

BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Pemodelan Dinamis

Ruth dan Hannon (1997) menjelaskan jika pemodelan dinamis adalah proses memperluas pengetahuan kita, dan komputer hanyalah suatu alat untuk pencapaian tujuan. Tujuan dari pemodelan dinamis adalah untuk menjelaskan dan dengan usaha yang cukup dan keberuntungan untuk memprediksi.

Pemodelan dinamis menggambarkan dan menganalisa proses yang mana suatu kejadian atau fenomena tertentu terjadi. Kita dapat mengembangkan model matematika yang menggambarkan perubahan tingkat migrasi dari kota atau yang menuju ke kota, atau perubahan tingkat penyebaran penyakit. Pada hal yang sama, kita juga dapat mengembangkan model yang merepresentasikan perubahan tingkat ini dari waktu ke waktu. Jadi pemodelan dinamis dapat dinyatakan sebagai upaya yang menangkap perubahan dalam waktu yang nyata atau dunia nyata pada simulasi.

2.2 Pemodelan Transportasi

2.2.1 Definisi Model

Dalam sebuah proses perencanaan transportasi pasti melakukan kegiatan analisis setiap data dan informasi yang valid sebagai landasan untuk memprediksi kejadian di masa yang akan datang. Data dan informasi yang dianalisis dapat berupa data primer dan data sekunder, data primer didapat dari pengamatan langsung di lapangan, namun data yang diperoleh biasanya memiliki karakteristik bersifat kompleks, memiliki variabel yang banyak dan sangat sulit untuk diukur. Sehingga untuk mempermudah dalam menganalisis data yang ada, dapat dilakukan penyederhanaan dan diringkas secara optimal tanpa lepas dari maksud, tujuan dan substansi yang ada. Aktivitas meringkas dan menyederhanakan kondisi nyata tersebut dikenal sebagai Pemodelan (Miro, 2005:33).

Beberapa pakar mendefinisikan model sebagai suatu representasi ringkas dari kondisi riil dan berwujud suatu bentuk rancangan yang dapat menjelaskan

atau mewakili kondisi riil tersebut untuk suatu tujuan tertentu (Black,1981). Adapula yang mendefinisikan model sebagai suatu kerangka utama atau formalisasi data tentang kondisi nyata yang dikumpulkan untuk mempelajari menganalisis sistem nyata tersebut (Gordon, 1978).

2.2.2 Beberapa Definisi Dalam Permodelan

Beberapa definisi dalam pemodelan berikut ini sering digunakan dalam proses pemodelan (Black,1981dan LPM-ITB,1997c).

- a. Fungsi : konsep matematis yang digunakan untuk menyatakan bagaimana satu nilai peubah (tidak bebas) ditentukan oleh satu atau beberapa peubah lainnya (bebas).
- b. Argumen : nilai tertentu suatu fungsi dapat dihitung dengan memasukkan nilai pada peubah (bebas) yang ada dalam fungsi tersebut, peubah tersebut disebut argumen.
- c. Peubah : kuantitas yang dapat digunakan untuk mengasumsikan nilai numerik yang berbeda-beda. Jika suatu huruf digunakan untuk menyatakan nilai suatu fungsi, huruf itu disebut peubah tidak bebas, jika digunakan sebagai argumen suatu fungsi disebut peubah bebas.
- d. Parameter : kuantitas yang mempunyai suatu nilai konstan yang berlaku pada kasus tertentu, yang mungkin mempunyai nilai konstan yang berbeda pada kasus lain.
- e. Koefisien : dalam aplikasi matematika, koefisien mempunyai definisi yang sama dengan Parameter.
- f. Kalibrasi : proses yang dilakukan untuk menaksir nilai parameter atau koefisien sehingga hasil yang didapatkan mempunyai galat yang sekecil mungkin dibandingkan dengan hasil yang sebenarnya (realita).
- g. Algoritma : suatu prosedur yang menunjukkan urutan operasi aritmatik yang rumit. Biasanya algoritma sering digunakan dalam pembuatan program komputer.

2.3 Transportasi

2.3.1 Definisi Transportasi

Transportasi mempunyai peran penting bagi keberlangsungan kehidupan manusia baik di perkotaan maupun pedesaan sekalipun, karena tanpa adanya transportasi proses kegiatan ekonomi ataupun sosial masyarakat tidak akan terjadi. Transportasi sendiri menurut menurut Warpani (2002:1) adalah kegiatan perpindahan orang dan barang dari tempat (asal) ke tempat lain (tujuan) dengan menggunakan sarana (kendaraan). Sedangkan menurut Miro (2005:4) transportasi adalah usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, dimana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu.

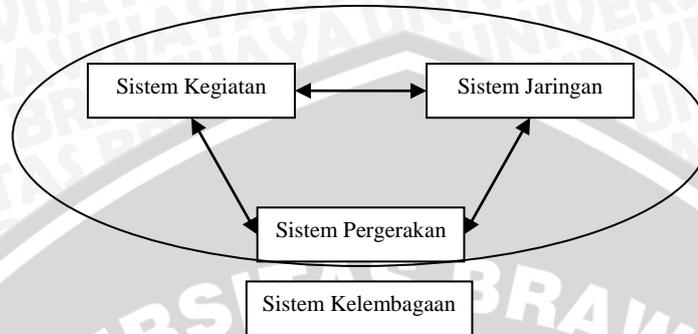
2.3.2 Sistem Transportasi Makro

Sistem adalah gabungan beberapa komponen atau objek yang saling berkaitan. Dalam setiap organisasi sistem, perubahan pada satu komponen dapat menyebabkan perubahan pada komponen lainnya (Tamin,2000:26). Seperti halnya transportasi, dalam proses berlangsungnya suatu usaha transportasi terdapat komponen – komponen yang saling berhubungan dalam suatu sistem transportasi. Dalam ilmu transportasi, sistem transportasi distilahkan sebagai alat pendukung yang didalamnya mencakup berbagai unsur (subsistem) berikut (Miro,2005:5) :

- a. Ruang untuk bergerak (jalan)
- b. Tempat awal/akhir pergerakan (terminal)
- c. Yang bergerak (alat angkut /kendaraan dalam bentuk apapun)
- d. Pengelolaan: yang mengkoordinasikan ketiga unsur sebelumnya

Masing–masing unsur itu tidak bisa hadir dan beroperasi sendiri–sendiri, kesemuanya harus terintegrasi secara serentak. Seandainya salah satu komponen tidak ada, maka alat pendukung proses perpindahan (sistem transportasi) tidak dapat bekerja dan berfungsi. Untuk lebih mendapatkan alternatif pemecahan masalah yang terbaik, perlu dilakukan pendekatan secara sistem–sistem

transportasi secara makro yang terdiri dari beberapa sistem transportasi mikro. Sistem transportasi secara menyeluruh (makro) dapat dipecahkan menjadi beberapa sistem yang lebih kecil (mikro) yang masing-masing saling terkait dan saling mempengaruhi, seperti terlihat di Gambar 2.1 dibawah ini :



Sumber: O.Z.Tamin,2000:28

Gambar 2.1 Sistem Transportasi Makro

Sedangkan untuk sistem transportasi mikro itu sendiri terdiri dari :

- a. Sistem Kegiatan : setiap tata guna lahan atau sistem kegiatan mempunyai jenis kegiatan tertentu yang akan membangkitkan pergerakan dan menarik pergerakan dalam proses pemenuhan kebutuhan. Sistem tersebut merupakan sistem pola kegiatan tata guna lahan yang terdiri dari sistem pola kegiatan sosial, ekonomi, kebudayaan dan lain-lain.
- b. Sistem jaringan jaringan prasarana transportasi : pergerakan yang berupa pergerakan manusia dan/atau barang tersebut jelas membutuhkan moda transportasi (sarana) dan media (prasarana) tempat moda transportasi tersebut bergerak. Prasarana transportasi yang diperlukan tersebut biasa dikenal dengan sistem jaringan yang meliputi sistem jaringan jalan raya, kereta api, terminal bus dan kereta api, bandara dan pelabuhan laut.
- c. Sistem pergerakan : interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan ini menghasilkan pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk pergerakan kendaraan dan/atau orang (pejalan kaki).
- d. Sistem kelembagaan : untuk menjaminterwujudnya ketersinambungan antara ketiga sistem mikro sebelumnya, terdapat sistem kelembagaan

yang meliputi individu, kelompok, lembaga, dan instansi pemerintah serta swasta yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam setiap sistem mikro tersebut.

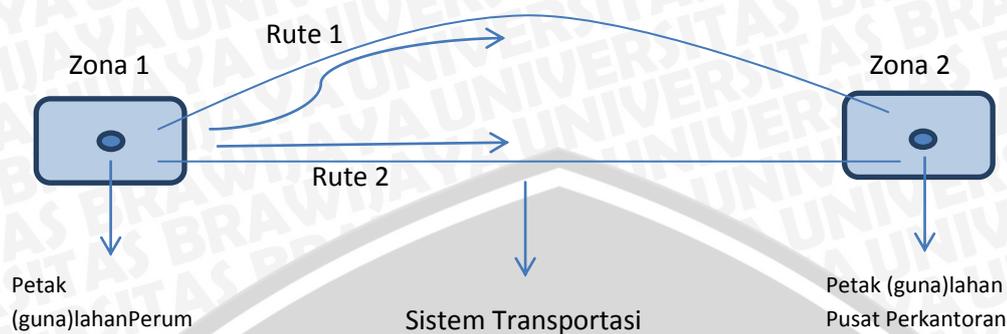
2.3.3 Sistem Tata Guna Lahan-Transportasi

Pada umumnya, sistem transportasi perkotaan terdiri dari berbagai aktivitas para pekerja yang pergi ke kantor, siswa atau mahasiswa yang pergi menuju sekolah atau kampus, ibu rumah tangga menuju ke pasar atau pusat perbelanjaan dan bertamu yang kesemua aktivitas tersebut terjadi diatas bidang sebuah tanah (kantor, pabrik, sekolah, universitas, pasar, pertokoan, dan lain-lain). Potongan lahan ini biasa disebut sebagai tata guna lahan. Dalam sistem kegiatan yang dilakukan diatas sebuah tata guna lahan pastinya menggunakan sistem jaringan transportasi (misalnya: penggunaan kendaraan bermotor pribadi ataupun angkutan massal). Kedua hubungan sistem transportasi ini menimbulkan pergerakan arus manusia, kendaraan, dan barang (Tamin,2000:30).

Sejauh manakah kekuatan hubungan interaksi setiap kegiatan pada masing – masing tata guna lahan dengan sistem transportasi. Untuk mengetahuinya dapat dilakukan analisis dengan memberikan ukuran intensitas masing – masing kegiatan petak lahan. Diantaranya (Miro,2002:16):

- a. Petak lahan kegiatan perumahan
Yang menjadi tolak ukur ukurannya adalah: luasnya, banyaknya rumah masing – masing tipe, kepadatan penduduknya (jumlah penghuninya).
- b. Petak lahan kegiatan industri
Yang menjadi ukurannya adalah : luasnya, banyaknya bahan baku, banyaknya produksi, banyaknya ragam industri.
- c. Petak lahan perdagangan
Yang menjadi ukurannya adalah : luasnya, lantai toko (plaza), parkir, jumlah perdagangan, ragam perdagangan.
- d. Petak lahan pariwisata
Yang menjadi ukurannya adalah : luasnya, dan jumlah fasilitasnya seperti restoran diukur jumlah kursinya, hotel diukur jumlah kamarnya.

- Pola interaksi tata guna dengan sistem transportasi (Miro,2005:16-18)



Gambar 2. 2 Pola interaksi Tata Guna dengan sistem transportasi

Kedua petak lahan pada gambar diatas dibedakn menurut jenis tata guna lahannya akan dihubungkan oleh sistem transportasi. Masing – masing petak lahan tersebut memiliki pusat kawasan (zona centroid).

Kedua guna lahan tersebut adalah :

1. Zona untuk tempat tinggal (tata guna lahan perumahan), sebagai zona 1 (L_{01})
2. Zona untuk bekerja (tata guna lahan pusat perkantoran), sebagai zona 2 (L_{d2})

Dengan $o1$ = origin-1, tempat asal dari zona 1; sedangkan $d2$ = destination -2, tempat tujuan ke zona 2. Antara kedua guna lahan tersebut akan terjadi pergerakan setiap harinya. Pergerakan tersebut didukung oleh sistem transportasi berupa unsur prasarana jalan. Prasarana jalan ini terdiri dari:

1. Jalan utama (rute 1 – R.1)
2. Jalan alternatif berupa jalan lokal (Rute 2 – R.2)

Dengan adanya interaksi tersebut, maka didapatkan model yang memperlihatkan hubungan guna lahan dengan sistem ansportasi seperti persamaan berikut :

$$H_{1-2} = \frac{L_{d2}}{T_{1-2}}$$

dengan :

H_{1-2} = aksesibilitas dari tempat tinggal di zona (o1) ke tempat kerja yang berlokasi di zona perkantoran (d2) yang diukur dengan waktu tempuh (menit)

L_{d2} = Daya tarik zona 2

T_{1-2} = waktu perjalanandalam menit dari zona-1 (o1) ke zona -2 (d2).

2.4 Jaringan Jalan

2.4.1 Definisi Jalan

Berdasarkan PP No. 34 Tahun 2006 tentang jalan, Jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Sedangkan jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.

2.4.2 Peranan Jaringan Jalan

Penyelenggaraan jalan umum dilakukan dengan mengutamakan pembangunan jaringan jalan di pusat-pusat produksi serta jalan-jalan yang menghubungkan pusat - pusat produksi dengan daerah pemasaran. Usaha dalam pembangunan jalan umum adalah dalam rangka memperkokoh kesatuan wilayah nasional sehingga menjangkau daerah terpencil.

Penyelenggara jalan umum wajib mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah yang sudah berkembang agar pertumbuhannya tidak terhambat oleh kurang memadainya prasarana transportasi jalan, yang disusun dengan mempertimbangkan pelayanan kegiatan perkotaan. Dalam usaha mewujudkan pelayanan jasa distribusi yang seimbang, penyelenggara jalan umum wajib memperhatikan bahwa jalan merupakan satu kesatuan sistem jaringan jalan. (PP No.34, 2006:2)

2.4.3 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antarkawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan. Sistem jaringan jalan dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder (PP No.34, 2006:3)

1. Sistem jaringan jalan primer disusun mengikuti rencana tata ruang dan memperhatikan keterhubungan antar kawasan perkotaan yang merupakan pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:
 - a. Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan; dan
 - b. Menghubungkan antar pusat kegiatan nasional.
2. Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti rencana tata ruang wilayah kota/kabupaten yang menghubungkan secara menerus kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil.

Berdasarkan fungsinya jaringan jalan dikelompokkan menjadi (PP No.34, 2006:3-4) :

1. Sistem jaringan jalan primer:
 - a. Jalan arteri primer, menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.
 - b. Jalan kolektor primer, menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan wilayah atau menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal.
 - c. Jalan lokal primer, menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan atau pusat

kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lokal, pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, dan antarpusat kegiatan lingkungan.

d. Jalan lingkungan primer menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.

2. Sistem jaringan jalan sekunder:

a. Jalan arteri sekunder, menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

b. Jalan kolektor sekunder, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga; dan

c. Jalan lokal sekunder, menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

d. Jalan lingkungan sekunder, menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan.

Persyaratan jalan menurut peranan adalah sebagai berikut (PP No. 34, 2006 : 4-6):

1. Sistem jaringan jalan primer

a. Jalan arteri primer:

1). Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam dan dengan lebar jalan paling rendah 11 meter.

2). Memiliki kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.

3). Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal.

4). Jumlah jalan masuk dibatasi sedemikian rupa.

- 5). Persimpangan dengan pengaturan tertentu harus dapat memenuhi ketentuan.
 - 6). Tidak terputus walaupun memasuki kota.
- b. Jalan kolektor primer:
- 1). Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam dan dengan lebar badan jalan paling rendah 9 meter.
 - 2). Mempunyai kapasitas yang sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
 - 3). Jumlah jalan masuk dibatasi dan direncanakan.
 - 4). Tidak terputus walaupun memasuki kota.
- c. Jalan lokal primer:
- 1). Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dan dengan lebar jalan paling rendah 7,5 meter.
 - 2). Tidak terputus walaupun memasuki desa.
2. Sistem jaringan jalan sekunder:
- a. Jalan arteri sekunder:
- 1). Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 km/jam dan dengan lebar jalan tidak kurang dari 11 meter.
 - 2). Mempunyai kapasitas yang sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
 - 3). Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
 - 4). Persimpangan dengan pengaturan tertentu harus dapat memenuhi ketentuan.
- b. Jalan kolektor sekunder, didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dan dengan lebar badan jalan paling rendah 9 meter.
- c. Jalan lokal sekunder, didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dan dengan lebar jalan paling rendah 7,5 meter.

2.5 Volume lalu lintas

Berdasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) pada tahun 1997, volume lalu lintas kendaraan adalah jumlah kendaraan-kendaraan yang

melalui satu titik yang tetap pada jalan dalam satuan waktu, dihitung dalam kendaraan/hari atau kendaraan/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}). Volume dapat dihitung pada periode-periode waktu yang lain, tetapi periode pencacahannya harus cukup panjang untuk menjamin bahwa variasi-variasi yang pendek tidak sampai mempengaruhi angka rata-rata.

$$Q = \frac{n}{t}$$

Dengan: Q = Volume lalu lintas

n = Jumlah kendaraan

t = Waktu

2.6 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan selama memungkinkan. Karena lokasi yang mempunyai arus mendekati kapasitas segmen jalan sedikit (sebagaimana terlihat dari kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga telah diperkirakan dari analisa kondisi iringan lalu lintas, dan secara teoritis dengan mengasumsikan hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan arus. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut:

Dengan: $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

i. Kapasitas Dasar

Besarnya kapasitas dasar jalan antara kota yang dijadikan acuan adalah seperti dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar skr/jam	Keterangan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

ii. Faktor Penyesuaian lebar jalan

Sama halnya dengan jalan kota pada jalan antar kota faktor penyesuaian lebar jalan sangat mempengaruhi kapasitas jalan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Faktor penyesuaian lebar jalan

Tipe jalan	Lebar efektif jalan	FC _w
Empat lajur dipisah dengan lebar efektif bahu rata-rata	Per lajur	
	3.00	0,92
	3.25	0,96
	3.50	1,00
	3.75	1,04
	4.00	1,08
Empat lajur tidak dipisah	Per lajur	
	3.00	0,91
	3.25	0,95
	3.50	1,00
	3.75	1,05
Dua lajur tidak dipisah	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

iii. Faktor penyesuaian arah lalu lintas

Kapasitas jalan antar kota juga dipengaruhi oleh proporsi arus lalu lintas menurut arah seperti Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Faktor penyesuaian arah

Split arah %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{SP}	Dua-Lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat-Lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

iv. Faktor Penyesuaian gesekan samping

Faktor penyesuaian kapasitas jalan antara kota terhadap lebar jalan dengan bahu jalan dihitung dengan menggunakan Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Faktor penyesuaian gesekan samping jalan dengan bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC _{SP}			
		Lebar bahu efektif W _s			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu- arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Untuk tipe jalan dengan kerib dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.5 :

Tabel 2.5 Faktor penyesuaian gesekan samping jalan dengan kerib

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerib-penghalang FC _{SP}			
		Jarak: kerib-penghalang W _K			
		< 0,5	1,0	1,5	> 2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu- arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

- v. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota
Untuk nilai – nilai faktor penyesuaian kapasitas ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.6 :

Tabel 2. 6 Nilai faktor penyesuaian kapasitas ukuran kota

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 -0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
> 3,0	1,04

2.7 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan merupakan kondisi gabungan dengan ditunjukkan pada persamaan dibawah ini :

$$LOS =$$

Dengan :

LOS : Tingkat pelayanan

V : Volume lalu lintas

C : Kapasitas lalu lintas

MKJI membagi tingkat pelayanan jalan atas enam keadaan yaitu seperti pada Tabel 2.7

Tabel 2. 7 Karakteristik-Karakteristik Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Keterangan	Nilai
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkannya tanpa hambatan	0,00-0,19
B	Dalam zone arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya	0,20-0,44
C	Dalam zone arus stabil pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya	0,45-0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolerir (diterima)	0,75-0,84
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil	

F	dengan kondisi yang sering berhenti Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan- hambatan yang besar.	0,85-1,0 Lebih besar dari 1,0
---	---	-------------------------------------

2.8 Sebaran Pergerakan

Pola spasial arus lalu lintas adalah fungsi dari tata guna lahan dan sistem jaringan transportasi. Pola sebaran arus lalu lintas antara zona i ke zona tujuan d adalah hasil dari dua hal yang terjadi secara bersamaan, yaitu lokasi dan intensitas tata guna lahan yang akan menghaikan arus lalu lintas, dan pemisahan ruang, interaksi antara dua buah tata guna lahan yang akan menghasilkan pergerakan manusia dan/atau barang (Tamin, 2000;43).

- a. **Pemisahan Ruang**, jarak antara dua buah tata guna lahan merupakan batas pergerakan. Jarak yang jauh atau biaya yang besar akan membuat pergerakan antara dua buah tata guna lahan menjadi lebih sulit (aksesibilitas rendah).oleh karena itu, pergerakan arus lalu lintas cenderung meningkat jika jarak antara kedua zonanya semakin dekat.
- b. **Intensitas Tata Guna Lahan**, makin tinggi aktivitas suatu tata guna lahan, makin tinggi pula tingkat kemampuannya dalam menarik lalu lintas.
- c. **Pemisahan ruang dan intensitas tata guna lahan**, daya tarik suatu tata guna lahan akan berkurang dengan meningkatnya jarak. Tata guna lahan cenderung menarik pergerakan lalu lintas dari tempat yang lebih dekat dibandingkan dengan dari tempat yang lebih dekat dibandingkan dengan tempat yang lebih jauh.

2.9 Analisis Sensitivitas

Analisa yang berkaitan dengan perubahan diskrit parameter untuk melihat berapa besar perubahan dapat ditolerir sebelum solusi optimal mulai kehilangan optimalitasnya, ini dinamakan *Analisis Sensitivitas*. Jika suatu perubahan kecil dalam parameter menyebabkan perubahan drastis dalam solusi, dikatakan bahwa solusi adalah sangat sensitif terhadap nilai parameter itu. Sebaliknya, jika

perubahan parameter tidak mempunyai pengaruh besar terhadap solusi dikatakan solusi relatif insensitif terhadap nilai parameter tersebut.

Analisis sensitivitas berkaitan dengan perubahan koefisien fungsi tujuan terhadap solusi optimal. Analisis ini terbagi dua yaitu pertama *reduced cost* dan kelayakan penambahan produk baru, yang kedua menjelaskan tentang perubahan koefisien fungsi tujuan agar solusi masih tetap optimal.

2.10 Program STELLA

STELLA adalah perangkat lunak untuk modeling berbasis “*flow-chart*”. *STELLA* termasuk bahasa pemrograman interpreter dengan pendekatan lingkungan multi-level hierarkis, baik untuk menyusun maupun berinteraksi dengan model. Di dalam program *STELLA* ada tiga jenjang (layering) untuk mempermudah pengelolaan model, terutama untuk model yang sangat kompleks. Hal ini sangat bermanfaat baik untuk pembuat program model maupun untuk pengguna model tersebut. Ketiga jenjang tersebut adalah:

- a. *High-Level Mapping Layer*, yakni jenjang antar-muka bagi pengguna (*users interface*). Pada jenjang ini pengguna model dapat bekerja, seperti mengisi parameter model dan melihat tampilan keluaran.
- b. *Model Construction Layer*. Jenjang ini adalah tempat model berbasis ‘*flow-chart*’. Apabila pengguna model ingin memodifikasi struktur model, dapat dilakukan di jenjang ini.
- c. *Equation Layer*. Pada jenjang ini dapat dilihat persamaan-persamaan matematika yang digunakan dalam model.
- d. Ketiga jenjang tersebut di atas saling terkait. Penulis (programmer) maupun pengguna (user) model dapat berpindah dari satu jenjang ke jenjang lainnya.

STELLA merupakan bahasa pemrograman jenis interpreter berbasis grafis. Pemakai *STELLA* dapat dengan mudah menyusun model dengan merangkaikan bentuk-bentuk geometris seperti bujursangkar, lingkaran dan panah yang dikenal sebagai *Building Blocks*. Alat bantu lain di *STELLA* yang diperlukan dalam menyusun model diantaranya adalah *menu*, *control*, *toolbars* dan *objects*. Banyak

diantara alat bantu tersebut mirip dengan alat bantu yang dipergunakan dalam Windows, akan tetapi banyak pula alat bantu yang tidak sama yang merupakan ciri khas dari program *STELLA*.

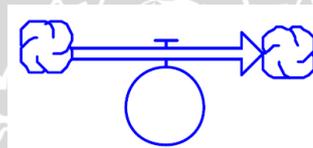
Berikut merupakan beberapa alat penyusun model yang sering digunakan dalam *STELLA*:

1. '*Stock*' ini merupakan hasil suatu akumulasi. Fungsinya untuk menyimpan informasi berupa nilai suatu parameter yang masuk ke dalamnya.



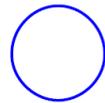
Gambar 2. 3"Stocks"

2. Fungsi dari '*flow*' seperti aliran yakni menambah atau mengurangi *stock*. Arah anak panah menunjukkan arah aliran tersebut. Aliran bisa satu arah maupun dua arah.



Gambar 2. 4"Flow"

3. '*Converter*' mempunyai fungsi yang luas, dapat digunakan untuk menyimpan konstanta, input bagi suatu persamaan, melakukan kalkulasi dari berbagai input lainnya atau menyimpan data dalam bentuk grafis (tabelasi x dan y). Secara umum tugasnya adalah mengubah suatu input menjadi output.



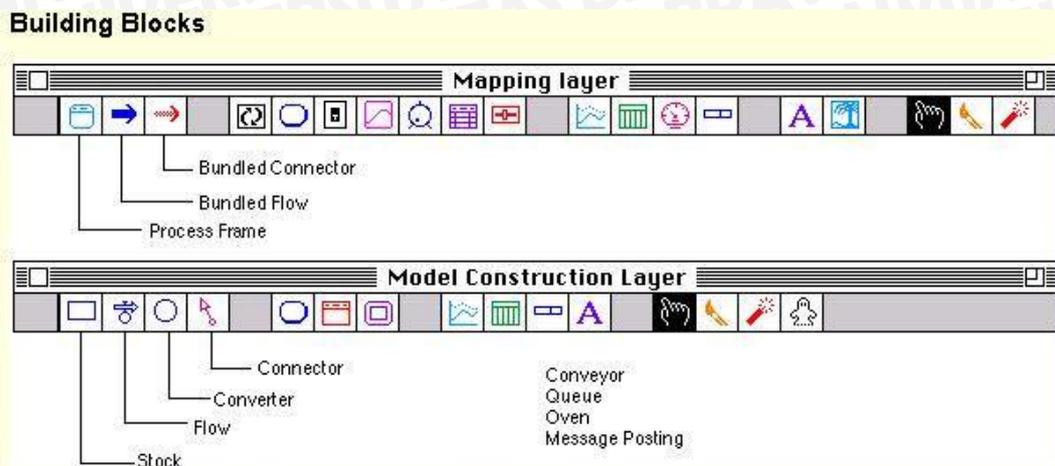
Gambar 2. 5"Converter"

4. Fungsi dari '*connector*' adalah menghubungkan elemen-elemen dari suatu model.



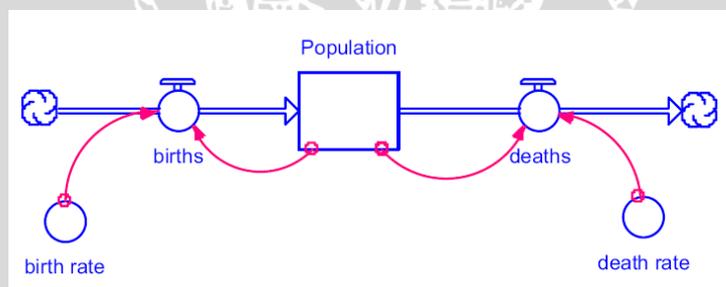
Gambar 2. 6"Connector"

Alat penyusun model yang tersedia dalam *STELLA* secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.7 :



Gambar 2. 7 Tampilan alat bantu untuk menyusun model pada *STELLA*, *building blocks* pada *Mapping layer* dan *Model Construction layer*.

Gambar dibawah ini menunjukkan model jumlah populasi dengan menggunakan *STELLA*. Pada model tersebut populasi dipengaruhi oleh kelahiran, kematian, tingkat kelahiran dan tingkat kematian.



Gambar 2. 8 Model jumlah populasi dengan menggunakan program *STELLA*.

2.11 Referensi

Tabel 2.8 Studi Terdahulu yang dikutip

No	Jenis	Judul	Tujuan	Variabel Penelitian	Metodologi Penelitian	Penelitian Pemodelan Dinamis Kapasitas Jalan
1.	Skripsi Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Brawijaya, Bahari W	Studi evaluasi Tingkat Pelayanan Jalan Utama Kota Kediri 2005	<ol style="list-style-type: none"> Mengetahui Karakteristik wilayah Kota Kediri dilihat dari struktur tata ruang dan pola pemanfaatan lahannya Mengetahui besarnya tingkat pelayanan lalu lintas jalan pada beberapa ruas jalan utama tinjauan di Kota Kediri Mengetahui faktor – faktor apa saja yang berpengaruh terhadap tingkat pelayanan lalu lintas jalan pada beberapa ruas jalan utama tinjauan di Kota Kediri 	<ul style="list-style-type: none"> Karakteristik Wilayah Kota Kediri Tingkat Pelayanan lalu lintas Jalan Faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan. <ol style="list-style-type: none"> Lebar jalan Pemisah arah Aktivitas sisi ruas jalan Hambatan samping 	Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu metode penelitian yang digunakan untuk melukiskan secara sistematis fakta atau karakteristik populasi tertentu secara aktual dan cermat serta menitikberatkan pada kegiatan observasi dan suasana ilmiah	Persamaan penelitian ini dengan pemodelan dinamis kapasitas jalan adalah keduanya menghitung tingkat kapasitas jalan, kemudian dibandingkan dengan volume lalu lintas untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan. Perbedaan dari penelitian ini adalah tidak dilakukan pemodelan pada kapasitas jalannya. Dan pada pemodelan dinamis kapasitas jalan tidak terdapat variabel yang membahas karakteristik wilayah.
2.	Skripsi Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Brawijaya,	Pengaruh jalan lingkaran selatan Kota Pasuruan terhadap tingkat pelayanan lalu lintas jalan	<ol style="list-style-type: none"> Mengetahui karakteristik lalu lintas jalan primer dan penggunaan lahan wilayah sekitar jalan lingkaran selatan sebelum dan sesudah 	<ul style="list-style-type: none"> LOS sebelum adanya lingkaran selatan LOS setelah adanya lingkaran selatan Volume lalu lintas Jalan lingkaran Selatan dengan subvariabelnya adalah 	Metode yang digunakan diantaranya adalah: <ul style="list-style-type: none"> - Deskriptif - Evaluatif - Crosstabs - Skoring 	Persamaan pada kedua penelitian ini diantaranya adalah sama – sama menghitung kapasitas jalan untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan, namun pada studi terdahulu dihitung

Palupi D.K.	primer dan kecenderungan perubahan lahan	<p>adanya jalan lingkaran.</p> <p>2. Mengetahui pengaruh jalan lingkaran selatan terhadap lalu lintas primer yang berhubungan dengan tingkat pelayanan lalu lintas jalan primer agar dapat diketahui manfaat kinerja adanya jalan lingkaran selatan terhadap peningkatan tingkat pelayanan lalu lintas jalan primer di Kota Pasuruan dan pengaruhnya terhadap kecenderungan perubahan lahan di wilayah sekitarnya</p> <p>3. Memperoleh arahan untuk pemanfaatan lalu lintas dan lahan secara maksimal</p>	<p>aksesibilitas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perubahan lahan dengan harga lahan sebagai sub variabelnya. 	<p>kapasitas jalan sebelum dan sesudah adanya jalan lingkaran sehingga nantinya akan dievaluasi tingkat pelayanan jalannya, sedangkan pada pemodelan dinamis kapasitas jalan tidak dilakukan analisa seperti itu. Perbedaan yang lain yaitu pada studi terdahulu terdapat variabel perubahan lahan, sedangkan pada penelitian ini tidak. Selain itu pada studi terdahulu menggunakan metode penelitian yang tidak digunakan pada pemodelan kapasitas jalan seperti crosstabs dan skoring.</p>	
3. Tesis Program Magister Studi Pembangunan Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan	Kajian Atas Pengelolaan Jalan Kabupaten Nias Dengan Pemodelan System	<p>1. Mengkaji kemungkinan penerapan pemodelan dan simulasi system dynamics dalam memahami perilaku sistem yang sesungguhnya, dan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah Populasi • Luas Wilayah • Standar Pelayanan Minimal dan Indeks Kinerja Jalan • Kondisi Jalan Kabupaten • Alokasi Anggaran • Pengelolaan Jalan Kabupaten 	<p>Studi yang dilakukan untuk tesis ini menggunakan beberapa metode, Untuk mendukung pemahaman dasar atas fenomena yang menjadi perhatian tesis dilakukan studi</p>	<p>Jika ditinjau dari penggunaan variabelnya tidak ada persamaan yang ada, namun jika dilihat dari penggunaan metode penelitiannya kedua penelitian ini sama – sama menggunakan model yang</p>

Kebijakan,
ITB

Dynamics

menentukan strategi dan kebijakan yang dapat dilakukan terhadap sistem untuk menghasilkan perilaku yang lebih dikehendaki.

2. Mengkaji pengembangan metode alternatif bagi basis penentuan kebijakan pengelolaan jalan kabupaten dengan pendekatan system dynamics, khususnya terhadap pendekatan berbasis data-data snapshot lapangan yang berbiaya mahal dan sulit dilakukan di daerah.

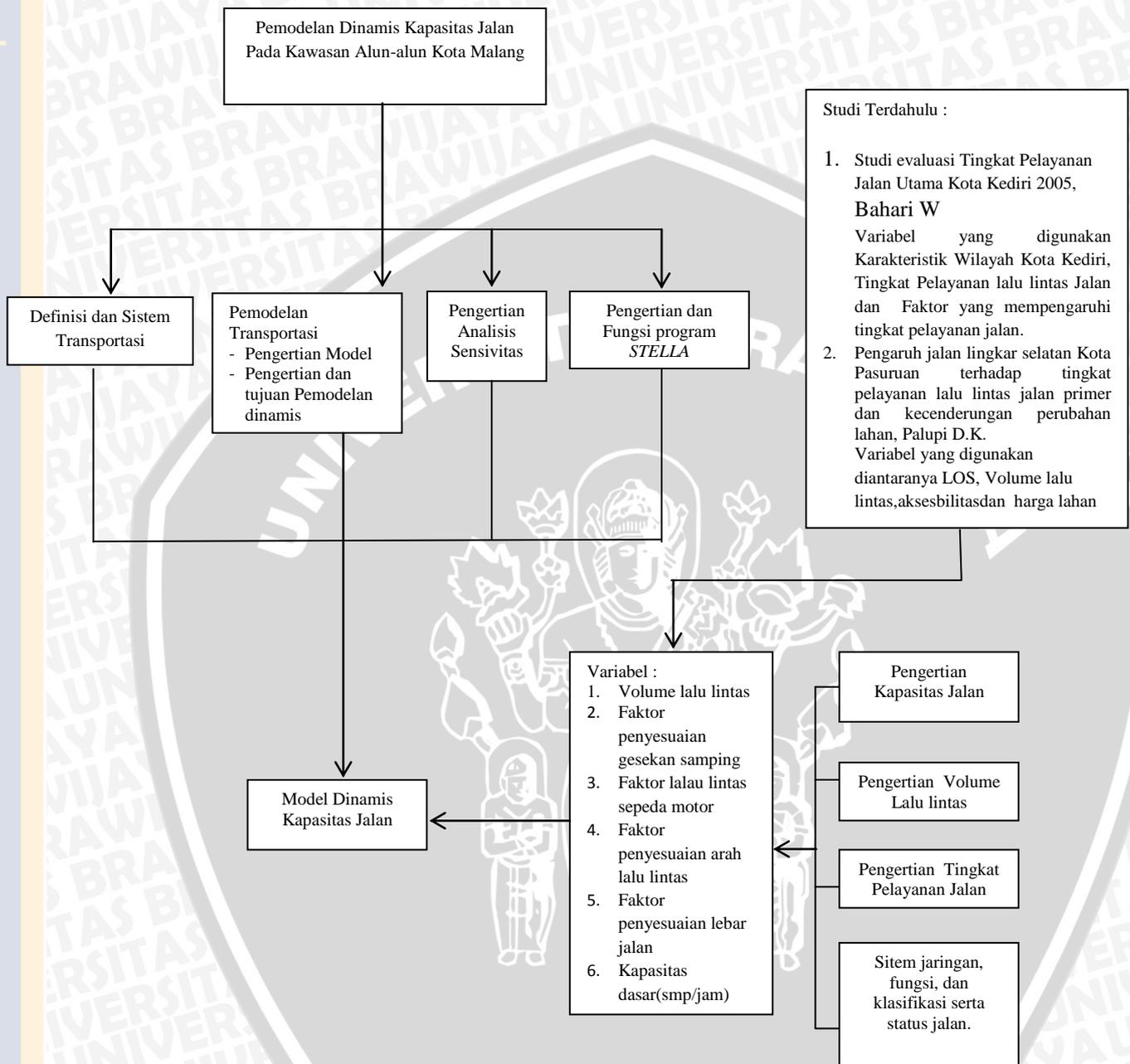
3. Sebagai sumbangan pemikiran dalam upaya mengatasi persoalan kebijakan yang umumnya terjadi di daerah-daerah dalam pengelolaan jalan kabupaten, khususnya pengelolaan jalan kabupaten di Kabupaten Nias.

- Kebijakan Pengelolaan Jalan
- Kebijakan Alokasi

kepastakaan atas sifatnya dinamis. berbagai literatur dan dokumen yang dianggap relevan. Metodologi pemodelan system dynamics akan digunakan sebagai sarana utama untuk memahami sistem dan menganalisis persoalan-persoalan yang ada.

Sumber: Hasil Pemikiran, Tahun 2010

2.12 Kerangka Teori



Gambar 2. 9 Kerangka Teori

2.1	Pemodelan Dinamis	12
2.2	Pemodelan Transportasi	12
2.2.1	Definisi Model	12
2.2.2	Beberapa Definisi Dalam Permodelan	13
2.3	Transportasi	14
2.3.1	Definisi Transportasi	14
2.3.2	Sistem Transportasi Makro	14
2.3.3	Sistem Tata Guna Lahan-Transportasi	16
2.4	Jaringan Jalan	18
2.4.1	Definisi Jalan	18
2.4.2	Peranan Jaringan Jalan	18
2.4.3	Sistem Jaringan Jalan	19
2.5	Volume lalu lintas	21
2.6	Kapasitas Jalan	22
	FCcs = Faktor penyesuaian ukuran kota	22
2.7	Tingkat Pelayanan Jalan	25
2.8	Sebaran Pergerakan	26
2.9	Analisis Sensitivitas	26
2.10	Program STELLA	27
2.11	Referensi	30
2.12	Kerangka Teori	33

Tabel 2. 1	Kapasitas dasar jalan antar kota.....	23
------------	---------------------------------------	----

Tabel 2. 2	Faktor penyesuaian lebar jalan.....	23
------------	-------------------------------------	----

Tabel 2. 3	Faktor penyesuaian arah	24
------------	-------------------------------	----

Tabel 2. 4	Faktor penyesuaian gesekan samping jalan dengan bahu.....	24
------------	---	----

Tabel 2. 5	Faktor penyesuaian gesekan samping jalan dengan kereb.....	24
------------	--	----

Tabel 2. 7	Karakteristik-Karakteristik Tingkat Pelayanan.....	25
------------	--	----

Tabel 2. 8	Studi Terdahulu yang dikutip.....	30
------------	-----------------------------------	----

Gambar 2. 1	Sistem Transportasi Makro	15
-------------	---------------------------------	----

Gambar 2. 2	Pola interaksi Tata Guna dengan sistem transportasi.....	17
-------------	--	----

Gambar 2. 3	"Stocks"	28
-------------	----------------	----

Gambar 2. 4	"Flow".....	28
-------------	-------------	----



Gambar 2. 5 "Converter" 28
Gambar 2. 6 "Connector" 28
Gambar 2. 7 Tampilan alat bantu untuk menyusun model pada *STELLA*, building blocks pada Mapping layer dan Model Construction layer..... 29
Gambar 2. 8 Model jumlah populasi dengan menggunakan program *STELLA*..... 29
Gambar 2. 9 Kerangka Teori..... 33

