

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Jalan merupakan sarana pendukung dari komponen lalu lintas yang berfungsi sebagai tempat melintasnya sarana transportasi, dapat terletak di atas tanah, di atas permukaan laut, di bawah permukaan tanah, maupun dalam bentuk jembatan.

2.2 Karakteristik Lalu Lintas

Karakteristik suatu lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, diantaranya adalah kecepatan, volume, dan kepadatan lalu lintas. Ketiga variabel ini membawa dampak yang cukup signifikan terhadap kondisi lalu lintas yang ada. Karakteristik suatu lalu lintas akan menggambarkan taraf efektifitas dari kondisi lalu lintas.

2.3 Volume Lalu Lintas

Volume merupakan sebuah variabel yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam yang menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan pada selang waktu tertentu. Volume dirumuskan sebagai:

$$Q = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana:

- Q Volume lalu lintas (smp/jam)
- n Jumlah kendaraan (smp)
- t Selang waktu (jam)

Satuan mobil penumpang merupakan satuan hasil konversi dari jumlah berbagai jenis kendaraan yang dikalikan dengan nilai ekivalensi (emp) yang berlaku berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

Pengkonversian dilakukan untuk mempermudah perhitungan dalam berbagai kegiatan analisis karakteristik lalu lintas sehingga tidak perlu mengklasifikasikan masing-masing jenis kendaraan.

Tabel 2.1: Faktor 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	0.4
	≥1800	1.2	0.35	0.25
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	0	1.3	0.4	
	≥3700	1.2	0.25	

Sumber: MKJI 1997

Tabel 2.2: Faktor 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 (4/2D)	0	1.3	0.40
Tiga-lajur satu-arah (3/1) dan Enam-lajur terbagi (6/2D)	≥1050	1.2	0.25
	0	1.3	0.40
	≥1100	1.2	0.25

Sumber: MKJI 1997

2.4 Kecepatan Lalu Lintas

Kecepatan merupakan laju pergerakan suatu kendaraan dalam satuan jarak per satuan waktu. Kecepatan lalu lintas dinyatakan dalam rumus:

$$Us = \frac{d}{s} \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana:

Us Kecepatan lalu lintas (km/jam)

d Jarak tempuh (km)

s Waktu tempuh (jam)

2.5 Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas jalan dengan panjang tertentu. Kepadatan lalu lintas dapat dinyatakan dalam rumus:

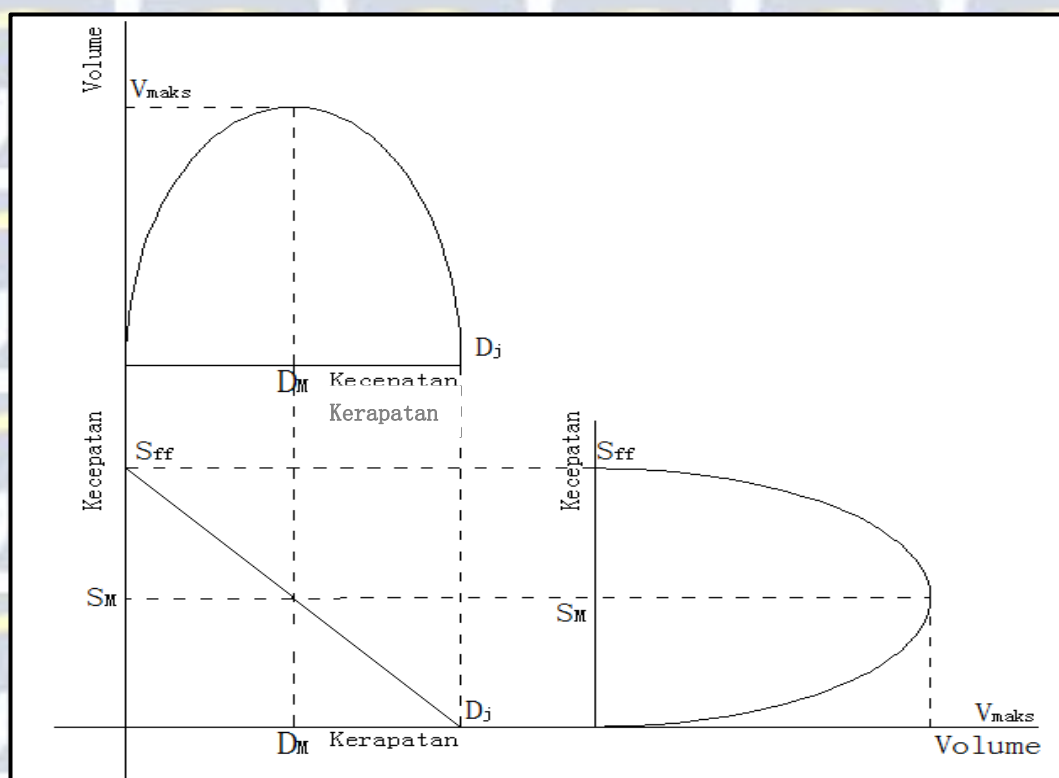
$$D = \frac{q}{Us} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana:

D Kepadatan lalu lintas (smp/km)

2.6 Hubungan Grafis antara Kecepatan, Kepadatan, dan Volume Lalu Lintas

Hubungan antara kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas dapat dinyatakan secara grafis melalui persamaan matematis dasar yang ada. Hubungan matematis antara volume, kepadatan, dan kecepatan lalu lintas dapat dijelaskan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hubungan Grafis Antara Kecepatan, Kepadatan, dan Volume Lalu Lintas

(Sumber: Tamin, 2000)

2.6.1 Hubungan antara Kecepatan dan Volume Lalu Lintas

Pertambahan volume lalu lintas akan menyebabkan kecepatan semakin berkurang sampai pada batas tercapainya kepadatan maksimum. Pada saat tercapainya kepadatan maksimum maka kecepatan rata-rata ruang dan volume lalu lintas akan berkurang.

2.6.2 Hubungan antara Kepadatan dan Volume Lalu Lintas

Berdasarkan grafik, volume maksimum akan terjadi ketika kepadatan juga mencapai titik puncak. Setelah mencapai titik puncak, maka volume akan menurun secara perlahan walaupun kepadatan semakin bertambah hingga terjadinya kemacetan pada titik Dj.

2.6.3 Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas

Kecepatan dan kepadatan bersifat berbanding terbalik, dimana semakin bertambahnya kepadatan maka kecepatan akan semakin menurun. Jika kecepatan berada pada nol, maka kepadatan juga akan berada pada posisi nol, kondisi ini merupakan kondisi dimana terjadinya kemacetan.

2.7 *Peak Hour Volume (PHV) dan Peak Hour Factor (PHF)*

Peak Hour Volume (PHV) merupakan volume jam puncak yang terdiri dari volume 15 menit berturut-turut dalam durasi 1 jam. Berikut adalah rumus perhitungan *Peak Hour Volume (PHV)*:

$$PHV = V_{15(1)} + V_{15(2)} + V_{15(3)} + V_{15(4)} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

$V_{15(1)}$ Volume 15 menit pertama (smp)

$V_{15(2)}$ Volume 15 menit kedua (smp)

$V_{15(3)}$ Volume 15 menit ketiga (smp)

$V_{15(4)}$ Volume 15 menit keempat (smp)

Sedangkan *Peak Hour Factor* (PHF) merupakan volume per jam selama jam volume maksimum per hari dibagi dengan volume 15 menit puncak di dalam jam puncak, merupakan ukuran fluktuasi permintaan lalu lintas di dalam jam puncak. Faktor jam puncak digunakan dalam tingkat analisis layanan untuk memperhitungkan variasi dalam situasi lalu lintas selama jam puncak. Nilai PHF yang sama dengan 1 menunjukkan bahwa volume lalu lintas dalam setiap interval 15 menit sama dan karena itu arus lalu lintas konstan sepanjang waktu. Jika PHF menurun, maka arus lalu lintas lebih bervariasi dan volume lalu lintas memiliki lonjakan pada interval 15 menit puncak. PHF dapat dihitung dengan rumus:

$$PHF = \frac{PHV}{4 \times V_{15max}} \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana:

V_{15max} Volume maksimum dalam 15 menitan (smp)

2.8 Metode Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu (Sugiyono, 2007):

1. *Probability sampling*, merupakan metode pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama untuk semua unsur yang akan dipilih menjadi sampel dalam sebuah populasi. Terdapat beberapa jenis metode *probability sampling*, yaitu *simple random sampling*, *proportionate stratified random sampling*, *disproportionate stratified random sampling*, dan *area (cluster) sampling*.
2. *Non-probability sampling*, merupakan metode pengambilan sampel yang tidak memberikan kesempatan atau peluang yang sama untuk semua unsur yang akan dipilih menjadi sampel dalam sebuah populasi. Terdapat beberapa jenis metode *non-probability sampling*, yaitu *sampling sistematis*, *sampling kuota*, *sampling insidental*, *purposive sampling*, *sampling jenuh*, dan *snowball sampling*.

2.8.1 Rumus Slovin

Rumus *Slovin* merupakan salah satu jenis metode perhitungan banyak sampel yang perlu diambil yang masuk ke dalam kategori *stratified random sampling*, dimana sampel diambil dari populasi yang ditentukan secara acak dan telah dibagi kedalam kelompok-kelompok tertentu, kemudian sampel yang didapatkan akan digabung menjadi satu. Adapun banyak sampel menurut rumus Slovin dapat dihitung dengan rumus di bawah ini (Husein Umar, 2000):

$$n = \frac{N}{(1+N.e^2)} \dots\dots\dots (2.6)$$

(Husein Umar, 2011:78)

dimana:

n Jumlah sampel

N Jumlah populasi (volume kendaraan pada jam puncak)

e Persentase tingkat ketidakteelitian dimana tingkat ketidakteelitian maksimum yang diperbolehkan adalah 10%.

2.9 Model *Greenshield*

Model *Greenshield* merupakan salah satu model yang paling awal diteliti. Model *Greenshield* didapatkan dari hasil studi pada jalan luar kota Ohio oleh *Greenshield* pada tahun 1934. Objek pengamatan merupakan jalan dengan kondisi lalu lintas yang ideal tanpa hambatan dan memiliki pergerakan yang bebas. Model persamaan *Greenshield* dijabarkan dalam bentuk:

$$U_s = U_f - \left(\frac{U_f}{D_j}\right) D \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana:

U_f Kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)

D_j Kepadatan pada saat kondisi macet total (smp/km)

Rumus kecepatan rata-rata berdasarkan model *Greenshield* merupakan bentuk persamaan linier. Untuk mendapatkan persamaan volume, maka dapat dilakukan dengan mengubah sedikit persamaan (2.3) kemudian mensubstitusikan persamaan (2.7) ke dalam persamaan (2.3), sehingga :

$$Q = D \times U_s$$

$$Q = D(Uf - \left(\frac{Uf}{Dj}\right) D)$$

$$Q = D \cdot Uf - \left(\frac{Uf}{Dj}\right) D^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Persamaan (2.8) di atas merupakan persamaan parabolik $Q = f(D)$ hubungan antara kepadatan dan volume lalu lintas. Untuk mendapatkan persamaan hubungan antara volume dan kecepatan lalu lintas, maka dapat dilakukan dengan mensubstitusikan persamaan (2.3) ke dalam persamaan (2.7) dengan cara:

$$Us = Uf - \left(\frac{Uf}{Dj}\right) D$$

$$Us = Uf - \left(\frac{Uf}{Dj}\right) \frac{Q}{Us}$$

$$\left(\frac{Uf}{Dj}\right) \frac{Q}{Us} = Uf - Us$$

$$Q = Dj \cdot Us - \frac{Dj}{Uf} Us^2 \dots\dots\dots (2.9)$$

Volume maksimum akan tercapai ketika kepadatan lalu lintas mencapai kondisi maksimum. Persamaan volume maksimum bisa didapatkan melalui dua cara:

Cara 1: menurunkan persamaan (2.7) terhadap D, dimana $Us' = 0$ dan $D = D_{max}$

$$Us' = Uf - \frac{2Uf}{Dj} \cdot D$$

$$0 = Uf - \frac{2Uf}{Dj} \cdot D$$

$$\frac{2Uf}{Dj} \cdot D = Uf$$

$$D_{max} = \frac{Dj}{2} \dots\dots\dots (2.10)$$

Persamaan (2.10) kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan (2.8)

$$Q = \frac{Dj}{2} \cdot Uf - \left(\frac{Uf}{Dj}\right) \frac{Dj^2}{4}$$

$$= \frac{Uf \cdot Dj}{2} - \frac{Uf \cdot Dj}{4}$$

$$Q_{max} = \frac{Uf \cdot Dj}{4} \dots\dots\dots (2.11)$$

Cara 2: menurunkan persamaan (2.9) terhadap Us , dimana $Q' = 0$

$$Q' = Dj - \frac{2Dj}{Uf} \cdot Us$$

$$0 = Dj - \frac{2Dj}{Uf} \cdot Us$$

$$Dj = \frac{2Dj}{Uf} \cdot Us$$

$$Us = \frac{Uf}{2} \dots \dots \dots (2.12)$$

Mensubstitusikan persamaan (2.12) ke dalam persamaan (2.9)

$$Q = Dj \cdot Us - \frac{Dj}{Uf} Us^2$$

$$= Dj \cdot \frac{Uf}{2} - \frac{Dj}{Uf} \cdot \frac{Uf^2}{4}$$

$$= \frac{Dj \cdot Uf}{2} - \frac{Dj \cdot Uf}{4}$$

$$Q_{max} = \frac{Uf \cdot Dj}{4} \dots \dots \dots (2.13)$$

2.10 Model Greenberg

Pada tahun 1959, Greenberg menganalisis hubungan antara kecepatan dan kepadatan dengan memanfaatkan analogi fluida untuk mengasumsikan kontinuitas gerakan.

Rumus dasar dari *Greenberg* adalah

$$D = c \cdot e^{b \cdot Us} \dots \dots \dots (2.14)$$

dimana:

b dan c Nilai konstanta

Dengan menggunakan asumsi di atas, Greenberg mengasumsikan hubungan antara kecepatan dan kepadatan lalu lintas, sehingga menurunkan persamaan:

$$Us = Um \cdot \ln\left(\frac{Dj}{D}\right) \quad \text{atau} \quad Us = Um \cdot \ln Dj - Um \cdot \ln D \dots \dots \dots (2.15)$$

Hubungan antara volume dan kepadatan bisa didapatkan melalui pensubstitusian persamaan (2.3) dan persamaan (2.15), dimana persamaan (2.3) diubah menjadi

$$Us = \frac{Q}{D}$$

$$Us = Um \cdot \ln\left(\frac{Dj}{D}\right)$$

$$\frac{Q}{D} = Um \cdot \ln\left(\frac{Dj}{D}\right)$$

$$Q = Um \cdot D \cdot \ln\left(\frac{Dj}{D}\right) \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana:

Um Kecepatan saat volume maksimum (km/jam)

Hubungan antara volume dan kecepatan bisa didapatkan melalui pensubstitusian persamaan (2.3) dan persamaan (2.15).

$$Us = Um \cdot \ln\left(\frac{Dj}{D}\right)$$

$$\frac{Dj}{D} = \exp\left(\frac{Us}{Um}\right)$$

$$\frac{Dj}{Q/Us} = \exp\left(\frac{Us}{Um}\right)$$

$$\frac{Dj \cdot Us}{Q} = \exp\left(\frac{Us}{Um}\right)$$

$$Q = Dj \cdot Us \cdot \exp\left(-\frac{Us}{Um}\right) \dots\dots\dots (2.17)$$

Kepadatan pada saat volume maksimum (D_m) menurut model *Greenberg* dapat diuraikan berdasarkan persamaan berikut:

$$D_{max} = D_m = \frac{Dj}{\exp 1} \dots\dots\dots (2.18)$$

Kecepatan pada saat volume maksimum (Q_m) menurut model *Greenberg* dapat diuraikan berdasarkan persamaan berikut:

$$Us = Um \dots\dots\dots (2.19)$$

Maka untuk mendapatkan volume maksimum dapat dilakukan dengan cara mensubstitusikan persamaan (2.18) dan (2.19) ke dalam persamaan (2.3):

$$Q = D \times Us$$

$$Q_{max} = D_m \times Um$$

$$Q_{max} = \left(\frac{Dj}{\exp 1}\right) \times Um \dots\dots\dots (2.20)$$

2.11 Model Underwood

Menurut *Underwood* hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut:

$$U_s = U_f \times \exp\left(-\frac{D}{D_m}\right) \dots\dots\dots (2.21)$$

Hubungan volume dan kepadatan berdasarkan persamaan *Underwood* dapat diturunkan dengan cara mensubstitusi persamaan (2.3) ke dalam persamaan (2.21), dimana persamaan (2.3) diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk $U_s = Q/D$.

$$\begin{aligned} \frac{Q}{D} &= U_f \times \exp\left(-\frac{D}{D_m}\right) \\ Q &= D \times U_f \times \exp\left(-\frac{D}{D_m}\right) \dots\dots\dots (2.22) \end{aligned}$$

Hubungan volume dan kecepatan berdasarkan persamaan *Underwood* juga dapat diturunkan dengan cara mensubstitusi persamaan (2.3) ke dalam persamaan (2.21).

$$\begin{aligned} U_s &= U_f \times \exp\left(-\frac{D}{D_m}\right) \\ \frac{U_f}{U_s} &= \exp\left(\frac{D}{D_m}\right) \\ \ln\left(\frac{U_f}{U_s}\right) &= \left(\frac{D}{D_m}\right) \\ \ln\left(\frac{U_f}{U_s}\right) &= \left(\frac{Q}{D_m \times U_s}\right) \\ Q &= D_m \times U_s \times \ln\left(\frac{U_f}{U_s}\right) \dots\dots\dots (2.23) \end{aligned}$$

Volume maksimum dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_{max} = \left(\frac{D_m}{\exp 1}\right) \times U_f \dots\dots\dots (2.24)$$

2.12 Analisis Kapasitas

Kapasitas merupakan arus maksimum yang melintasi sebuah titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada situasi dan kondisi tertentu (MKJI, 1997). Kapasitas dirumuskan sebagai:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (2.25)$$

dimana:

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
 FC_{CS} Faktor penyesuaian ukuran kota

2.12.1 Kapasitas Dasar (C_0)

Tabel 2.3: Kapasitas Dasar 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: MKJI 1997

2.12.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_W)

Tabel 2.4: Faktor Penyesuaian Kapasitas Jalan Perkotaan untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_W)

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_C) (m)	FC_W
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
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
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: MKJI 1997

2.12.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisah Arah (FC_{SP})

Tabel 2.5: Faktor Penyesuaian Kapasitas Jalan Perkotaan untuk Pemisah 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: MKJI 1997

Untuk jalan tak terbagi dan jalan satu arah, nilai faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah yang digunakan adalah 1,00.

2.12.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS})

Tabel 2.6: Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS}) pada Jalan Perkotaan

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: MKJI 1997

2.12.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{SF})

Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping terbagi ke dalam 3 bagian, yaitu faktor kapasitas untuk hambatan samping pada jalan dengan bahu,

faktor kapasitas untuk hambatan samping pada jalan dengan kereb, dan faktor kapasitas untuk hambatan samping pada jalan enam lajur.

1. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF})

Tabel 2.7: Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{SF}) pada Jalan Perkotaan dengan Bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
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

Sumber: MKJI 1997

2. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang (FC_{SF})

Tabel 2.8: Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Jarak Kereb Penghalang (FC_{SF}) pada Jalan Perkotaan dengan Kereb

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb penghalang FC_{SF}			
		Jarak kereb-penghalang W_K			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
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

Sumber: MKJI 1997

3. Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF}) pada jalan enam lajur

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping pada jalan enam lajur dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$FC_{6,SF} = 1 - 0,8 (1 - FC_{4,SF}) \dots \dots \dots (2.26)$$

Universitas Internasional Batam

dimana:

$FC_{6,SF}$ Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam lajur

$FC_{4,SF}$ Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat lajur

2.13 Analisis Kecepatan Arus Bebas

Nilai kecepatan arus bebas kendaraan ringan dihitung dengan rumus:

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \dots\dots\dots (2.27)$$

dimana:

FV Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_0 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

FFV_{CS} Faktor penyesuaian ukuran kota

Kecepatan arus bebas kendaraan berat dihitung dengan rumus berikut:

$$FV_{HV} = FV_{HV,0} - FFV \times FV_{HV,0}/FV_0 \dots\dots\dots (2.28)$$

$$\text{dengan } FFV = FV_0 - FV \dots\dots\dots (2.29)$$

dimana:

FFV Penyesuaian kecepatan arus bebas LV (km/jam)

$FV_{HV,0}$ Kecepatan arus bebas dasar HV (km/jam)

2.13.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar

Tabel 2.9: Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV_0) untuk Jalan Perkotaan

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

(4/2UD)				
Dua-lajur tak-terbagi (2/2UD)	44	40	40	42

Sumber: MKJI 1997

2.13.2 Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw)

Tabel 2.10: Penyesuaian Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W _c) (m)	FVw (km/jam)
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3	-4
	3.25	-2
	3.5	0
	3.75	2
4	4	
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3	-4
	3.25	-2
	3.5	0
	3.75	2
4	4	
Dua-lajur tak-terbagi	Total	
	5	-9.5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
11	7	

Sumber: MKJI 1997

2.13.3 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Hambatan Samping (FFV_{SF})

Tabel 2.11: Faktor Penyesuaian Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FFV_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata W_s (m)			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2D	Sangat rendah	1.02	1.03	1.03	1.04
	Rendah	0.98	1	1.02	1.03
	Sedang	0.94	0.97	1	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 4/2UD	Sangat rendah	1.02	1.03	1.03	1.04
	Rendah	0.98	1	1.02	1.03
	Sedang	0.93	0.96	0.99	1.02
	Tinggi	0.87	0.91	0.94	0.98
	Sangat tinggi	0.8	0.86	0.9	0.95
Dua-lajur tak-terbagi 2/2UD atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	1	1.01	1.01	1.01
	Rendah	0.96	0.98	0.99	1
	Sedang	0.91	0.93	0.96	0.99
	Tinggi	0.82	0.86	0.9	0.95
	Sangat tinggi	0.73	0.79	0.85	0.91

Sumber: MKJI 1997

Tabel 2.12: Faktor Penyesuaian Pengaruh Hambatan Samping dan Jarak Kereb Penghalang (FFV_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Jalan Perkotaan

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan Jarak: kereb-penghalang			
		Jarak: kereb-penghalang W_k (m)			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2D	Sangat rendah	1	1.01	1.01	1.02
	Rendah	0.97	0.98	0.99	1
	Sedang	0.93	0.95	0.97	0.99
	Tinggi	0.87	0.9	0.93	0.96
	Sangat tinggi	0.81	0.85	0.88	0.92
Empat-lajur tak-terbagi 4/2UD	Sangat rendah	1	1.01	1.01	1.02
	Rendah	0.96	0.98	0.99	1
	Sedang	0.91	0.93	0.96	0.98
	Tinggi	0.84	0.87	0.9	0.94
	Sangat tinggi	0.77	0.81	0.85	0.9
Dua-lajur tak-terbagi 2/2UD atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	0.98	0.99	0.99	1
	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: MKJI 1997

2.13.4 Faktor Penyesuaian FFV_{SF} untuk Jalan Enam Lajur

Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam lajur dihitung dengan rumus berikut:

Universitas Internasional Batam

$$FFV_{6,SF} = 1 - 0.8 \times (1 - FFV_{4,SF}) \dots\dots\dots (2.30)$$

dimana:

$FFV_{6,SF}$ Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam lajur

$FFV_{4,SF}$ Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan empat lajur

2.13.4 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus untuk Ukuran Kota (FFV_{CS})

Tabel 2.13: Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Ukuran Kota pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Jalan Perkotaan

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0.1	0.9
0.1-0.5	0.93
0.5-1.0	0.95
1.0-3.0	1
> 3.0	1.03

Sumber: MKJI 1997

2.14 Analisis Korelasi dan Regresi Linier

Hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas dapat dilihat dari nilai korelasi yang didapatkan. Nilai korelasi berada pada kisaran $-1 < 0 < +1$. Nilai korelasi negatif menyatakan bahwa hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas adalah berbanding terbalik, sedangkan nilai korelasi positif menyatakan bahwa hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas adalah berbanding lurus. Nilai korelasi didapat dari:

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{\{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)\}}} \dots\dots\dots (2.31)$$

dimana:

N Jumlah data yang diperoleh

X_i Variabel bebas

Y_i Variabel tidak bebas

Tolak ukur dari kedekatan hubungan antar variabel dalam persamaan linier adalah nilai koefisien determinasi (r^2). Jika nilai koefisien determinasi (r^2) semakin mendekati 1 maka variabel bebas dalam persamaan dapat memberikan pengaruh yang semakin besar kepada variabel tidak bebas. Apabila hasil uji korelasi telah membuktikan bahwa hubungan antar variabel memiliki kedekatan yang cukup tinggi, maka hubungan spesifik antar variabel dapat dijabarkan melalui analisis regresi linier sederhana.

Dalam penentuan hubungan spesifik antara kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas, model yang paling umum digunakan adalah model analisis regresi linier. Jenis analisis ini bertujuan untuk meminimalkan nilai kuadrat antara observasi dan nilai estimasi dari variabel tidak bebas. Pada analisis regresi linier, terdapat peubah X dan peubah tidak bebas dan nilainya dipengaruhi oleh X yang dinyatakan dengan Y. Hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas dapat dikatakan linier apabila variabel tidak bebas linier terhadap variabel bebasnya. Pada model *Greenshield*, *Greenberg*, dan *Underwood*, kecepatan merupakan variabel tidak bebas (nilai Y), sedangkan kepadatan merupakan variabel bebas (nilai X). Hubungan linier dari variabel bebas dan variabel tidak bebas ini dapat dirumuskan dalam fungsi regresi berikut:

$$Y = A + Bx \dots \dots \dots (2.32)$$

dimana:

A Konstanta A (*intercept*)

B Konstanta B (*slope*)

Konstanta A (*intercept*) dan konstanta B (*slope*) dapat dicari dengan persamaan-persamaan berikut:

$$A = \frac{(\sum Y_i) \cdot (\sum X_i^2) - (\sum X_i) \cdot (\sum X_i Y_i)}{N \cdot (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \dots \dots \dots (2.33)$$

$$B = \frac{N \cdot (\sum X_i Y_i) - (\sum X_i) \cdot (\sum Y_i)}{N \cdot (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \dots \dots \dots (2.34)$$

Penurunan persamaan *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood* ke dalam persamaan ($y = a + bx$):

Tabel 2.14: Penurunan Persamaan *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood* ke dalam Persamaan ($y = a + bx$):

No.	Model	y	x	a	b
1	<i>Greenshield</i>	Us	D	Uf	-(Uf/Dj)
2	<i>Greenberg</i>	Us	ln D	Um. ln Dj	-Um
3	<i>Underwood</i>	ln Us	D	ln Uf	-(1/Dm)

Sumber: Tamin, 1992