

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada untuk memberikan kemudahan kepada lalu lintas secara efisien dalam penggunaan ruang jalan serta memperlancar sistem pergerakan. Hal ini berhubungan dengan kondisi arus lalu lintas dan sarana penunjangnya pada saat sekarang dan bagaimana mengorganisasikan untuk mendapatkan penampilan yang terbaik.

Malkhamah (1996) menyatakan, manajemen lalu lintas adalah pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada.

3.1.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas

Menurut Malkhamah (1996) Tujuan dilakukannya manajemen lalu lintas adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dengan tingkat akseibilitas yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan dengan sarana penunjang yang tersedia,
2. Meningkatkan tingkat keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan tersebut sebaik mungkin, dan
3. Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas tersebut berada.

3.1.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas

Sasaran manajemen lalu lintas sesuai dengan tujuan di atas adalah sebagai berikut.

1. Mengatur dan menyederhanakan arus lalu lintas dengan melakukan manajemen terhadap tipe, kecepatan dan pemakai jalan yang berbeda untuk meminimumkan gangguan dan untuk memperlancar arus lalu lintas.
2. Mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas dengan menambah kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas pada suatu jalan.
3. Melakukan optimasi ruas jalan dengan menentukan fungsi jalan dan terkontrolnya aktifitas-aktifitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan tersebut.

3.1.3 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Terdapat tiga strategi manajemen lalu lintas secara umum yang dapat dikombinasikan sebagai bagian dari rencana manajemen lalu lintas. Teknik-teknik tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Strategi	Teknik
Manajemen Kapasitas	<ol style="list-style-type: none"> 1) Perbaiki persimpangan 2) Manajemen ruas jalan: <ul style="list-style-type: none"> - Pemisahan tipe kendaraan - Kontrol “<i>on street parking</i>” (tempat, waktu) - Pelebaran jalan 3) <i>Area traffic control</i>: <ul style="list-style-type: none"> - Batasan tempat membelok - Sistem jalan satu arah - Koordinasi lampu lalu lintas
Manajemen Prioritas	Prioritas bus, misal jalur bus khusus Akses angkutan barang, bongkar dan muat Rute sepeda Kontrol daerah parkir
Manajemen Demand (<i>restrain</i>)	Kebijakan parkir Penutupan jalan

Strategi	Teknik
	<i>Area and control licensing</i> Batasan fisik

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

Munawar (2006) menyatakan, strategi manajemen lalu lintas dapat diklasifikasikan sebagai sistem pengontrolan lalu lintas yang merupakan pengaturan lalu lintas berupa perintah atau larangan. Perintah atau larangan tersebut berupa lampu lalu lintas, rambu-rambu lalu lintas, atau marka jalan. Sistem pengontrolan lalu lintas meliputi.

1. Pada persimpangan jalan.
 - a. Optimalisasi lampu lalu lintas
 - b. Prioritas kepada bus kota pada persimpangan bersinyal
 - c. Koordinasi lampu lalu lintas
2. Pada jalan masuk atau keluar dari persimpangan.
 - a. Jalan satu arah
 - b. Ke kiri terus jalan pada lampu merah
 - c. Larangan belok kanan
 - d. Jalan hanya khusus untuk penduduk di daerah tersebut.
3. Penggunaan jalur.
 - a. Larangan untuk mobil yang kurang dari tiga penumpang
 - b. Jalur yang dapat dibalik arah
 - c. Jalur khusus untuk angkutan umum
4. Penggunaan tepi jalan.
 - a. Larangan parkir
 - b. Penempatan halte bus
 - c. Penentuan daerah bongkar muat
 - d. Pelebaran atau penyempitan jalan kaki lima
5. Kecepatan kendaraan.
 - a. Pemasangan polisi tidur
 - b. Parkir khusus untuk angkutan umum

- c. Pembatasan waktu parkir
- d. Pengontrolan tempat parkir
- e. Informasi kepada pemakai jalan
- f. *Road pricing* (sistem jalan berbayar)
- g. Modifikasi operasi angkutan umum
- h. Modifikasi pemakai jalan.

3.2 Ruas Jalan

Berdasarkan Direktorat Jendral Bina Marga (1997) Ruas jalan adalah bagian atau penggal jalan diantara dua simpul/ persimpangan sebidang atau tidak sebidang baik yang dilengkapi dengan alat pemberi isyarat lalu lintas maupun tidak.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan 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.

3.3 Kinerja Ruas Jalan

Untuk dapat menyelesaikan permasalahan lalu lintas yang terjadi di suatu ruas jalan, diperlukan evaluasi kinerja yang dapat memberikan gambaran kondisi yang terjadi pada saat ini di ruas jalan tersebut. Evaluasi kinerja ruas jalan perkotaan dapat dinilai dengan menggunakan parameter-parameter lalu lintas. Selanjutnya, dapat direncanakan solusi yang tepat guna memperbaiki masalah yang terjadi di ruas jalan tersebut.

Variabel-variabel yang dapat digunakan sebagai parameter lalu lintas terdiri dari sebagai berikut.

- a. arus lalu lintas,
- b. kapasitas,
- c. derajat kejenuhan,
- d. kecepatan tempuh.

3.4 Karakteristik Dan Kondisi Ruas Jalan

Setiap ruas jalan mempunyai karakteristik yang berbeda. Berikut adalah beberapa karakteristik jalan.

3.4.1 Geometri Jalan

Berdasarkan Direktorat Jendral Bina Marga (1997) kondisi geometrik adalah sebuah kondisi yang mencerminkan bentuk, komposisi dan proporsi segmen jalan yang diamati. Untuk dapat mengetahui kondisi geometrik jalan perlu dilakukan pengukuran langsung di lapangan, dan penggambaran sketsa penampang melintang segmen jalan. Bagian – bagian jalan yang perlu ditinjau antara lain.

1. Jalur lalu lintas adalah lebar bagian jalan yang direncanakan khusus untuk kendaraan bermotor lewat, berhenti dan parkir tidak termasuk bahu jalan.
2. Median adalah daerah yang memisahkan arah lalu lintas pada segmen jalan.
3. Kereb adalah batas yang ditinggikan berupa bahan kaku antara tepi jalur lalu lintas dan trotoar.
4. Bahu jalan adalah sisi jalur lalu lintas yang direncanakan untuk kendaraan berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.
5. Trotoar adalah bagian jalan yang disediakan untuk pejalan kaki yang biasanya sejajar dengan jalan dan dipisahkan dari jalur jalan oleh kereb.
6. Saluran tepi adalah tepi badan jalan yang diperuntukan bagi penampungan dan penyaluran air agar badan jalan bebas dari pengaruh air.

Dalam perhitungan mengenai geometri jalan perlu dibuat sketsa rencana situasi potongan segmen jalan dan sketsa penampang melintang jalan pada segmen yang diamati. Contoh sketsa penampang melintang jalan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

dapat dipakai sebagai pedoman dalam pelaksanaan perhitungan lalu lintas yaitu sebagai berikut.

1. periode 12 jam : 06.00 – 18.00
2. periode 8 jam : 06.00 – 10.30 dan 14.00 – 17.30
3. periode 4 jam : 06.00 – 08.00 dan 15.00 – 17.00

Pada aplikasinya, arus berbagai tipe kendaraan harus diubah dalam satuan mobil penumpang (smp). Ekvivalen mobil penumpang (emp) digunakan sebagai faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya terhadap kecepatan kapasitas kendaraan ringan dalam arus lalu lintas. Ekvivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing – masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total yang dapat dinyatakan dalam kendaraan/jam. Nilai emp dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraan sebagai berikut.

1. kendaraan ringan (LV) adalah kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (termasuk mobil penumpang, mikrobus, pick up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
2. kendaraan berat (HV) adalah kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
3. sepeda motor (MC) adalah kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Nilai emp untuk jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3

Tabel 3. 2 Ekvivalen Mobil Penumpang (emp) untuk Jalan Perkotaan Tak Terbagi

Tipe jalan: Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu lintas Wc (m)	
			≤ 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Tabel 3. 3 Ekuivalen Mobil Penumpang (Emp) untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah

Tipe jalan: Jalan satu arah dan Jalan terbagi	Arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1) dan Empat lajur terbagi (4/2 D)	0	1,3	0,40
	≥ 1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1) dan Enam lajur terbagi (6/2 D)	0	1,3	0,40
	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

Direktorat Jendral Bina Marga (1997), Faktor satuan mobil penumpang (F_{smp}) adalah faktor untuk mengubah arus kendaraan lalu lintas menjadi arus ekuivalen dalam smp untuk tujuan analisa kapasitas. Faktor satuan mobil penumpang dapat dihitung dengan Persamaan 3.1.

$$F_{smp} = \frac{Q_{smp}}{Q_{kend}} \quad (3.1)$$

keterangan:

F_{smp} = faktor satuan mobil penumpang,

Q_{smp} = arus total kendaraan dalam smp, dan

Q_{kend} = arus total kendaraan.

3.4.3 Komposisi Lalu Lintas dan Pemisah Arah

Komposisi lalu lintas mempengaruhi hubungan kecepatan arus jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam kend/jam, yaitu tergantung rasio sepeda motor atau kendaraan berat dalam arus lalu lintas. Jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), maka kecepatan kendaraan ringan dan kapasitas (smp/jam) tidak dipengaruhi oleh komposisi lalu lintas. Nilai normal untuk komposisi lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Nilai Normal untuk Komposisi Lalu Lintas

Ukuran kota (CS)	LV %	HV %	MC %
< 0,1 juta penduduk	45	10	45
0,1 – 0,5 juta penduduk	45	10	45
0,5 – 1,0 juta penduduk	53	9	38
1,0 – 3,0 juta penduduk	60	8	32
> 3,0 juta penduduk	69	7	24

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

Pemisahan Arah adalah distribusi arah lalu lintas pada jalan dua arah (biasanya dinyatakan sebagai persentase dari arus total pada masing – masing arah). Pemisahan Arah (SP) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.2.

$$SP = \frac{Q_{DH.1}}{Q_{DH.1+2}} \quad (3.2)$$

keterangan:

SP = pemisahan arah (%),

Q_{DH.1} = arus total arah 1 (kend/jam), dan

Q_{DH.1+2} = arus total arah 1 + 2 (kend/jam).

3.4.4 Hambatan Samping

Prastowo (2009) menyatakan, hambatan samping pada suatu ruas jalan akan berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan perkotaan. Hambatan samping tertinggi dengan kategori hambatan samping sangat tinggi (VH) terjadi pada hari kerja disebabkan karena ruas jalan berada tepat dilokasi perdagangan. Untuk mengurangi tingkat hambatan samping akibat kendaraan parkir dan berhenti di bahu jalan, maka diperlukan pengadaan lahan parkir dan pemasangan rambu disepanjang jalan sangat dibutuhkan.

Di Indonesia banyak aktivitas yang dilakukan di samping jalan yang sering

disebut hambatan samping. Hambatan samping sering menimbulkan konflik di jalan yang berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja jalan. Adapun hambatan samping itu terdiri dari.

1. Pejalan kaki
2. Angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti.
3. Kendaraan lambat seperti becak atau kereta.
4. Kendaraan masuk dan keluar dari lahan samping jalan.
5. Pedagang kaki lima yang berdagang pada badan jalan

Untuk menyederhanakan peranannya dalam prosedur perhitungan, tingkat hambatan samping dikelompokkan dalam lima kelas dari sangat rendah sampai sangat tinggi sebagai fungsi dari frekwensi kejadian hambatan samping sepanjang segmen jalan yang diamati. Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah permukiman; jalan dengan jalan samping.
Rendah	L	100 – 299	Daerah permukiman; beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	VH	> 900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar disamping jalan.

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

3.5 Variabel Kinerja Ruas Jalan

3.5.1 Kecepatan Arus Bebas

Direktorat Jendral Bina Marga (1997), Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol. Yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh

kendaraan bermotor lain di jalan. Kecepatan arus bebas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \quad (3.3)$$

keterangan:

FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam),

FV₀ = kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam),

FV_W = penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam),

FFV_{SF} = faktor penyesuaian kondisi hambatan samping, dan

FFV_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota.

Kecepatan arus bebas dasar adalah kecepatan arus bebas segmen jalan pada kondisi ideal tertentu. Untuk menentukan nilai dari kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (FV₀) digunakan tabel pada Manual Kapasitas Jalan (MKJI) 1997. Nilai dari kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (FV₀) dapat dilihat pada tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3. 6 Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV₀) untuk Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kecepatan Arus			
	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan berat (HV)	Sepeda motor (MC)	Semua kendaraan (rata-rata)
Enam-lajur terbagi (6/2 D) atau Tiga-lajur satu-arah (3/1)	61	52	48	57
Empat-lajur terbagi (4/2 D) atau Dua-lajur satu-arah (2/1)	57	50	47	55
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Faktor penyesuaian kecepatan untuk lebar lalu lintas (FV_w) ditentukan dengan menggunakan ketentuan yang tertera pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Nilai dari faktor penyesuaian kecepatan untuk lebar jalur lalu lintas efektif (FV_w) dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FV_w) Untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W_c) (m)	FV_w (km/jam)
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
Dua lajur tak terbagi	Total	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Ketetapan yang tertera pada MKJI 1997 digunakan untuk menentukan nilai dari faktor penyesuaian kecepatan kondisi hambatan samping (FFV_{SF}).

Nilai dari faktor penyesuaian kondisi hambatan samping (FFV_{SF}) dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Faktor Penyesuaian Kondisi Hambatan Samping (FFV_{SF}) untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Jarak kereb – penghalang, W_K (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,9	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,94
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Tabel pada Manual Kapasitas Jalan (MKJI) 1997 digunakan untuk menentukan nilai dari faktor penyesuaian kecepatan ukuran kota. Nilai dari faktor penyesuaian ukuran kota (FFV_{CS}) dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Ukuran Kota (FFV_{CS}) pada Jalan Perkotaan

Ukuran kota (jumlah penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,90
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,03

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

3.5.2 Kapasitas

Direktorat Jendral Bina Marga (1997), kapasitas (C) didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur.

Nilai dari kapasitas (C) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4 di bawah ini.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (3.4)$$

keterangan:

C = kapasitas (smp/jam),

C_0 = kapasitas dasar (smp/jam),

FC_W = faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas,

FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisahan arah,

FC_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping, dan

FC_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota.

Kapasitas dasar (C_0) adalah kapasitas segmen jalan pada kondisi geometri, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan yang ditentukan sebelumnya. Kapasitas dasar (C_0) ditentukan dengan menggunakan ketetapan yang tertera pada tabel kapasitas dasar untuk jalan perkotaan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Nilai kapasitas dasar untuk jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 3.10 di bawah ini.

Tabel 3. 10 Kapasitas Dasar (C_0) untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Tabel pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 digunakan untuk menentukan nilai dari faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas (FC_w). Nilai faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FC_w) dapat dilihat pada Tabel 3.11 di bawah ini.

Tabel 3. 11 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas Untuk Jalan Perkotaan (FC_w)

Tipe Jalan	Lebar jalan lalu lintas efektif (W_c) (m)	FC_w (km/jam)
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	Perlajur 3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat lajur tak terbagi	Perlajur 3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah 5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Tabel pada Manual Kapasitas Jalan (MKJI) 1997 digunakan untuk menentukan nilai dari faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{SP}) pada jalan terbagi dan jalan satu arah memiliki nilai faktor penyesuaian pemisahan arah sebesar 1,0. Untuk jalan tidak terbagi digunakan tabel yang terdapat pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Nilai faktor penyesuaian pemisahan arah (FC_{SP}) dapat dilihat pada Tabel 3.12 di bawah ini.

Tabel 3. 12 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FC_{SP})

Pemisahan arah SP % - %		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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Penentuan faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF}) khusus pada jalan dengan kereb dilakukan dengan memperhatikan jarak antara kereb dengan penghalang samping (W_k). Nilai faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF}) dapat dilihat pada Tabel 3.13 di bawah ini.

Tabel 3. 13 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{SF})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (FC_{SF})	Jarak kereb – penghalang, W_k (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (FC_{SF})	Jarak kereb – penghalang, W_K (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,90	0,92	0,95	0,97
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,93
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD Jalan satu arah	Sangat rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) dapat ditentukan dengan menggunakan tabel yang terdapat pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Nilai faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) dapat dilihat pada Tabel 3.14 di bawah ini.

Tabel 3. 14 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS}) Pada Jalan Perkotaan

Ukuran kota (jumlah 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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

3.5.3 Derajat Kejenuhan

Direktorat Jendral Bina Marga (1997). derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan (DS) menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan (DS) digunakan sebagai parameter utama dalam menentukan kinerja suatu ruas jalan. Kinerja ruas jalan yang baik memiliki nilai derajat kejenuhan (DS) kurang dari 0,75.

Untuk mendapatkan nilai dari derajat kejenuhan (DS) dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.5.

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (3.5)$$

keterangan:

DS = derajat kejenuhan,

Q = arus total (smp/jam), dan

C = kapasitas (smp/jam).

3.5.4 Tingkat Pelayanan Ruas Jalan

Menurut Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan pada ruas jalan diklasifikasikan atas:

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi :
 - a. arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang-kurangnya 80 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas sangat rendah,
 - c. pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkannya tanpa atau dengan sedikit tundaan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi :
 - a. arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang-kurangnya 70 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan,
 - c. pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi :
 - a. arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-kurangnya 60 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat;
 - c. pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi :
 - a. arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 kilometer/jam,
 - b. masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus,
 - c. kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar,
 - d. pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi :
 - a. arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang-kurangnya 30 kilometer/jam pada jalan antar kota dan sekurang-kurangnya 10 kilometer/jam pada jalan perkotaan,
 - b. kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi,
 - c. pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi :
 - a. arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama;
 - c. dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0.

3.6 Jalan Satu Arah

Jalan satu arah adalah suatu manajemen yang dilakukan untuk mengatasi masalah lalu lintas. Pola lalu lintas yang diterapkan pada jalan ini adalah merubah jalan yang sebelumnya dua arah menjadi satu arah. sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kapasitas jalan serta dapat mereduksi konflik yang terjadi pada persimpangan, sehingga meningkatkan kelancaran arus lalu lintas. Pola ini telah banyak diterapkan di Indonesia, biasanya diterapkan didaerah perkotaan.

Menurut Hobbs (1995) untuk merancang jalan satu arah diperlukan jalan-jalan pelengkap dengan frekuensi sambungan jalan yang tepat. Tata letak jalinan jalan jenis kotak merupakan solusi yang ideal, karena memungkinkan adanya pasangan jalan paralel dengan kapasitas yang sama. Titik-titik pemberhentian pada jalan satu arah merupakan tempat kritis yang memerlukan perancangan dengan hati-hati untuk menangani tempat-tempat konflik yang ditimbulkan oleh tuntutan adanya belokan-belokan tambahan. Pada jalan dengan lalu lintas padat, jalan simpang dengan pola satu arah akan menguntungkan.

Oglesby (1982) menyatakan jalan satu arah adalah jalan dimana lalu lintas kendaraan bergerak pada hanya satu jurusan saja. Di banyak kota, jaringan jalan

di dalam kota menggunakan basis operasi satu arah sedangkan arah lalu-lintas arah berlawanan menggunakan jalan alternatif. Di beberapa lokasi lainnya, sepasang jalan satu arah merupakan jalan arteri lalu lintas utama.

3.6.1 Kondisi Dasar Jalan Satu Arah

Tipe ini meliputi semua jalan satu arah dengan lebar jalur satu arah dengan lebar jalur lalu lintas dari 5 meter sampai dengan 10,5 meter. Kondisi dasar tipe jalan ini dari mana kecepatan arus bebas dasar dan kapasitas ditentukan didefinisikan sebagai berikut.

1. Lebar jalur lalu lintas 7 meter.
2. Lebar bahu efektif paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
3. Tidak ada median.
4. Hambatan samping rendah.
5. Ukuran kota 1,0 – 3,0 juta penduduk.
6. Tipe alinyemen datar.

3.6.2 Perencanaan Jalan Satu arah

Dalam perencanaan jalan satu arah terdapat beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan sebelum menerapkan sistem jalan satu arah, yaitu sebagai berikut.

1. perubahan apa saja yang perlu dilakukan dalam perambuan, lampu pemberi isyarat lalu lintas, marka dan peralatan pengontrol lainnya.
2. memperhitungkan pengaruh yang timbul terhadap pengoperasian kendaraan umum.
3. memperhitungkan pengaruh dari angkutan barang.
4. mempertimbangkan jaringan jalan yang ada apakah diperoleh pasangan jalan untuk mendistribusikan arus yang sebelumnya dua arah.
5. memperhitungkan pengaruh dari sistem perparkirannya dan memperhitungkan juga terhadap daerah-daerah pembangkit lalu lintas di sekitar jalan satu arah tersebut.

6. apakah perlu dilakukan pertimbangan terhadap pemasangan rambu larangan parkir untuk memenuhi jumlah lajur yang cukup.
7. geometri jalan satu arah harus diperhatikan dan dipertimbangkan dengan baik sehingga pada pertemuan lalu lintas dua arah tidak menimbulkan kemacetan dan masalah keselamatan.

3.6.3 Desain Jalan Satu arah

Desain jalan satu arah meliputi.

1. segi jalan raya.

Sistem jalan satu arah meskipun secara detail tidak berbeda, namun memiliki beberapa faktor mendasar yang harus dipertimbangkan dalam perancangan jalan satu arah. Faktor yang dimaksud adalah sebagai berikut.

- a. Kapasitas jalan pada kedua arah harus seimbang.
- b. Pasangan jalan searah yang paling diisyaratkan adalah yang saling berdekatan.

2. ujung jalan satu arah.

Pola jaringan jalan tertentu biasanya sangat cocok untuk dioperasikan sebagai sistem jalan satu arah misalnya jalan yang berpotongan dan menjadi satu bentuk “Y”. Pada pola grid sistem jalan searah akan berujung pada persimpangan dengan 4 kaki. Jika suatu jalan satu arah berakhir pada suatu jalan arteri maka sebaiknya sistem satu arah ini diteruskan sampai satu blok di depannya, sehingga tidak mempengaruhi arus lalu lintas di jalan arteri tersebut.

3.7 Simulasi Lalu Lintas

Simulasi lalu lintas atau simulasi sistem transportasi adalah pemodelan matematika dari sistem transportasi (misalnya, persimpangan jalan bebas hambatan, arteri rute, bundaran, sistem jaringan pusat kota, dan lain-lain) melalui penerapan perangkat lunak komputer untuk lebih membantu rencana, desain dan mengoperasikan sistem transportasi. Simulasi sistem transportasi dimulai lebih dari empat puluh tahun lalu, dan merupakan lingkup yang penting dalam rekayasa lalu lintas dan perencanaan transportasi. Berbagai lembaga transportasi lokal,

lembaga akademik dan perusahaan konsultan menggunakan simulasi untuk manajemen jaringan transportasi .

Sonny (2015) menyatakan, simulasi lalu lintas merupakan pendekatan yang efektif untuk menganalisis kinerja ruas jalan karena dapat menghasilkan output yang mendekati kenyataan. Kajian ini bertujuan untuk memodelkan pergerakan lalu lintas di jalan yang memiliki beragam aktivitas guna lahan samping jalan serta kesibukan yang tinggi. Kajian ini diukur berdasarkan derajat kejenuhan, kecepatan tempuh, waktu tempuh dan tingkat pelayanan (LoS), selanjutnya dimodelkan menggunakan perangkat lunak *VISSIM*.

Model simulasi lalu lintas berguna dari perspektif mikroskopis, makroskopis dan kadang-kadang mesoskopis. Simulasi dapat diterapkan dengan baik dalam perencanaan transportasi dan operasi transportasi. Dalam perencanaan transportasi model simulasi mengevaluasi dampak dari pola pembangunan daerah perkotaan terhadap kinerja infrastruktur transportasi.

3.8 *VisSim*

PTV-AG (2011), *VISSIM* adalah perangkat lunak multi-moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain, sehingga *VISSIM* menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas.

VISSIM dikembangkan oleh PTV (*Planung Transportasi Verkehr AG*) di Karlsruhe, Jerman. *VISSIM* merupakan singkatan dari “*Verkehr Stadten – Simulations modell*” yang artinya “Lalu Lintas di Kota – Model Simulasi”. Program ini menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan dalam tiga dimensi.

PTV-AG (2011), *VISSIM* menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3-D. Simulasi jenis kendaraan (yaitu dari mobil penumpang, truk, kereta api ringan dan kereta api berat). Selain itu, klip video dapat direkam dalam program, dengan kemampuan untuk secara dinamis

mengubah pandangan dan perspektif elemen visual lainnya, seperti pohon, bangunan, fasilitas transit dan rambu lalu lintas, dapat dimasukkan ke dalam animasi 3-D.

PTV-AG (2011), tahap pengumpulan data adalah tugas yang paling penting dalam penelitian ini. Mikroskopis simulasi model *VISSIM* memiliki persyaratan rumit input data dan memiliki parameter model banyak. Untuk membangun model *VISSIM* simulasi untuk jaringan ini dan untuk mengkalibrasi lalu lintas lokal, dua jenis data yang diperlukan yaitu :tipe pertama adalah input data dasar yang digunakan untuk jaringan coding dari model simulasi dan tipe kedua adalah data observasi digunakan untuk kalibrasi parameter model simulasi. Input data dasar termasuk data geometri jaringan, data volume lalu lintas dan karakteristik kendaraan, tuntutan perjalanan, komposisi kendaraan, tanda berhenti dan lalu lintas sistem kontrol.

PTV-AG (2011), model parameter yang berhubungan dengan atribut fisik dari pengembangan model *VISSIM*. Mendefinisikan langkah kalibrasi dalam mikro-simulasi pemodelan. Kapasitas parameter yang menyebabkan model untuk mereproduksi terbaik kapasitas lalu lintas diamati/kondisi lalu lintas di lapangan. *VISSIM* dapat menganalisis lalu lintas dan perpindahan dengan batasan pemodelan seperti geometrik jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas, stop line, perilaku pengemudi dan lain-lain, sehingga menjadi suatu alat yang berguna untuk mengevaluasi berbagai alternatif berdasarkan rekayasa transportasi sebagai langkah-langkah pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien dalam suatu kegiatan perencanaan termasuk simulasi dalam pengembangan model. *VISSIM* dapat diterapkan sebagai alat yang berguna dalam berbagai pengaturan masalah transportasi, pada daftar berikut ini merupakan beberapa gambaran aplikasi *VISSIM*.

1. *VISSIM* digunakan untuk mengevaluasi dan mengoptimasi operasi lalu lintas yang dikombinasikan dengan koordinat jaringan dan pengaturan sinyal aktual.
2. *VISSIM* dapat digunakan untuk analisa kecepatan suatu area dan area yang bergabung.

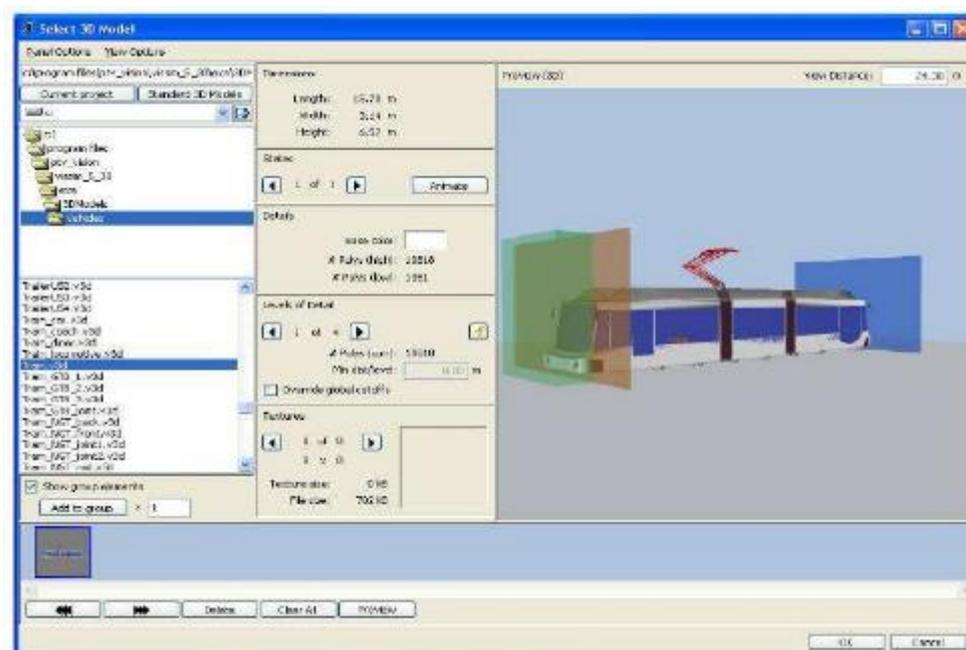
3. *VISSIM* memungkinkan untuk melakukan perbandingan dari alternatif desain termasuk sinyal dan pengaturan sinyal stop di persimpangan.

3.8.1 Penggunaan *Vissim* Pada Simulasi Lalu Lintas

1. *Base Data* untuk Simulasi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas yang saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain, menyebabkan suatu keharusan untuk menyediakan variabilitas tersebut dalam aplikasi *VISSIM*. Dalam *VISSIM*, hal ini diwujudkan dalam penyatuan beberapa parameter menggunakan distribusi stokastik. Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan antara lain.

- Vehicle Input*, memasukkan jumlah arus lalu lintas (kend/jam) sesuai dengan hasil survei di lapangan.
- 2D/3D Model*, pemilihan model-model kendaraan yang ingin dimasukkan dalam simulasi. Tampilan dari menu *2D/3D* dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



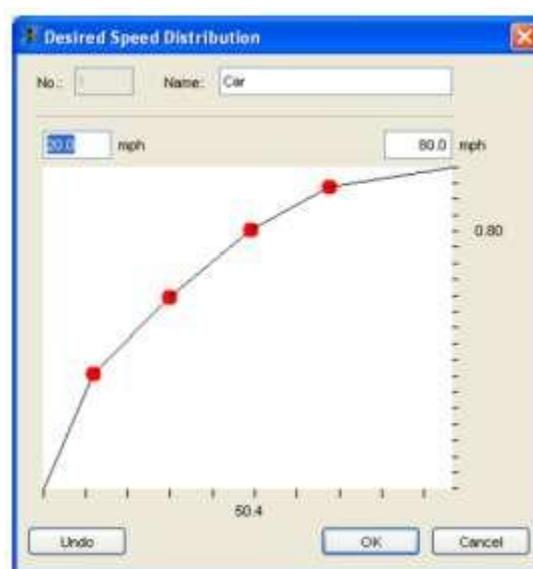
Gambar 3. 2 3D Models
(Sumber: PTV-AG, 2011)

Count	No.	Name	Length
1	1	Car - Volkswagen Golf	4.211
2	2	Car - Audi A4	4.610
3	3	Car - Mercedes CLK	4.644
4	4	Car - Peugeot 607	4.760
5	5	Car - Volkswagen Beetle	4.011

Gambar 3. 3 2D/3D Models

(Sumber: PTV-AG, 2011)

- c. *Vehicle Composition*, pengaturan seberapa besar persentase tiap-tiap jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas yang ada.
- d. *Desired Speed Distribution*, untuk semua jenis kendaraan, kecepatan merupakan parameter yang penting yang menentukan yang mempunyai pengaruh yang signifikan pada kapasitas jalan raya dan kecepatan perjalanan yang dapat diraih. Jika tidak dihalangi oleh kendaraan lain, maka kendaraan dapat melakukan perjalanan pada *desire speed*-nya sesuai dengan yang diatur oleh pengguna. Semakin banyak jenis kendaraan yang mempunyai *desired speed* yang berbeda, maka akan semakin banyak peleton kendaraan yang tercipta. Tampilan *Desire Speed Distribution* dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut.



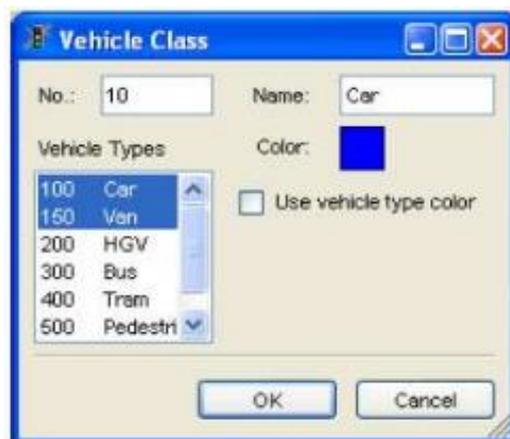
Gambar 3. 4 Desire Speed Distribution

(Sumber: PTV-AG, 2011)

e. *Vehicle type, class and category*. *Vehicle type* adalah sekelompok kendaraan dengan karakteristik teknis dan perilaku fisik berkendara yang sama (Contoh: mobil, bus, HGV, Tram, sepeda motor, sepeda, pejalan kaki). *Vehicle class* adalah satu atau lebih tipe kendaraan yang dikombinasikan dalam satu kelas kendaraan. *Vehicle category* adalah penetapan terlebih dahulu kategori- kategori statis kendaraan yang menyertakan interaksi yang sama antar kendaraan, contohnya kendaraan jenis tram tidak diperbolehkan bertukar lajur pada jalan berlajur banyak dan dan tidak bergerak kesana kemari pada kecepatan yang diinginkan. Pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 di bawah ini, dapat dilihat tampilan menu dari *Vehicle Type* dan *Vehicle Class*, dimana dapat diketahui bahwa setiap jenis kendaraan mempunyai karakter tertentu, baik yang sudah ditentukan sebelumnya seperti *acceleration* dan *deceleration* maupun yang ditentukan sendiri seperti warna kendaraan. Tampilan *Vehicle type* dan *Vehicle class* dapat dilihat pada gambar 3.5 dan 3.6 berikut.



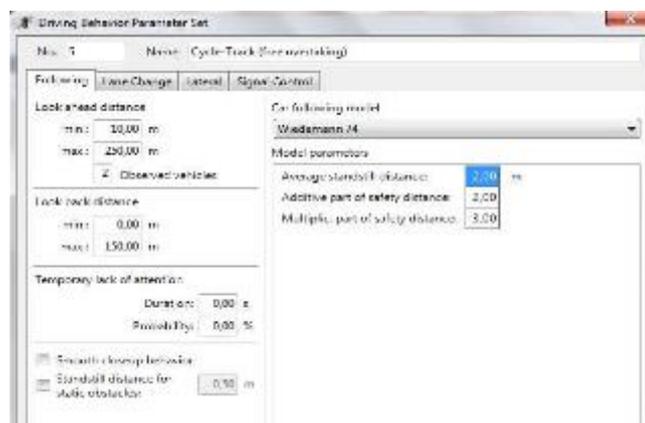
Gambar 3.5 Vehicle Type
(Sumber: PTV-AG, 2011)



Gambar 3. 6 Vehicle Class

(Sumber: PTV-AG, 2011)

- f. *Driving behaviour*, adalah parameter yang secara langsung mempengaruhi interaksi antar kendaraan sehingga bisa menyebabkan perbedaan yang substansial pada hasil simulasi lalu lintas. *Driving behaviour* dihubungkan pada tiap lajur oleh jenis perilakunya. Untuk setiap kelas kendaraan, *driving behaviour* yang berbeda dapat diterapkan bahkan dalam lajur yang sama. Tampilan *Driving behaviour* dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3. 7 Driving Behaviour

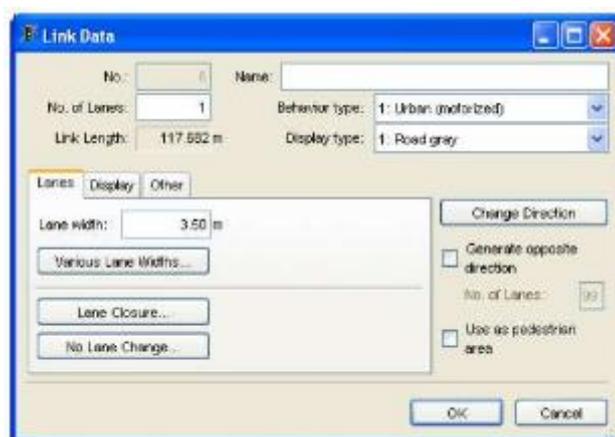
(Sumber: PTV-AG, 2011)

- g. *Signal control*, adalah cara yang digunakan untuk memodelkan satu siklus lampu lalu lintas di lapangan.

2. *Traffic Network*

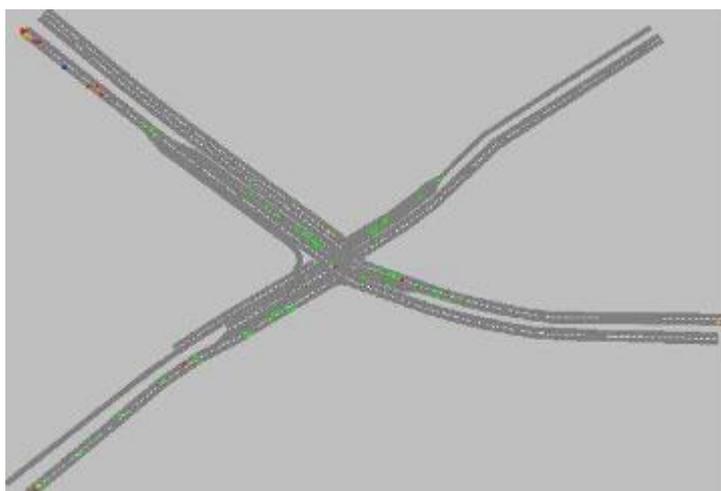
Elemen dasar dari jaringan lalu lintas dalam *VISSIM* adalah sebuah penghubung atau *links* yang merepresentasikan satu atau lebih segmen lajur jalan dengan arah arus yang spesifik. Sebuah jaringan bisa dibuat dengan menghubungkan antar *links* dengan *connectors*. Hanya *links* yang dihubungkan dengan *connectors* yang diperbolehkan untuk melanjutkan lalu lintas.

- a. *Links*, adalah input geometrik jaringan jalan, seperti lebar jalan dan jumlah lajur. Tampilan *Links* dapat dilihat pada gambar 3.8 dan 3.9 berikut.



Gambar 3. 8 Menu *Links*

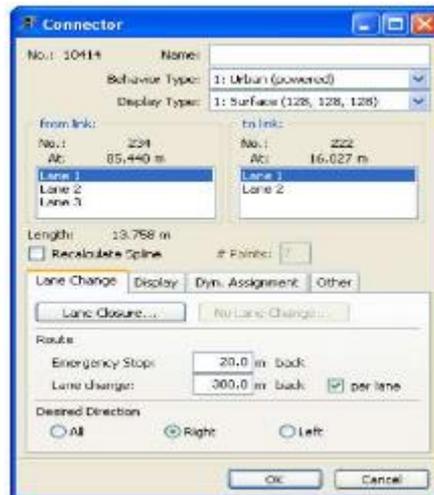
(Sumber: PTV-AG, 2011)



Gambar 3. 9 Contoh *Links*

(Sumber: PTV-AG, 2011)

- b. *Connectors*, adalah input geometrik jalan yang mempunyai fungsi menghubungkan antar *links*. Tampilan Menu *Connectors* dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut.



Gambar 3. 10 Menu *Connectors*
(Sumber: PTV-AG, 2011)

- c. *Background and scaling*, pengaturan *background* pada simulasi dengan mengambil gambar lokasi penelitian dari *google earth* lalu diinput pada *software VISSIM*.
3. *Evaluation*
- Elemen dasar dari jaringan lalu lintas dalam *VISSIM* adalah sebuah penghubung atau *links* yang merepresentasikan satu atau lebih segmen lajur jalan dengan arah arus yang spesifik. Sebuah jaringan bisa dibuat dengan menghubungkan antar *links* dengan *connectors*. Hanya *links* yang dihubungkan dengan *connectors* yang diperbolehkan untuk melanjutkan lalu lintas.
- a. *Queue counter*, penetapan titik dimana saat kendaraan berhenti, panjang antrian mulai dihitung.
- b. *Delay*, penghitungan tundaan yang dialami kendaraan sesuai dengan rute yang telah ditentukan.
4. *Wiedemann Approach*
- Wiedemann approach* adalah *car following model* pada *software VISSIM*. Dengan pendekatan ini, maka perilaku kendaraan di lapangan dapat dibuat

lebih mirip dengan perilaku kendaraan pada *software VISSIM*. Selain itu, pendekatan ini juga dapat mengkalibrasi panjang antrian di *software VISSIM* jika perbedaan dengan keadaan di lapangan terlalu jauh. Ide dasar dari pendekatan ini adalah dengan mengasumsikan pengendara termasuk salah satu dari 4 model pengendara berikut ini:

- a. *Free driving*, pada mode ini *observer* mencoba mencapai kecepatan yang diinginkan oleh dirinya sendiri dan mempertahankannya. Dalam keadaan sebenarnya, kecepatan *free driving* tidak dapat diatur agar tetap konstan, tetapi naik turun karena ketidak sempurnaan dalam memijak pedal gas.
- b. *Approaching*, proses adaptasi kecepatan *observer* sendiri ke kecepatan yang lebih rendah karena kendaraan di depannya. Saat melakukan *approaching*, *observer* menurunkan kecepatannya sehingga perbedaan kecepatan antar dua kendaraan akan menjadi nol saat ia mencapai jarak aman yang diinginkannya.
- c. *Following*, keadaan dimana *observer* mengikuti kendaraan di depannya tanpa adanya penurunan atau peningkatan kecepatan. Ia mempertahankan jarak aman dengan kendaraan di depannya agar tetap konstan, tetapi sekali lagi karena ketidaksempurnaan dalam kontrol gas, perbedaan kecepatan antar kedua kendaraan akan naik turun di sekitar nol.
- d. *Braking*, aplikasi dari penurunan kecepatan medium hingga tinggi ketika jarak antar dua kendaraan lebih pendek dari jarak aman yang diinginkan. Hal ini terjadi ketika kendaraan di depan *observer* menurunkan kecepatan secara kasar, atau jika ada mobil ketiga yang masuk ke jalur di depan *observer*.

Dalam Wiedeman *Approach*, ada 3 model *car following model*, yaitu:

- a. Wiedeman 74, model yang utamanya untuk lalu lintas perkotaan. Parameter yang tersedia dalam pendekatan ini adalah *average standstill distance* (ax), yaitu jarak rerata yang diinginkan antar kendaraan berhenti, dengan variasi -1,0 m sampai +1,0 m, terdistribusi normal sekitar 0,0 m dengan standar deviasi 0,3. Lalu *additive part of desired safety distance* (bx_add) and *multiplic* (bx_mult), yaitu bagian dari jarak aman yang diinginkan yang

mempengaruhi perhitungan dari jarak aman. Jarak (d) antar dua kendaraan dihitung dengan rumus 3.6 sebagai berikut:

$$d = ax + bx \quad (3.6)$$

Keterangan :

ax = average standstill distance

bx = $(bx_add + bx_mult * z) * \sqrt{v}$

v = vehicle speed

z = value of range (0,1) yang terdistribusi normal sekitar 0,5 dengan standar deviasi 0,15

- b. Wiedemann 99, model yang utamanya cocok untuk lalu lintas antar kota. Pada pendekatan ini, parameter yang tersedia lebih banyak, yaitu CC0 (*Standstill distance*) yaitu jarak aman yang diinginkan antar dua kendaraan yang berhenti. CC0 tidak memiliki variasi. CC1 (*Headway time*) adalah waktu (dalam detik) seorang pengendara ingin jaga. Semakin tinggi nilainya, semakin waspada pengendara tersebut, dengan begitu, pada kecepatan v [m/s], jarak aman dx_safe dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$dx_safe = CC0 + CC1 * v \quad (3.7)$$

Pada model ini, jarak aman adalah jarak minimum yang ingin dijaga oleh seorang pengendara saat mengikuti kendaraan lainnya. Dalam lalu lintas dengan volume besar, parameter ini adalah yang paling berpengaruh terhadap kapasitas.

CC2 (*'Following' variation*) membatasi gerak longitudinal atau seberapa besar jarak dari jarak aman yang diinginkan yang diizinkan untuk pengendara sebelum pengendara tersebut mulai mendekati kendaraan di depannya. Jika semisalnya nilainya ditetapkan 10 m, proses following selanjutnya dihasilkan pada jarak antara dx_safe dan $dx_safe + 10$ m. nilai anggapan pada tahap ini adalah 4 m, yang mana menghasilkan proses

following yang stabil.

CC3 (*Threshold for entering 'Following'*), mengatur permulaan proses deselerasi, yaitu saat pengendara menyadari kendaraan di depannya lebih lambat. Dalam kata lain, ini menjelaskan berapa detik sebelum mencapai jarak aman, pengendara mulai melakukan deselerasi.

CC4 and CC5 (*'Following' thresholds*), mengatur perbedaan kecepatan selama keadaan *following*. Nilai yang lebih kecil menyebabkan pengendara lebih sensitif dalam melakukan akselerasi atau deselerasi terhadap kendaraan di depannya, misal saat kendaraan dalam keadaan cukup mepet. CC4 digunakan untuk negatif dan CC5 untuk perbedaan kecepatan positif. Nilai anggapan menghasilkan pembatasan yang cukup ketat dalam proses *following*.

CC6 (*Speed dependency of oscillation*), yaitu pengaruh dari jarak terhadap kecepatan dalam bergerak-gerak selama proses *following*. Jika diatur pada angka 0, kecepatan bergerak tidak terpengaruh jarak dengan kendaraan di depannya. Nilai yang semakin besar mengarahkan pada kecepatan bergerak-gerak yang semakin besar dengan jarak yang semakin meningkat.

CC7 (*Oscillation acceleration*), yaitu akselerasi yang sebenarnya selama kendaraan dalam proses bergerak-gerak.

CC8 (*Standstill acceleration*), yaitu akselerasi yang diinginkan mulai dari saat diam (dibatasi oleh akselerasi maksimum dalam kurva akselerasi).

CC9 (*Acceleration at 80 km/h*), akselerasi yang diinginkan saat kecepatan 80 km/jam (dibatasi oleh akselerasi maksimum dalam kurva akselerasi).

- c. *No interaction*, kendaraan tidak mengenali keberadaan kendaraan lain (bisa dipakai untuk menyederhanakan perilaku pejalan kaki).

Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah Wiedemann 74, karena sesuai dengan kondisi di lapangan dalam penelitian ini yaitu untuk daerah lalu lintas perkotaan.

3.9 Kalibrasi Dan Validasi *Vissim*

Kalibrasi pada *VISSIM* merupakan proses dalam membentuk nilai-nilai parameter yang sesuai sehingga model dapat mereplikasi lalu lintas hingga kondisi yang semirip mungkin. Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi daerah yang diamati. Metode yang digunakan adalah *trial and error* dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan *VISSIM*. Validasi pada *VISSIM* merupakan proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi. Proses validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas dan panjang antrian.