun Raya Bogor

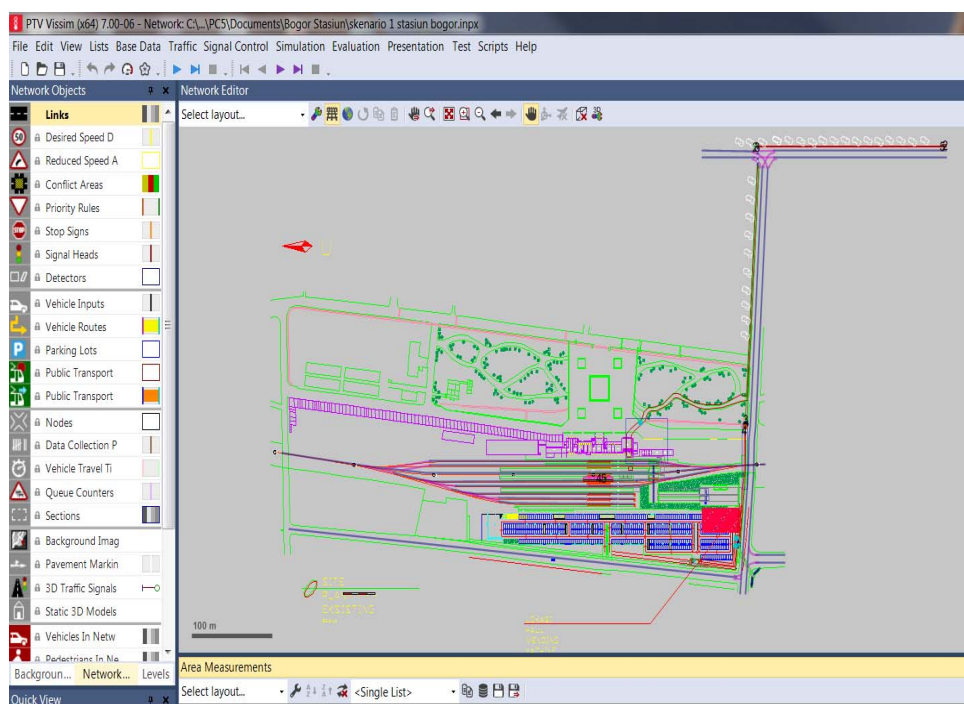
Berdasarkan hasil pengumpulan data, dapat terlihat bahwa minat pengguna *commuter line* sangat minim sekali dalam pemanfaatan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Untuk menarik minat tersebut, terdapat beberapa usulan perbaikan diantaranya pengembalian fungsi jalan karena hingga saat ini masih ditemui disfungsi fasilitas pejalan kaki oleh para pedagang kaki lima. Keberadaan pedagang

kaki lima secara langsung mempengaruhi kapasitas fasilitas pejalan kaki. Selain itu diperlukan pelebaran jalur pejalan kaki (trotoar) di Jalan Kapten Muslihat atau sekitar pintu keluar Stasiun Bogor. Penambahan atau pengadaan lampu penerangan, lampu penerangan fasilitas pejalan kaki adalah untuk memberikan pencahayaan pada malam hari agar area fasilitas pejalan kaki dapat lebih aman dan nyaman. Lampu penerangan diletakkan pada jalur fasilitas yang terletak setiap 10 meter dengan tinggi maksimal 4 meter, dan bahan yang digunakan adalah bahan dengan daya tahan yang tinggi seperti metal dan beton cetak.

Beberapa usulan perbaikan lain diantaranya adalah pengadaan pelindung atau peneduh pada fasilitas pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Jenis pelindung atau peneduh ini bisa berupa pohon pelindung dan atap. Selain pengadaan petunjuk informasi mengenai arah menuju Kebun Raya Bogor, perlu juga disediakan papan informasi di pintu keluar Stasiun Bogor dan sekitar mengenai jarak dan waktu tempuh menuju Kebun Raya Bogor dengan berjalan kaki. Kemudian pengadaan fasilitas pendukung lainnya, seperti: tempat duduk, tempat sampah, dan lain-lain. Penempatan tempat duduk pada fasilitas pejalan kaki dimaksudkan untuk meningkatkan kenyamanan pejalan kaki. Tempat duduk diletakkan pada jalur fasilitas dan tidak boleh mengganggu pergerakan pejalan kaki.

Tempat duduk diletakkan pada setiap jarak 10 meter dengan lebar 40 – 50 cm, panjang 150 cm dan bahan yang digunakan adalah bahan dengan daya tahan yang tinggi seperti metal dan beton cetak. Tempat sampah diletakkan pada jalur fasilitas. Penempatan sampah pada fasilitas pejalan kaki hanya untuk menampung sampah yang dihasilkan oleh pejalan kaki dan bukan untuk menampung sampah rumah tangga di sekitar fasilitas pejalan kaki. Terletak setiap 20 meter serta pada titik-titik pertemuan (misalnya persimpangan), dengan besaran sesuai kebutuhan, dan bahan yang digunakan adalah bahan dengan daya tahan yang tinggi serta metal dan beton cetak. Selain perbaikan fasilitas pejalan kaki, dilakukan skenario penambahan *gate out* di Jalan Nyi Raja Permas. Dari hasil simulasi, skenario ini dapat mengurangi waktu tempuh perjalanan dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Selain itu, pembukaan *gate out* di Jalan Nyi Raja Permas mengarahkan pejalan kaki untuk memanfaatkan fasilitas pejalan kaki di sekitar Taman Topi, yang sudah didesain nyaman untuk pejalan kaki.

Dari hasil simulasi skenario penambahan *gate out* di Jalan Nyi Raja Permas, diperoleh waktu tempuh perjalanan dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor selama 876 detik atau 14 menit 36 detik. Waktu tempuh ini lebih pendek dibanding dengan kondisi saat ini, 1.212 detik. Skenario ini dapat mengurangi waktu tempuh 336 detik atau 5 menit 36 detik.



Gambar 5. Simulasi Skenario Penambahan Gate Out di Jalan Nyi Permas.

Tabel 10. Travel Time Dari Peron Kereta Api Sampai Kebun Raya Bogor

Pedestrian Travel Time Measurement	TIMEINT	Travel time (detik)
2	0 – 3600	257
3	0 – 3600	312
4	0 – 3600	588
5	0 – 3600	876

KESIMPULAN

Berdasarkan pengumpulan data terlihat bahwa minimnya minat pengguna *commuter line* dalam pemanfaatan fasilitas pejalan kaki di sekitar Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor, dilihat dari hasil simulasi, diperoleh waktu tempuh pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor yaitu 1.212 detik atau 20 menit 12 detik, dengan kecepatan rata-rata pejalan kaki 0,78 km/jam.

Untuk menarik minat perlu perbaikan dari pemangku kebijakan sesuai dengan kewenangan dari Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan Kota Bogor dan PT. Kereta Api (Persero). Usaha perbaikan tersebut antara lain pengembalian fungsi fasilitas pejalan kaki dari para pedagang kaki lima, pelebaran jalur pejalan kaki (trotoar) di Jalan Kapten Muslihat, sekitar pintu keluar Stasiun Bogor, penambahan atau pengadaan lampu penerangan diletakkan pada jalur fasilitas yang terletak setiap 10 meter dengan tinggi maksimal 4 meter, pengadaan pelindung atau peneduh pada fasilitas pejalan kaki dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor, jenis pelindung atau peneduh ini bisa berupa pohon pelindung dan atap, pengadaan fasilitas pejalan kaki untuk pengguna berkebutuhan khusus (*diffabel*), petunjuk informasi mengenai arah, jarak dan waktu tempuh menuju Kebun Raya Bogor serta pengadaan fasilitas pendukung lainnya, seperti tempat duduk, tempat sampah, dan lain-lain.

SARAN

Selain perbaikan fasilitas pejalan kaki, dilakukan skenario penambahan *gate out* di Jalan Nyi Raja Permas. Dari hasil simulasi, skenario ini dapat mengurangi waktu tempuh perjalanan dari Stasiun Bogor menuju Kebun Raya Bogor. Selain itu, pembukaan *gate out* di Jalan Nyi Raja Permas mengarahkan pejalan kaki untuk memanfaatkan fasilitas pejalan kaki di sekitar Taman Topi, yang sudah didesain nyaman untuk pejalan kaki.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Manajemen

Transportasi Multimoda atas kesempatan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Undang – Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan
- A, Boulmakoul.M, Mandar. “Fuzzy Ant Colony Paradigm For Virtual Pedestrian Simualtion”. *The Open Operational Research Journal*, 2011.
- Amir Sohrab Sahale Et All. *Scenario Analysis Of Pedestrian Flow In Public Spaces*. Ecole Polytechnique Federale De Lausanne, 2012.
- Daamen, W. “Modelling Passenger Flows in Public Transport Facilities”. Phd Thesis, Delft University Press, 2004.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik No. 011/T/Bt/1995 tentang Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan.
- Dirk Helbing. *A Fluid Dynamic Model For The Movement Of Pedestrians*. *Complex System*, 1992.
- Hasan, M. Iqbal. *Pokok Pokok Materi: Teori Pengambilan Keputusan*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 2002.
- J.J. Fruin. *Pedestrian Planning and Design*. *Metropolitan Association of Urban Designer and Environtmental Planners*, 1971.
- Khoshnevis, Behrokh. *Discrete Systems Simulation*. New York: McGraww Hill, 1994.
- Pignataro:1973 dalam Nugroho Utomo, Iwan Wahjudjanto:2008. “Analisa Tingkat Pelayanan Jalur Pejalan Kaki yang Sinergis dengan Fasilitas Transportasi Publik di Kota Surabaya”. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, Vol. 4 (2008).
- Robin, Thomas. Michele Bierlaire and Javier Cruz. “Dynamic Facial Expression Recognition With a Discrete Choice Model”. *Journal of Choise Modelling*, Vol. 4, Issue 2 (2011): 95 – 148.
- Schadschneider, Klingsch, Klupfel, Kretz, Rogsch, and Seyfried. *National cooperative highway research program report 616; multimodal level of service analysis for urban streets*, Transportation research board, 2008.
- Siagian.P. *Penelitian Operasional: Teori dan Praktek*. Jakarta: Universitas Indonesia Press, 1987.
- S.P.Hoogendoorn, P.H.L.Bovy, W. Damen. *Microscopic Pedestrian Wayfinding And Dynamics Modeling in Michael Schreckenberg, Some Deo Sharma, Editors, Pedestrian And Evacuaticon Dynamics*. Springer (2001): 123-124.

Stina Alexander. Emmi Johansson. "Pedestrian in Microscopic Traffic Simulation Comparison Between Software Viswalk and Legion for Aimsun". Master Thesis, Chalmers University of Technology, 2013.

Tanan, Natalia dan Agus Bari Sailendra. *Modul Pelatihan Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum.