

## BAB 3

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Pengertian Transportasi

Pengertian transportasi yang dikemukakan oleh Nasution (1996) diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Sehingga dengan kegiatan tersebut maka terdapat tiga hal yaitu adanya muatan yang diangkut, tersedianya kendaraan sebagai alat angkut, dan terdapatnya jalan yang dapat dilalui. Proses pemindahan dari gerakan tempat asal, dimana kegiatan pengangkutan dimulai dan ke tempat tujuan dimana kegiatan diakhiri. Untuk itu dengan adanya pemindahan barang dan manusia tersebut, maka transportasi merupakan salah satu sektor yang dapat menunjang kegiatan ekonomi (*the promoting sector*) dan pemberi jasa (*the servicing sector*) bagi perkembangan ekonomi. Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan pengangkutan dimulai, ke tempat tujuan dimana kegiatan pengangkutan diakhiri. Transportasi menyebabkan nilai barang lebih tinggi di tempat tujuan daripada di tempat asal, dan nilai ini lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan untuk pengangkutannya. Transportasi dikatakan sebagai *derived demand* yaitu permintaan yang timbul akibat adanya permintaan adanya jasa lain

#### 3.2 Pengertian Jalan

Definisi jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalulintas, yang berada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel (UU No. 2 tahun 2022 tentang Jalan). Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalulintas umum, jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri. Bagian-bagian jalan meliputi ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, dan ruang pengawasan jalan :

- a. Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya.

- b. Ruang milik jalan meliputi ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu diluar ruang manfaat jalan.
- c. Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu diluar ruang milik jalan yang ada dibawah pengawasan penyelenggara jalan.

Jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Menurut peranan pelayanan jasa distribusi, sistem jaringan jalan sebagaimana diatur dalam UU. No.2 tahun 2022 pasal 7 tentang jalan, jalan terdiri dari :

a. Sistem Jaringan Jalan Umum

Sistem jaringan jalan umum, yaitu sistem jaringan Jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.

b. Sistem Jaringan Jalan Khusus

Sistem jaringan jalan khusus, yaitu sistem jaringan Jalan yang dibangun dan dipelihara untuk kepentingan sendiri oleh badan usaha milik negara, badan usaha milik daerah, badan usaha berbadan hukum maupun tidak berbadan hukum, perseorangan, kelompok masyarakat, dan/atau instansi Pemerintah Pusat dan/ atau Pemerintah Daerah selain Penyelenggara Jalan.

Menurut (Kementerian PUPR, 2012) tentang penetapan fungsi jalan dan status jalan. Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa sebagai berikut:

- a. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- b. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antaribukota/kota, dan jalan strategis provinsi,
- c. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten,

- d. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota,
- e. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

Sedangkan pengelompokan jalan berdasarkan fungsinya dapat digolongkan menjadi :

- a. Jalan arteri, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul dan pembagi dengan ciri-ciri merupakan perjalanan jarak dekat, dengan kecepatan rata-rata rendah dan jumlah masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dengan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Berdasarkan fungsinya sistem jaringan jalan primer dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Jalan arteri primer, yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.
- b. Jalan kolektor primer, yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.
- c. Jalan lokal primer, yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan persil atau kota di bawah jenjang ketiga dengan persil.

Berdasarkan fungsinya sistem jaringan jalan sekunder dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Jalan arteri sekunder, yaitu jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu

dengan kawasan sekunder kesatu atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

- b. Jalan kolektor sekunder, yaitu jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.
- c. Jalan lokal sekunder, yaitu jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dengan perumahan dan seterusnya

### **3.3 Tipe Jalan**

Di dalam PKJI 2014 tentang jalan perkotaan, menyebutkan tipe jalan ditentukan sebagai jumlah lajur dan arah pada suatu ruas jalan dimana masing – masing memiliki karakteristik geometrik jalan yang digunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas dan kapasitas jalan sebagai berikut:

- a. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah dengan lebar jalur sampai dengan 12 meter. Untuk jalan dua arah yang lebih lebar dari 12 meter, cara beroperasi jalan sesungguhnya selama kondisi arus tinggi harus diperhatikan sebagai dasar dalam pemilihan prosedur perhitungan untuk jalan dua lajur atau empat lajur tak terbagi. Keadaan dasar dari tipe ini yang digunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas dan kapasitas dicatat sebagai berikut :

- 1) Lebar jalur lalu lintas efektif 6 meter.
- 2) Lebar bahu efektif 1,5 meter pada masing-masing sisi (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor).
- 3) Tidak ada median.
- 4) Pemisahan arah lalu lintas 50 – 50.
- 5) Tipe alinyemen : Datar.
- 6) Guna lahan : Tidak ada pengembangan samping jalan.
- 7) Kelas hambatan samping : Rendah (L).
- 8) Kelas fungsional jalan : Jalan arteri.
- 9) Kelas jarak pandang : A.

b. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah tak terbagi dengan marka lajur untuk empat lajur dan lebar total jalur lalu lintas tak terbagi antara 12 dan 15 meter. Jalan standar dari tipe ini didefinisikan sebagai berikut :

- 1) Lebar jalur lalu lintas 14 meter.
- 2) Lebar efektif bahu 1,5 meter pada masing-masing sisi (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor).
- 3) Tidak ada median.
- 4) Pemisahan arah lalu lintas 50 – 50.
- 5) Tipe alinyemen : Datar.
- 6) Guna lahan : Tidak ada pengembangan samping jalan.
- 7) Kelas hambatan samping : Rendah (L).
- 8) Kelas fungsional jalan : Jalan arteri.
- 9) Kelas jarak pandang : A.

c. Jalan empat lajur dua arah terbagi (4/2 D)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah dengan dua jalur lalu lintas yang dipisahkan oleh median. Setiap jalur lalu lintas mempunyai dua lajur bermarka dengan lebar antara 3,0 – 3,75 meter. Jalan standar dari tipe ini didefinisikan sebagai berikut :

- 1) Lebar jalur lalu lintas 2 x 7,0 meter (tak termasuk median)
- 2) Lebar efektif bahu 2,0 meter diukur sebagai lebar bahu dalam + bahu luar untuk setiap jalur lalu lintas (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan lalu lintas).
- 3) Median.
- 4) Tipe alinyemen : Datar.
- 5) Guna lahan : Tidak ada pengembangan samping jalan.
- 6) Kelas hambatan samping : Rendah (L).
- 7) Kelas fungsional jalan : Jalan arteri.
- 8) Kelas jarak pandang : A.

d. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D)

Jalan enam lajur dua arah dengan karakteristik umum sama sebagaimana diuraikan untuk 4/2 D diatas.

### 3.4 Karakteristik Jalan

Jalan atau jalan raya atau daerah milik jalan (right of way) meliputi badan jalan, trotoar, drainase dan seluruh perlengkapan jalan yang terkait, seperti rambu lalu lintas, lampu penerangan dan lainnya. Segmen jalan, didefinisikan sebagai Panjang jalan yang tidak dipengaruhi oleh simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal dan memiliki karakteristik yang hampir sama panjang jalannya. Karakteristik suatu jalan akan sangat mempengaruhi kapasitas dan kinerja suatu jalan. Karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika jalan tersebut dibebani arus lalu lintas. Karakteristik jalan tersebut menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 antara lain :

a. Geometrik jalan

1) Tipe jalan

Berbagai tipe jalan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan tak terbagi, jalan satu arah. Tipe jalan ditunjukkan dengan potongan melintang jalan arah pada setiap segmen jalan (PKJI, 2014) . Tipe-tipe jalan dibagi menjadi empat bagian antara lain:

1. jalan dua lajur dua arah (2/2UD),
2. jalan empat lajur dua arah,
  - a. tak terbagi (tanpa median) (4/2UD)
  - b. terbagi (dengan median) (4/2D)
3. jalan 6 lajur dua arah terbagi (6/2D),
4. jalan satu arah (1-3/1).

b. Lajur lalu lintas

Menurut (Sukirman, 1994), lajur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas kendaraan. Besarnya lebar lajur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Kecepatan arus bebas dan kapasitas akan meningkat dengan bertambahnya lebar lajur lalu lintas dan jumlah lajur lalu lintas yang dibutuhkan sangat bergantung pada volume lalu lintas yang akan menggunakan jalan tersebut dan tingkat pelayanan jalan yang diharapkan.

- c. Lebar jalur lalu lintas
- d. Pertambahan lebar jalur lalu-lintas akan meningkatkan kecepatan arus bebas dan kapasitas jalan.
- e. Trotoar dan Kereb

Trotoar adalah bagian jalan yang disediakan untuk pejalan kaki yang biasanya sejajar dengan jalan dan dipisahkan dari jalur jalan oleh kerb. Kereb adalah penonjolan atau peninggian tepi perkerasan atau bahu jalan, yang dimaksudkan untuk keperluan-keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan, dan memberikan ketegasan tepi perkerasan. Kereb sebagai batas antara jalur lalu lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu.
- f. Bahu

Menurut (Sukirman, 1994), besarnya lebar bahu jalan ditentukan oleh beberapa faktor contohnya fungsi jalan, kegiatan disekitar jalan, ada atau tidaknya trotoar, biaya yang tersedia sehubungan dengan biaya untuk konstruksi.
- g. Median

Median adalah jalur yang terletak di tengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah. Median serta batas-batasnya harus terlihat oleh setiap mata pengemudi baik pada siang hari maupun malam hari serta segala cuaca dan keadaan.
- h. Arus dan komposisi lalu lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang terdapat dalam suatu ruang yang diukur dalam suatu interval waktu tertentu dan mencerminkan komposisi arus lalu lintas. Komposisi lalu lintas mempengaruhi hubungan kecepatan arus jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam, yaitu tergantung pada 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 arus lalu lintas.

i. Aktifitas samping jalan

Akibat aktifitas samping jalan atau disebut hambatan samping sering mengganggu kelancaran jalannya arus kendaraan dan besar pengaruhnya terhadap kinerja jalan. Penentuan kelas hambatan samping diperoleh dari jumlah berbobot kejadian per 300 meter/jam.

### **3.5 Kinerja Ruas Jalan**

Analisis kinerja ruas jalan dapat diartikan sebagai aktivitas pengamatan tentang pelayanan sistem pergerakan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014), kinerja ruas jalan disebut juga sebagai pelayanan jalan, secara umum dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bergerak, interupsi lalu lintas, kenyamanan, dan keselamatan. Pergerakan lalu lintas ini dapat diakibatkan oleh bangkitan lalu lintas baru, lalu lintas yang beralih, dan kendaraan keluar masuk dari dan atau ke lahan tersebut.

Kinerja ruas jalan adalah kemampuan dari suatu ruas jalan dalam melayani kebutuhan arus lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Pada umumnya penilaian suatu kinerja jalan dapat dilihat dari kapasitas, derajat kejenuhan (Dj), waktu perjalanan, tundaan dan antrian melalui suatu kajian mengenai kinerja ruas jalan. Tingkat pelayanan jalan dijadikan sebagai parameter kinerja ruas jalan. Ukuran kualitatif yang menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas dan persepsi pengemudi tentang kualitas berkendara dinyatakan dengan tingkat pelayanan ruas jalan. Berdasarkan PKJI 2014 fungsi jalan yaitu memberikan pelayanan transportasi yang aman dan nyaman. Parameter arus lalu lintas yang merupakan faktor penting dalam perencanaan lalu lintas adalah volume lalu lintas, kecepatan arus bebas, kapasitas derajat kejenuhan, kecepatan tempuh dan tingkat pelayanan.

### **3.6 Volume Lalu Lintas**

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan selama satu satuan waktu titik (kendr/ jam). Volume lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi satu sama lain pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Jenis arus lalu lintas terbagi atas arus tidak



terganggu (*un-interrupted flow*) dan arus terganggu (*interrupted flow*) (Ariadi et al., 2016). Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. Untuk persamaan 3.1 volume lalu lintas sebagai berikut :

$$Q = \frac{n}{t} \quad (3.1)$$

Keterangan:

Q = Volume Lalu Lintas (smp/jam)

n = Jumlah kendaraan (smp)

t = Waktu (Jam)

Jenis kendaraan dalam perhitungan ini diklasifikasikan dalam 3 macam kendaraan yaitu :

a. Kendaraan Ringan (*Light Vehicles* = LV)

Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda (mobil penumpang),

b. Kendaraan berat (*Heavy Vehicles* = HV)

Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4 (Bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar dan kombinasi yang sesuai),

c. Sepeda motor (*Motor Cycle* = MC)

Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 roda. Kendaraan tak bermotor (sepeda, becak dan kereta dorong), parkir pada badan jalan dan pejalan kaki anggap sebagai hambatan samping.

Satuan mobil penumpang (smp) adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp. Ekvivalen mobil penumpang (emp) adalah faktor yang menunjukkan pengaruh berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang mirip emp =1).

### 3.7 Kecepatan

Kecepatan dapat didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dengan menggunakan Pers. 3.2 berikut :

$$V = \frac{s}{t} \quad (3.2)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan (km/jam)  
s = Panjang Segmen (Km)  
t = Waktu Tempuh (Jam)

Menurut Hobbs (1995), kecepatan adalah lajur perjalanan yang biasanya dinyatakan dalam kilometer per jam (km/jam) dan umumnya dibagi menjadi tiga jenis:

- a. kecepatan setempat, yaitu kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari satuan tempat yang ditentukan,
- b. Kecepatan bergerak, yaitu kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak dan didapat dengan membagi panjang jalur dibagi dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut,
- c. Kecepatan perjalanan, yaitu kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat, dan merupakan jarak antara dua tempat yang dibagi dengan lama waktu bagi kendaraan tersebut.

### 3.8 Kepadatan

Kepadatan didefinisikan sebagai kondisi dimana terjadinya penumpukan kendaraan disuatu ruas jalan tertentu, hal ini bisa saja disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain jumlah kendaraan yang berada dalam ruas jalan tersebut.

$$D = \frac{Q}{V} \quad (3.3)$$

Keterangan:

- D = Kepadatan (smp/km)  
Q = Volume arus lalu lintas (smp/jam)  
V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

### 3.9 Hambatan Samping

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesai (PKJI) 2014, hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu lintas dari aktivitas samping segmen jalan, berikut bobot dari masing-masing tipe kejadian antara lain:

- a. PED (pedestrian) adalah pejalan kaki yang berjalan atau menyebrang sepanjang segmen jalan berbobot = 0,5.
- b. PSV (*Parking, Vehicle stops*) adalah angkutan umum dan kendaraan yang berhenti dan parkir berbobot = 1,0.
- c. EEV (*entry and exit vehicle*) adalah kendaraan masuk dan keluar dari lahan samping jalan berbobot = 0,7.
- d. SMV (*slow vehicle*) adalah kendaraan lambat misal becak, sepeda, kereta kuda dan lain-lain berbobot = 0,4.

Berikut tabel kriteria kelas hambatan samping berdasarkan nilai frekuensi kejadian dari kedua sisi yang sudah dikalikan dengan bobot masing-masing :

Tabel 3.1 Kriteria kelas hambatan samping

Kelas Hambatan Samping	Nilai Frekuensi Kejadian(kedua sisi) dikali bobot	Ciri-ciri Khusus
Sangat Rendah SR	<100	Daerah Permukiman, tersedia jalan lingkungan ( <i>frontage road</i> )
Rendah, R	100 - 299	Daerah Permukiman, ada beberapa angkutan umum (angkot)
Sedang, S	300 - 499	Daerah Industri, ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan
Tinggi, T	500- 899	Daerah Komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi
Sangat Tinggi, ST	>900	Daerah Komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan

(Sumber : PKJI, 2014)

### 3.10 Kecepatan Arus Bebas

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, nilai kecepatan arus bebas jenis kendaraan ringan ditetapkan sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan, nilai kecepatan arus bebas untuk kendaraan berat dan sepeda motor ditetapkan hanya sebagai referensi. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan biasanya 10- 15% lebih tinggi dari tipe kendaraan lainnya. Kecepatan arus bebas dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \quad (3.4)$$

Keterangan:

$V_B$  = Kecepatan arus bebas untuk KR (km/jam)

$V_{BD}$  = Kecepatan arus bebas dasar untuk KR

$V_{BL}$  = Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

$FV_{BHS}$  = Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping F

$FV_{BUK}$  = Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota

Berikut adalah beberapa tabel yang mendukung perhitungan kecepatan arus bebas dasar berdasarkan jenis kendaraan dan lebar jalur lalu lintas efektif menurut tipe jalan dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014.

Tabel 3.2 Kecepatan arus bebas dasar,  $V_{BD}$

Tipe Jalan	$V_{BD}$ (km/jam)			
	KR	KB	SM	Rata-rata semua kendaraan
6/2T atau 3/1	61	52	48	57
4/2T atau 2/1	57	50	47	55
2/2TT	44	40	40	42

(Sumber : PKJI, 2014)

Tabel 3.3 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif,  $V_{BL}$

Tipe Jalan	Lebar jalur Lalu-lintas efektif (Le)(m)	$V_{BL}$
4/2 T atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3.00	-4
	3.25	-2
	3.50	0

Tipe Jalan	Lebar jalur Lalu-lintas efektif (Le)(m)	V <sub>BL</sub>
	3.75	2
	4.00	4
2/2 TT	Per jalur	
	5.0	-9,50
	6.0	-3
	7.0	0
	8.0	3
	9.0	4
	10.0	6
	11.0	7

(Sumber : PKJI, 2014)

Tabel 3.4 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping,  $FV_{BHS}$ , untuk jalan berbahu dengan lebar efektif  $L_{BE}$

Tipe jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		$L_{Be} (m)$			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
4/2T	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
2/2TT	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Atau Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
Jalan satu-arah	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 : PKJI, 2014)

Tabel 3.5 Faktor penyesuaian arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan berkereb dengan jarak kereb ke penghalang terdekat  $L_{K.p}$

Tipe jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		$L_{K.p} (m)$			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
4/2T	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
2/2TT 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 : PKJI, 2014)

Tabel 3.6 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan,  $FV_{UK}$

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota, $FV_{UK}$
< 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 : PKJI, 2014)

### 3.11 Kapasitas Jalan

Menurut Hendarto (2001), kapasitas jalan merupakan suatu ukuran kuantitas dan kualitas yang mengijinkan evaluasi kecukupan dan kualitas pelayanan kendaraan dengan fasilitas jalan yang ada. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan adalah jika jalan dalam kondisi ideal, jalan tersebut dapat menampung volume maksimalnya. Namun apabila kondisi dan lalu lintas suatu jalan kurang ideal, maka kapasitas jalan harus disesuaikan dengan berbagai faktor yang berpengaruh. Kapasitas adalah arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada ruas jalan pada keadaan tertentu (geometri, komposisi, dan distribusi lalu lintas, faktor lingkungan). Besarnya kapasitas suatu ruas jalan dapat dihitung dari Pers.3.5 berikut :

$$C = C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (3.5)$$

Keterangan:

$C$  = Kapasitas (smp/ jam)

$C_o$  = Kapasitas dasar untuk kondisi tertentu (ideal) (smp/ jam)

$FC_{LJ}$  = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

$FC_{PA}$  = Faktor penyesuaian pemisah arah

$FC_{HS}$  = Faktor penyesuaian hambatan samping

$FC_{UK}$  = Faktor penyesuaian ukuran kota

Besarnya nilai  $C_o$ ,  $FC_{LJ}$ ,  $FC_{PA}$ ,  $FC_{HS}$  dan  $FC_{UK}$  dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.7 Kapasitas dasar ( $C_o$ ) jalan perkotaan

Tipe Jalan	$C_o$	Catatan
4/2 T atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2 T	2900	Per lajur (dua arah)

(Sumber : PKJI, 2014)

Tabel 3.8 Faktor penyesuaian kapasitas ( $FC_{LJ}$ ) akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas

Tipe Jalan	Lebar jalur Lalu-lintas efektif ( $W_c$ )(m)	$FC_{LJ}$
4/2 T 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
2/2 TT	Total dua arah	
	5.0	0.56
	6.0	0.87
	7.0	1.0
	8.0	1.14
	9.0	1.25
	10.0	1.29
	11.0	1.34

(Sumber : PKJI, 2014)

Tabel 3.9 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah lalu-lintas ( $FC_{PA}$ )

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
$FC_{PA}$	2/2TT	1,00	0.97	0.94	0.91	0.88

(Sumber : PKJI, 2014)

Tabel 3.10 Faktor penyesuaian kapasitas ( $FC_{HS}$ ) untuk pengaruh hambatan dan lebar bahu

Tipe jalan	KHS	$FC_{HS}$			
		Lebar bahu efektif $L_{Be}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2TT atau Jalan satu arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber : PKJI, 2014)

Tabel 3.11 Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan

Tipe jalan	KHS	$FC_{HS}$			
		Jarak: kereb ke penghalang terdekat $L_{KP}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	SR	0,95	0,97	0,99	1,01
	R	0,94	0,96	0,98	1,00
	S	0,91	0,93	0,95	0,98
	T	0,86	0,89	0,92	0,95
	ST	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2TT atau Jalan satu arah	SR	0,93	0,95	0,97	0,99
	R	0,90	0,92	0,95	0,97
	S	0,86	0,88	0,91	0,94
	T	0,78	0,81	0,84	0,88
	ST	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber : PKJI, 2014)

Tabel 3.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh ukuran kota ( $FC_{UK}$ )

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota, $FC_{UK}$
< 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 : PKJI, 2014)

### 3.12 Derajat Kejenuhan (Dj)

Bagi PKJI (2014), derajat kejenuhan merupakan ukuran utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai DJ menunjukkan kualitas kinerja arus lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang



mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh yaitu kondisi arus yang lengang dimana kehadiran kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan yang lainnya. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan kondisi arus pada kondisi kapasitas, kepadatan arus sedang dengan kecepatan arus tertentu yang dapat dipertahankan selama paling tidak satu jam. Pers.3.6 dasar untuk menentukan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut :

$$D_s = \frac{Q}{C} \quad (3.6)$$

Keterangan:

$D_s$  = Derajat Kejenuhan

$Q$  = Volume Lalu Lintas (smp/jam)

$C$  = Kapasitas (smp/Jam)

### 3.13 Tingkatan Pelayanan Jalan

Indikator Tingkat Pelayanan (ITP) pada suatu ruas jalan menunjukkan kondisi secara keseluruhan ruas jalan tersebut. Tingkat Pelayanan ditentukan berdasarkan nilai kuantitatif seperti NVK (nisbah volume per kapasitas), kecepatan perjalanan, dan faktor lain yang ditentukan berdasarkan nilai kualitatif seperti kebebasan pengemudi serta keyamanan. Kecepatan atau waktu perjalanan merupakan sesuatu yang penting untuk pemakai sistem transportasi. Tingkatan pelayanan di kategorikan dari yang terbaik (A) hingga yang terburuk( tingkatan pelayanan F) sebagai berikut :

Tabel 3.13 Tingkatan pelayanan jalan

Tingkat Pelayanan	Rasio Q/C	Karakteristik
A	0 - 0,20	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan
B	0,20 – 0,44	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu-lintas, pengemudi masih dapat memilih kecepatannya
C	0,45 – 0,74	Arus stabil, kecepatan dapat dikontrol oleh lalu-lintas
D	0,74 – 0,84	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah
E	0,85 – 1,00	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas

F	>1,00	Arus yang terlambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan yang cukup lama
---	-------	--

(Sumber : PKJI, 2014)

### 3.14 Hubungan matematis volume, kecepatan dan kepadatan

Hubungan matematis antara kecepatan, volume, dan kepadatan dapat dinyatakan dengan Pers. 3.7 berikut:

$$Q = D \times V \quad (3.7)$$

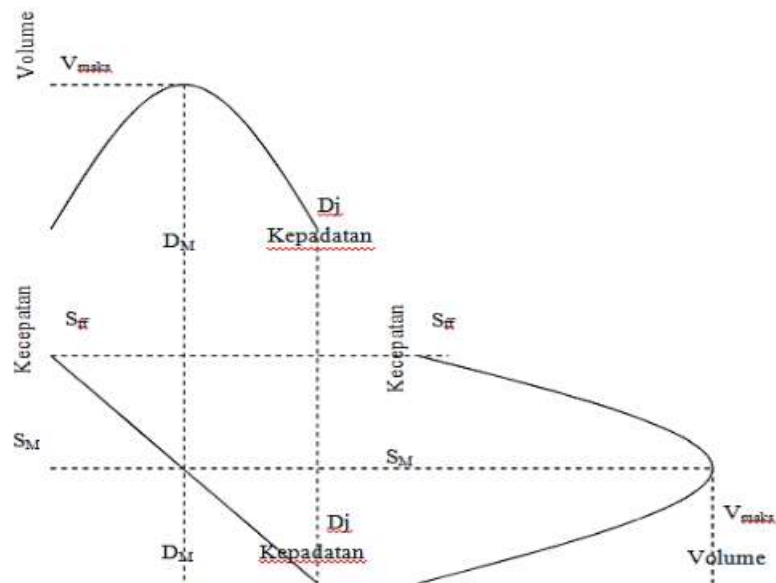
Keterangan:

Q = Volume lalu lintas (smp/km)

D = Kepadatan lalu lintas (smp/jam)

V = Kecepatan kendaraan (km/Jam)

Hubungan tersebut dapat juga dijelaskan dengan menggunakan Gambar 3.1 yang memperlihatkan bentuk umum hubungan matematis antara Kecepatan- Kepadatan (V-D), Arus- Kepadatan (Q-D) dan Arus-Kecepatan (Q-V). (Saputra, et al., 2021).



**Gambar 3.1** Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan  
(Sumber : modul 1. Konsep dasar lalu lintas)

Keterangan :

VM = kapasitas atau arus maksimum (smp/jam)

SM = kecepatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (km/jam)

DM = kepadatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (smp/jam)

$S_{ff}$  = kecepatan pada kondisi arus lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam).

$D_j$  = kepadatan pada kondisi volume macet total (smp/km)

a. Hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan

monoton ke bawah yang menyatakan bahwa apabila kepadatan lalu lintas meningkat, maka kecepatan akan menurun. Arus lalu lintas akan menjadi 0 (nol) apabila kepadatan sangat tinggi sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan kendaraan untuk bergerak lagi. Kondisi seperti ini dikenal dengan kondisi macet total ( $D=D_j$ ). Pada Kondisi kepadatan 0 (nol), tidak terdapat kendaraan diruas jalan sehingga arus lalu lintas juga 0 (nol). Selain itu, pada kondisi kepadatan 0 (nol), kendaraan bebas memilih kecepatannya sesuai dengan kondisi ruas jalan yang ada yang dikenal dengan kecepatan arus bebas ( $S_{ff}$ ). (Gamran, R., 2015).

b. Hubungan matematis antara volume dan kepadatan

Apabila kepadatan meningkat dari 0 (nol), maka kecepatan akan menurun sedangkan volume lalu lintas akan meningkat. Apabila kepadatan terus meningkat, maka akan dicapai suatu kondisi dimana peningkatan kepadatan tidak meningkatkan volume lalu lintas, maka sebaliknya akan menurunkan volume lalu lintas. Titik maksimum volume lalu lintas tersebut dinyatakan sebagai kapasitas arus ( $V_m$ ). (Florentinus et al., 2021)

c. Hubungan matematis antara volume dan kecepatan

Apabila Kecepatan menurun dari kecepatan arus bebas ( $S_{ff}$ ), maka kepadatan akan meningkat dan volume lalu lintas akan meningkat. Apabila kecepatan terus menurun, maka akan dicapai suatu kondisi ketika penurunan kecepatan tidak akan meningkatkan volume lalu lintas, malah sebaliknya akan menurunkan volume lalu lintas. Titik maksimum volume lalu lintas tersebut dinyatakan sebagai kapasitas arus.

### **3.15 Metode *Greenshield***

Metode *greenshield* ini adalah model paling awal yang tercatat, dalam usaha mengamati karakteristik arus lalu lintas di jalan raya. Pada Tahun 1935, *greenshield* mengadakan studi pada jalur jalan di luar kota Ohio. *Greenshields* mendapat hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier.

Berdasarkan penelitian penelitian selanjutnya terdapat hubungan yang erat antara model linier dengan keadaan data di lapangan. Hubungan linier 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 rumus yang dapat dilihat pada Pers.3.8 berikut :

$$V_s = V_f - \frac{V_f}{D_j} \cdot D \quad (3.8)$$

Keterangan:

$V_s$  = Kecepatan rata-rata dalam keadaan arus lalu lintas padat (km/jam)

$V_f$  = Kecepatan rata-rata dalam keadaan arus lalu lintas bebas (km/jam)

$D_j$  = Kepadatan jenuh (smp/km)

$D$  = Kepadatan (smp/km)

Untuk mendapatkan nilai konstanta  $V_f$  dan  $D_j$ , maka Pers. 3.8 di atas dapat diubah menjadi persamaan linier (Yuliara, I, 2016), yaitu pada Pers. 3.9 :

$$Y = a + b \cdot x \quad (3.9)$$

Misalnya :  $y = V_s$  ;  $a = V_f$  ;  $b = - (V_f/D_j)$  ; dan  $x = D$

Untuk menentukan nilai konstanta  $a$  dan koefisien regresi ( $b$ ), digunakan persamaan 3.10 berikut:

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3.10)$$

Hubungan Volume dan Kecepatan dengan bentuk pada persamaan 3.11 sebagai berikut:

$$Q = D_j \cdot V_s - \frac{D_j}{V_f} V_s^2 \quad (3.11)$$

Dari persamaan berikut didapatkan hubungan Volume-Kepadatan pada Pers.3.12 sebagai berikut :

$$Q = V_f \cdot D - \frac{V_f}{D_j} D^2 \quad (3.12)$$

Sehingga:

Untuk volume maksimum ( $Q_{max}$ ) untuk model *greenshield* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_{max} = \frac{D_j \cdot V_f}{4}$$

Untuk mendapatkan kepadatan apabila arus lalu lintas maksimum ( $D_m$ ) terdapat pada Pers. 3.13

$$\frac{dQ}{dD} = V_f - \left(2 \times \frac{V_f}{D_j} \cdot D\right) = 0 \quad \sim \text{Untuk Nilai Maksimum} \quad (3.13)$$

$$D_m = \frac{1}{2} D_j$$

Untuk memperoleh kecepatan apabila arus lalu lintas maksimum ( $V_m$ ) terdapat pada Pers. 3.14

$$\frac{dQ}{dV_s} = D_j - \left(2 \times \frac{D_j}{V_f} \cdot V_s\right) = 0 \quad (3.14)$$

$$V_m = \frac{1}{2} V_f$$

Kelebihan dari metode *greenshield* dibandingkan dengan metode lainnya yaitu dapat diketahui kecepatan pada arus bebas ( $S_f$ ) dan kepadatan saat macet ( $D_j$ ). Sedangkan untuk metode *Greenberg* tidak dapat mengetahui kecepatan pada arus bebas ( $S_f$ ) dan metode *underwood* tidak dapat mengetahui kepadatan saat macet ( $D_j$ ) (Lubis et al., 2016).