

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Table 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Dikdik Sunardi ¹ , ida Fardia ² , Agus Ismail ³	Studi Analisis Hubungan, Kecepatan, Volume, Dan Kepadatan Di Jalan Merdeka Kabupaten Garut Dengan Metode Greenshield	Penelitian dilakukan untuk mencari hubungan kecepatan, volume dan kepadatan di jalan Merdeka Kabupaten Garut.	Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan : Penelitian di jalan Merdeka Kabupaten Garut model Linier Greenshield mendapatkan kapasitas/volume maksimum pada hari senin 12065 smp/jam dengan kecepatan 13,42 km/jam, untuk hari kamis volume maksimum 3881 smp/jam dengan kecepatan 16.80 km/jam dan untuk hari sabtu volume maksimum 12.666 smp/jam dengan kecepatan 11,56 km/jam.
2.	Muhammad Taufiq Thalib	Analisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Arus	Jalan ini melayani lalu lintas yang cukup padat, oleh karena itu	Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan:

Lanjutan Tabel 2.1 Lanjut Penelitian Terdahulu (2)

		Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Prof. DR.H.B. Jassin dengan Membandingkan Metode Greenshield dan Metode Greenberg.	perlu dilakukan penelitian terhadap ruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin dengan menganalisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan dengan membandingkan "Metode Greenshield dan Metode Greenberg".	Metode yang tepat untuk digunakan yaitu dengan Metode Greenberg dengan koefisien determinan mendekati +1 adapun nilai koefisien yang dihasilkan oleh Metode Greenshield senin $R^2 = 0.8504$, Jum'at $R^2 = 0.8517$, Minggu $R^2 = 0.9056$.
3.	Hafiz Pramuda	Hubungan Kecepatan, Volume, Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode Greenshield Pada Ruas Jalan Karya Wisata.	Kajian ini bertujuan mengetahui komposisi pada ruas jalan yang berkaitan dengan karakteristik Volume (Q), Kecepatan (V) dan Kepadatan (D), dengan penggunaan model matematis Metode Greenshield sesuai dengan batasan-batasan yang ada.	Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan: Hasil analisis menggunakan Metode Greenshield menunjukkan bahwa volume maksimum (Q_{max}) 3484.23 smp/jam, kecepatan bebas (V_f) 78.136 smp/jam, kecepatan bebas (V_f) 78.136 km/jam, kecepatan maksimum (V_m) 39.068 km/jam, kepadatan maksimum (D_j) 178.367 smp/jam, koefisien

Lanjutan Tabel 2.1 Lanjut Penelitian Terdahulu (3)

				determinan (r^2) 0.758.
4.	Muhammad Zulrehansyah	Analisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode Greenshield dan Greenberg Jalan Tuanku Tambusai Kota Pekanbaru (Studi Kasus : Simpang JL. Paus – Simpang JL. Terubuk)	Jalan Tuanku Tambusai merupakan salah satu jalan Nasional dikota Pekanbaru. Dalam penelitian ini, dianalisa hubungan antara ketiga komponen utama arus lalu lintas yakni Volume (Q), Kecepatan (V) dan Kepadatan (D) dalam dua metode, yaitu Model Greenshield dan Model Greenberg.	Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan: Model yang paling baik untuk menggambarkan kepadatan pada saat macet (Dj) adalah Model Greenshield, mendapatkan nilai 306,61 – 920,17 smp/km, sedangkan Model Greenberg memperoleh nilai Dj begitu besar yaitu antara 203,56 – 7443,5 smp/km. model Greenshield mendapatkan nilai Volume maksimum antara 1095,55 – 2702,84 smp/jam, sedangkan Model Greenberg nilai kapasitasnya begitu besar antara 176,07 – 7447 smp/jam yang tidak sesuai dengan kapasitas dasar jalan di lokasi penelitian
5.	Ahmad Fauzan ¹ , Farlin Rosyad ²	Analisa Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu lintas	Ruas jalan Letnan Muchtar Saleh Kota Kayungagung	Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan:

Lanjutan Tabel 2.1 Lanjut Penelitian Terdahulu (4)

		dengan Metode Greenshield (Studi Kasus : Jalan Letnan Muchtar Saleh Kota Kayuagung)	sering terjadi kemacetan dan tundaan. Oleh karena itu dilakukan analisa hubungan kecepatan, volume dan kepadatan dengan menggunakan data primer dengan Metode Greenshield dan MKJI 1997 sebagai pedomannya.	Volume tertinggi sebesar 1801,55 smp/jam, kecepatan tertinggi 38,24 km/jam, dan kepadatan tertinggi 112,95 smp/jam.
--	--	---	---	---

2.2 Definisi Jalan

Menurut peraturan pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 pasal 6 tentang jalan, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkapan dan perlengkapannya di peruntukan bagi lalu lintas.

Jalan mempunyai suatu sistem jaringan jalan yang mengikat dan menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam suatu hubungan hirarki. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya di Indonesia berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku yakni sebagai berikut:

Menurut peraturan pemerintahan No. 34 Tahun 2006 pasal 10 tentang jalan fungsi jalan pada sistem jaringan primer di bedakan atas:

- a. Jalan arteri primer adalah jalan yang menghubungkan secara bedanya guna antar pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.
- b. Jalan kolektor primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan.
- c. Lokal, antara pusat kegiatan wilayah atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal.
- d. Jalan lokal primer jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, antara pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antara pusat kegiatan lingkungan.
- e. Jalan lingkungan primer jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan di dalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan.

2.3 Karakteristik Jalan Raya

2.3.1 Geometrik Jalan

Karakteristik geometrik jalan raya yaitu:

1. Tipe jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja yang berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, tipe jalan ditunjukkan dengan potongan melintang jalan yang ditunjukkan oleh jumlah lajur dan arah pada setiap segmen jalan, tipe jalan perkotaan yang digunakan dalam MKJI (1997) dibagi menjadi 4 bagian antara lain:

- a. Jalan dua jalur duah arah tak terbagi (2/2 UD)
- b. Jalan empat lajur dua arah
 - Tak terbagi (yaitu tanpa median) (4/2 UD)
 - Terbagi (yaitu tanpa median) (4/2 UD)

- c. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D), dan
- d. Jalan satu arah (1-3/1)

2. Lebar jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (lane) kendaraan. Lajur lalu lintas yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan dalam satu arah. Lebar jalur lalu lintas merupakan bagian jalan yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar jalur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan.

3. Bahu

Jalan perkotaan umumnya tanpa kareb tapi mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalu lintasnya. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas dan kecepatan pada arus tertentu akibat pertambahan lebar bahu terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian disisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya.

2.3.2 Klasifikasi Kendaraan

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp), yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan sebagai berikut:

1. Kendaraan ringan (LV)

Kendaraan bermotor 2 as beroda 4 dengan jarak as 2,0 – 3,0 m. Meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi bina marga.

2. Kendaraan berat (HV)

Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m, dan biasanya beroda lebih dari 4, Meliputi: bus, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi bina marga.

3. Sepeda motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda. Meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi bina marga.

4. Kendaraan tidak bermotor (UM)

Kendaraan roda yang digerakan oleh orang atau hewan. Meliputi: sepeda, becak, kereta kuda sesuai sistem klasifikasi bina marga.

2.3.3 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Menurut MKJI (1997. 9), Satuan Mobil Penumpang (SMP) adalah suatu untuk arus lalu lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan termasuk mobil penumpang dengan menggunakan Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP). EMP didefinisikan sebagai faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya mirip emp = 1,0) Besaran EMP untuk masing-masing jenis kendaraan pada ruas jalan dapat dilihat pada tabel 2.2 dan 2.3.

Tabel 2.2 Ekvivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk jalan perkotaan tak terbagi.

Tipe Jalan Tak Terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kendaraan/jam)	LV	UM	Emp		
				HV	MC	
					Lebar jalur lalu lintas Wc (m)	
<6 m	>6 m					
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	$0 \geq 1800$	1,0	0,80	1,3	0,50	0,40
				1,2	0,35	0,25
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	$0 \geq 3700$			1,3	0,40	
				1,2	0,25	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997: 289)

Tabel 2.3 Ekuivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah.

Tipe jalan: Jalan satu arah dan Jalan terbagi	Arus lalu lintas per lajur	Emp	
	Kend/jam	HV	MC
Dua-Lajur satu-arah (2/1)	$0 \geq 1050$	1,3	0,4
Empat-lajur terbagi (4/2D)		1,2	0,25
Tiga-lajur satu-arah (3/1)	$0 \geq 1100$	1,3	0,4
Enam-lajur terbagi (6/2D)		1,2	0,25

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997: 289)

2.3.4 Perilaku Pengemudi dan Populasi Kendaraan

Ukuran Indonesia serta keanekaragaman dan tingkat perkembangan daerah perkotaan menunjukkan bahwa perilaku pengemudi dan populasi kendaraan (umur, tenaga, kondisi kendaraan dan komposisi kendaraan) adalah beranekaragam. Karakteristik dimasukkan dalam prosedur perhitungan secara tidak langsung, melalui ukuran kota. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu, jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar (MKJI 1997, 258).

2.4 Karakteristik Arus Lalu Lintas

2.4.1 Kapasitas Jalan (C)

Kapasitas merupakan nilai numeric, yang definisinya yaitu jumlah maksimum kendaraan yang dapat lewat pada suatu arus atau lajur jalan raya dalam satu arah (dua arah untuk jalan dua arus dua lajur/arah). Selama periode waktu yang tertentu dalam kondisi jalan dan lalu lintas yang ada. Kapasitas ini didapat dari harga besaran kapasitas ideal yang direduksi oleh faktor-faktor lalu lintas dan jalan (MKJI 1997, 269). Dalam kapasitas suatu jalan raya, sangat diperlukan sekali keterangan-keterangan tentang keadaan jalan yaitu:

1. Faktor Jalan

Keterangan mengenai bentuk fisik jalan, seperti lebar jalur, kebebasan lateral, bahu jalan pada median atau tidak, kondisi permukaan jalan, alinyemen jalan, kelandaian, trotoar, dan lain-lain.

2. Faktor Lalu Lintas

Keterangan mengenai lalu lintas jalan, seperti komposisi lalu lintas, volume, distribusi lajur, gangguan lalu lintas, adanya kendaraan tidak bermotor, gangguan samping, dan lain-lain.

Persamaan dasar untuk menghitung kapasitas ruas jalan luar kota (MKJI 1997, 269) adalah sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad (2.1)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan

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

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

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kapasitas dasar (C_o) kapasitas segmen jalan pada kondisi geometri, ditentukan berdasarkan tipe jalan sesuai dengan Tabel 2.4.

Tabel 2.4 kapasitas dasar (C_o) jalan perkotaan.

Tipe jalan	Kapasitas dasar	Catatan
	(smp/jam)	
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 (MKJI 1997: 301)

Faktor penyesuaian pembagian arah jalan didasarkan pada kondisi dan arus lalu lintas dari kedua arah jalan atau untuk tipe jalan tanpa pembatas median. Untuk jalan satu arah dengan median faktor koreksi pembagian arah jalan adalah 1,0. Faktor penyesuaian pemisah jalan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FCsp).

Pemisah arah SP (%-%)		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
Fcsp	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 (MKJI 1997: 301)

Kapasitas dasar untuk jalan dengan lebih dari 4 lajur dapat diperkirakan dengan menggunakan kapasitas per lajur di atas meskipun memiliki lebar jalan yang tidak standar. Faktor penyesuaian lebar jalan ditentukan berdasarkan lebar jalan efektif yang dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalan (FCw).

C	Jalan Lebar efektif jalur lalu-lintas (WC)(m)	FCW
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	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 kedua 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 (MKJI 1997: 302)

Faktor penyesuaian untuk hambatan samping berdasarkan lebar bahu dan tingkat hambatan samping untuk jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Kelas hambatan samping berdasarkan lebar bahu (FCsf).

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata W_s (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat-lajur tak-terbagi	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,93	0,96	0,99	1,02
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat tinggi	0,80	0,86	0,90	0,95
Dua-lajur tak-terbagi 2/2 UD atau jalan satu-arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997: 297).

Faktor penyesuaian ukuran kota didasarkan pada jumlah penduduk, faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs).

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997: 306)

2.4.2 Hambatan Samping (FCs)

Hambatan samping, yaitu kegiatan di tepi jalan yang dapat menyebabkan dan mempengaruhi pergerakan arus lalu lintas dan mengurangi kinerja jalan. Adapun tipe kejadian hambatan samping, yaitu:

1. Jumlah pejalan kaki.
2. Jumlah kendaraan berhenti dan parkir.
3. Jumlah kendaraan yang keluar masuk dari lahan samping jalan.
4. Arus kendaraan lambat.

Tingkat hambatan samping dikategorikan ke dalam lima kelas dari rendah hingga sangat tinggi sebagai fungsi dari frekuensi terjadinya hambatan samping di sepanjang segmen jalan yang diamati. Hambatan samping dikelompokkan seperti yang ada pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Kelas hambatan samping.

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 industry, beberapa toko di sisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersil, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	>900	Daerah komersil dengan aktivitas pasar di samping jalan.

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997: 290)

Berikut faktor bobot terhadap kelas hambatan samping yang terdapat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Tipe kejadian kelas hambatan samping jalan perkotaan.

Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan Kaki	PED	0.5
Kendaraan Parkir	PSV	1
Kendaraan Masuk dan Keluar Sisi Jalan	EEV	0.7
Kendaraan Lambat	SMV	0.4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.4.3 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan dasar untuk menentukan derat kejenuhan yaitu:

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (2.2)$$

Keterangan:

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2.4.4 Tingkat Pelayanan (LOS)

Tingkat pelayanan (level of service) adalah ukuran kinerja suatu ruas jalan atau persimpangan yang dihitung berdasarkan tingkat penggunaan jalan, kecepatan, dan persimpangan, yang dihitung berdasarkan tingkat penggunaan jalan, kecepatan, kepadatan dan hambatan samping yang terjadi.

Tingkat pelayanan adalah kondisi operasi yang berbeda yang terjadi di jalan raya ketika mengakomodasi berbagai volume lalu lintas. lajur jalan ketika mengakomodasi berbagai volume lalu lintas. Dan ukuran kualitas dari pengaruh faktor-faktor arus lalu lintas seperti kecepatan, waktu tempuh, hambatan, kebebasan bermanuver, kenyamanan pengemudi dan secara tidak langsung biaya operasi dan kenyamanan.. Faktor karakteristik tingkat pelayanan dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Karakteristik Tingkat Pelayanan (LOS).

Tingkat	Karakteristik-karakteristik	Batas lingkup
A	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.	0 – 0,20
B	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, pengemudi masih dapat kebebasan dalam memilih kecepatannya.	0,20 – 0,44

Tabel 2.11 *Lanjutan.*

C	Arus stabil, kecepatan dapat dikontrol oleh lalu lintas.	0,45 – 0,74
D	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah.	0,75 – 0,84
E	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas.	0,85 – 1,00
F	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan pada waktu yang cukup lama.	>1,00

Sumber: Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas Teori dan Aplikasi, Risdiyanto, 50.

2.5 Parameter Volume Lalu Lintas

Fungsi utama dari sebuah jalan adalah untuk menyediakan transportasi sehingga pengguna jalan dapat berkendara dengan aman dan nyaman. Parameter volume lalu lintas yang menjadi faktor penting dalam perencanaan lalu lintas adalah volume lalu lintas, kecepatan, dan kepadatan.

2.5.1 Volume Lalu Lintas (Q)

Volume adalah sebuah peubah (variabel) yang paling penting pada rekayasa lalu lintas, dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. Jumlah gerakan yang dihitung dapat meliputi hanya tiap moda lalu lintas saja, seperti: pejalan kaki, mobil, bus atau mobil barang, atau kelompok-kelompok campuran moda (Risdiyanto, 10).

Parameter yang biasa digunakan untuk menentukan kecenderungan pola arus lalu lintas harian adalah dengan menggunakan lalu lintas harian rata-rata (LHR), LHR diperoleh dengan cara mengamati lalu lintas selama 24 jam, dalam beberapa hari dan hasilnya dirata-ratakan, dinyatakan dalam kend/hari atau smp/hari.

$$Q = \frac{N}{T} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Q = Volume (kend/jam)

N = Jumlah kendaraan (kend)

T = Waktu pengamatan (jam)

2.5.2 Kecepatan (V)

Kecepatan didefinisikan dengan jarak dibagi waktu tempuh. Kecepatan menjadi ukuran utama kinerja ruas jalan selain VCR (Volume Capacity Ratio) atau DS (Degree Saturation).

$$V = \frac{d}{t} \quad (2.4)$$

Keterangan:

V = Kecepatan (km/jam)

d = Jarak tempuh (km)

t = Waktu tempuh (jam)

Menurut Hobbs, kecepatan didefinisikan sebagai laju perjalanan yang besarnya dinyatakan dalam kilometer per jam (km/jam) dan pada umumnya dibagi beberapa jenis, yaitu:

1. Spot speed

Spot speed (kecepatan setempat) adalah kecepatan sesaat di suatu bagian jalan tertentu pada jarak yang cukup pendek atau pada suatu titik tertentu.

2. Running speed

Running speed adalah kecepatan gerak, yaitu kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak dan didapat dengan membagi panjang jalur dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuri jalur tersebut.

$$\text{Kecepatan Bergerak} = \frac{\text{Jauh Pengamatan}}{\text{Waktu tempuh-waktu berhenti}} \quad (2.5)$$

3. Journey speed

Journey speed atau kecepatan perjalanan adalah kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat, dan merupakan jarak antara dua tempat, dibagi dengan lama waktu bagi kendaraan untuk menyelesaikan perjalanan antara dua tempat tersebut, dengan lama waktu

mencakup setiap berhenti yang ditimbulkan oleh hambatan (penundaan) lalu lintas.

$$\text{Kecepatan Perjalanan} = \frac{\text{Jauh perjalanan}}{\text{Waktu tempuh}} \quad (2.6)$$

4. Kecepatan yang akan digunakan sebagai ukuran utama segmen jalan adalah kecepatan tempuh, karena mudah dimengerti dan diukur serta merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh adalah kecepatan rata-rata dari kendaraan sepanjang jalan.

2.5.3 Kepadatan (D)

Kepadatan merupakan konsentrasi kendaraan di jalan. Kepadatan adalah jumlah kendaraan tiap panjang jalan tertentu. Kepadatan dinyatakan sebagai kendaraan tiap mil atau kendaraan per km. survey kepadatan dilakukan dengan menggunakan foto udara atau video dari tempat yang tinggi pada panjang jalan tertentu (Risdiyanto, 26).

$$D = \frac{Q}{V_s} \quad (2.7)$$

Keterangan:

D = Kepadatan lalu lintas (kend/jam)

Q = Volume lalu lintas (kend/jam)

V_s = Kecepatan lalu lintas rata-rata ruang (km/jam)

2.6 Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan

Volume, kecepatan dan kerapatan merupakan 3 (tiga) variabel/parameter utama (makroskopis) dalam aliran lalu lintas yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas.

1. Volume (flow), merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada suatu ruas jalan per satuan waktu tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam.

2. Kecepatan (speed), adalah tingkat gerakan di dalam suatu jarak tertentu dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dengan kilometer/jam.
3. Kepadatan (density), merupakan jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas/segmen jalan tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/kilometer.

Hubungan antara ketiga parameter di atas selanjutnya dapat dinyatakan dalam hubungan matematis pada Gambar 2.1.

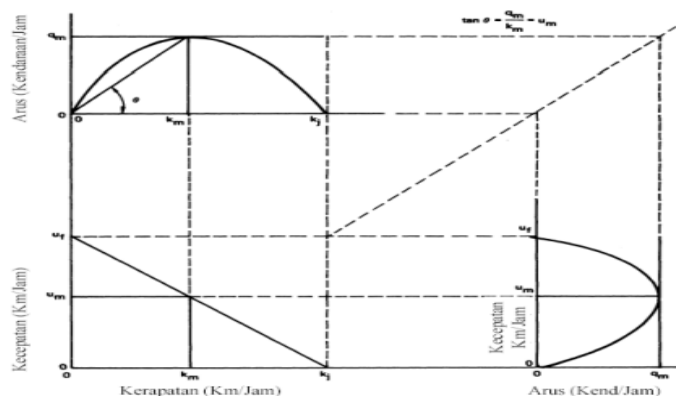
$$Q = D \cdot V_s \quad (2.8)$$

Keterangan:

Q = Volume (kend/jam)

V_s = Kecepatan (km/jam)

D = Kepadatan (kend/km)



Gambar 2.1 Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan.

Keterangan:

qm = Kapasitas, arus maksimum (kend/jam)

um = kecepatan kritis, kecepatan pada saat mencapai kapasitas (km/jam)

km = kepadatan kritis, kepadatan pada saat mencapai kapasitas (kend/jam)

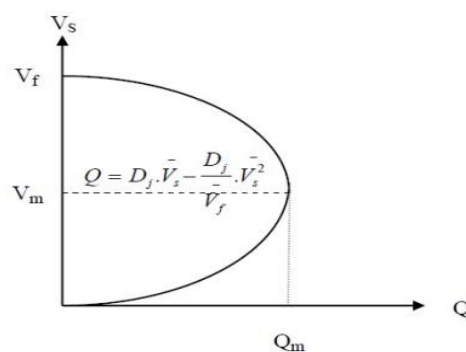
kj = kepadatan macet, keadaan untuk semua kendaraan berhenti (kend/jam)

uf = kecepatan teoritis untuk lalu lintas ketika kepadatannya nol (km/jam)

Ketika diketahui arus “nol” (tidak ada arus) terjadi dalam 2 (dua) kondisi. Ketika tidak ada kendaraan di jalan raya berarti kepadatan nol, dimana kecepatan teoritis didasarkan pada “kecepatan arus bebas” (free flow speed) yang merupakan kecepatan tertinggi bagi kendaraan yang sendirian. Namun demikian arus “nol” juga terjadi ketika kepadatan begitu tinggi sehingga kendaraan yang akan bergerak harus berhenti sehingga terjadi kemacetan lalu lintas yang disebut dengan istilah traffic jam. Pada kondisi ini semua kendaraan berhenti sehingga tidak ada kendaraan yang lewat pada suatu ruas jalan tersebut.

2.6.1 Hubungan antara Volume (Q) dan Kecepatan (Vs)

Hubungan antara volume dan kecepatan dapat diilustrasikan pada Gambar 2.2.

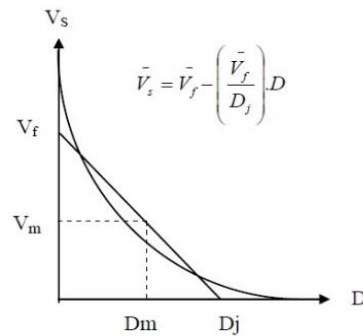


Gambar 2.2 Hubungan Volume (Q) dan Kecepatan (Vs)

Dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa hubungan dasar antara volume dan kecepatan adalah bahwa ketika volume lalu lintas meningkat, maka kecepatan rata-rata akan menurun hingga kepadatan kritis (volume maksimum) tercapai. Setelah kepadatan kritis tercapai, kecepatan dan volume rata-rata ruang akan menurun. Jadi kurva ini menggambarkan dua kondisi yang berbeda dimana lengan atas stabil sedangkan lengan bawah menunjukkan kondisi lalu lintas yang padat.

2.6.2 Hubungan Kecepatan (Vs) dan Kepadatan (D)

Hubungan kecepatan dan kepadatan diilustrasikan pada gambar 2.3.

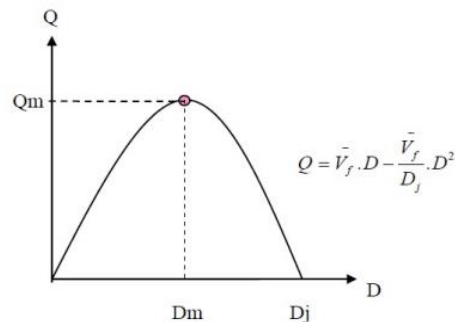


Gambar 2.3 Hubungan Kecepatan (V_s) dan Kepadatan(D).

Kurva ini merupakan diagram yang menjadi dasar penggambaran performance aliran lalu lintas. Dari kurva terlihat bahwa kecepatan akan menurun apabila kepadatan bertambah. Kecepatan arus bebas (V_f) akan terjadi apabila kepadatan sama dengan nol sedangkan pada saat kecepatan sama dengan nol maka terjadi kemacetan (jam density).

2.6.3 Hubungan Volume (Q) dan Kepadatan (D)

Hubungan antara volume dan kepadatan dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Hubungan Volume (Q) dan Kepadatan (D).

Dari kurva akan terlihat bahwa kepadatan akan bertambah apabila volumenya juga bertambah. Volume maksimum (Q_c) terjadi pada saat kepadatan mencapai titik D_c (kapasitas jalur jalan sudah tercapai). Setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kepadatan bertambah sampai terjadi kemacetan di titik D_j .

2.7 Metode Greenshields

Greenshields mampu mengembangkan model arus lalu lintas terganggu yang memprediksi dan menjelaskan tren yang diamati dalam arus lalu lintas yang real.

Menurut Greenshields, kecepatan arus dan kepadatan mempunyai hubungan sistematis pada pers 2.9.

$$V_s = V_f - \frac{V_f}{D_j} \cdot D \quad (2.9)$$

Keterangan:

V_s = Kecepatan rata-rata dalam keadaan arus lalu lintas padat

V_f = Kecepatan rata-rata dalam keadaan arus lalu lintas bebas

D_j = Kepadatan jenuh

Untuk mendapatkan nilai konstanta V_f dan D_j , maka pers 2.7 diatas dapat diubah menjadi persamaan linear yaitu pada pers. 2.10.

$$Y = a + b \cdot x \quad (2.10)$$

Misal : $y = V_s$; $a = V_f$; $b = - \left(\frac{V_f}{D_j} \right)$; dan $x = D$.

Dari persamaan berikut didapatkan hubungan kepadatan – arus lalu lintas pada pers 2.11.

$$Q = V_f \cdot D - \left(\frac{V_f}{D_j} \right) \cdot D^2 \quad (2.11)$$

Dan hubungan antara arus lalu lintas dengan kecepatan yang terdapat pada pers 2.12.

$$Q = D_j \cdot V_s \left(\frac{D_j}{V_f} \right) \cdot D^2 \quad (2.12)$$

Sehingga:

Untuk mendapatkan kepadatan apabila arus lalu lintas maksimum terdapat pada pers 2.13.

$$\frac{dQ}{dD} V_f - \left(2 \cdot x \frac{V_f}{D_j} \cdot D \right) = 0 \quad \rightarrow \text{Untuk Nilai Maksimum}$$

$$D = D_{\max} = \frac{1}{2} D_j \quad (2.13)$$

Untuk memperoleh kecepatan apabila arus lalu lintas maksimum terdapat pada pers 2.14.

$$\frac{dQ}{dV_s} = D_j - \left(2 \times \frac{D_j}{V_f} \cdot V_s \right) = 0$$

$$V_s = V_{\max} = \frac{1}{2} V_f \quad (2.14)$$

$$Q_{\max} = D_{\max} \cdot V_{\max} = \frac{D_j \cdot V_f}{4} \quad (2.15)$$

2.7.1 Model Linier Menurut Greenshields

Greenshields (1934) mengadakan studi pada jalur jalan luar Kota Ohio, di mana kondisi lalu lintasnya tanpa gangguan dan bergerak secara bebas (steady state condition). Hasilnya adalah suatu pendekatan hubungan antara kecepatan dan kepadatan yang mengikuti fungsi linear. Berdasarkan penelitian-penelitian selanjutnya terdapat hubungan yang erat antara model linier dengan keadaan data di lapangan. Hubungan antara kecepatan dan kepadatan ini menjadi hubungan yang paling populer dalam tinjauan pergerakan lalu lintas, mengingat fungsi hubungannya adalah yang paling sederhana sehingga mudah diterapkan. Adapun persamaan umum hubungan antara kecepatan dan kepadatan dengan cara regresi linier yaitu:

$$Y = a + b \cdot x \quad (2.16)$$

Untuk menentukan nilai konstanta a dan koefisien regresi (b), digunakan pada pers 2.15.

$$B = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.17)$$

Dengan diperolehnya persamaan $Y = a + b \cdot x$ maka hubungan antara kecepatan dan kepadatan dapat dirumuskan. Garis hasil persamaan ini akan memotong skala kecepatan pada V_f dan memotong skala kepadatan pada D_f . Oleh karena itu, persamaan garis yang didapat tersebut adalah sebagai berikut:

$$V_s = V_f - \frac{V_f}{D_j} \cdot D$$

$$V_s = B - A \cdot D \text{ (Hubungan antara kecepatan dan kepadatan) } \quad (2.18)$$

Selanjutnya hubungan antara volume dengan kecepatan diperoleh dengan menggunakan persamaan dasar $Q = V_s \cdot d$ dan selanjutnya memasukkan nilai $D =$

$\frac{Q}{V_s}$ ke dalam persamaan hubungan antara kecepatan dan kepadatan, seperti dibawah ini:

$$V_s = v_f - \frac{v_f}{D_f} \cdot \frac{Q}{V_s}$$

$$Q = \left(\frac{v_f}{D_f \cdot v_f} \right) = V_f - V_s$$

$$Q = (V_f - V_s) \left(\frac{D_j \cdot V_s}{v_f} \right)$$

$$Q = D_j \cdot V_s - \frac{D_j}{v_f} \cdot V_s^2$$

$$Q = \frac{B}{A} \cdot V_s - \frac{1}{A} \cdot V_s^2 \text{ (Hubungan antara volume dan kecepatan)} \quad (2.19)$$

Dari persamaan ini dapat diketahui bahwa hubungan linier antara kecepatan dan kepadatan akhirnya menghasilkan persamaan parabola untuk hubungan antara volume dan kecepatan. Untuk mendapatkan persamaan hubungan antara volume dan kepadatan, maka nilai $V_s = \frac{Q}{D}$ disubstitusikan ke dalam persamaan kecepatan dan kepadatan, sehingga menghasilkan:

$$\frac{Q}{D} = V_f - \frac{v_f}{D_f} \cdot D$$

$$Q = V_f \cdot D - \frac{v_f \cdot D^2}{D_j}$$

$$Q = BD - AD^2 \text{ (Hubungan antara volume dan kecepatan)} \quad (2.20)$$

2.7.2 Analisa Korelasi

Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui kekuatan hubungan antara variabel bebas dan tidak bebas yang dinyatakan dengan koefisien korelasi r . Nilai koefisien korelasi bervariasi antara -1 dan +1 ($-1 < r < +1$). Jika nilai koefisien sama dengan 0 (nol), maka dikatakan tidak ada korelasi antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas, sedangkan jika nilai koefisien korelasi sama dengan 1 (satu)

dikatakan memiliki hubungan yang sempurna, nilai koefisien korelasi dapat dihitung dengan pers 2.19.

$$r = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{(n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}} \quad (2.21)$$

Sebagai koefisien penentu, koefisien determinasi (r^2) yang dihitung dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi. Koefisien korelasi r harus memenuhi syarat:

1. Koefisien korelasi harus besar apabila kadar hubungan tinggi atau kuat dan harus kecil apabila kadar hubungan itu kecil atau lemah.
2. Koefisien korelasi harus bebas dari satuan yang digunakan untuk mengukur variabel-variabel, baik predictor maupun respon.