

BAB II

LANDASAN TEORI

1.1 Lalu lintas

1.1.1 Pengertian Lalu Lintas

Lalu lintas merupakan sistem yang terbentuk dari elemen-elemen kunci, pertama-tama adalah sistem head way, yang mengacu pada interval waktu antara kedua kendaraan yang berurutan saat melewati titik tertentu di jalan. Sistem ini melibatkan beragam infrastruktur dan sarana transportasi, seperti jaringan jalan, fasilitas tambahan, transportasi umum, kendaraan pribadi, dan berbagai jenis kendaraan lainnya yang bertujuan untuk mengangkut orang atau barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya dengan jarak tertentu.

1.1.2 Kemacetan Lalu Lintas

Kemacetan terjadi ketika jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan sehingga menimbulkan kemacetan bahkan terhentinya lalu lintas. Fenomena ini sering terjadi di kota-kota besar, terutama di wilayah yang tidak memiliki sistem transportasi umum yang memadai atau dimana kebutuhan jalan tidak seimbang dengan kepadatan penduduk.

Kemacetan lalu lintas dapat diamati dari penurunan tingkat pelayanan jalan, di mana kecepatan operasi menurun secara signifikan karena adanya hambatan, dan ruang gerak relatif menjadi terbatas. Ketika volume lalu lintas melebihi kapasitas maksimal, situasi tersebut menjadi tidak stabil, menyebabkan penumpukan lalu lintas yang parah yang dikenal sebagai kemacetan.

Untuk ruas jalan perkotaan, apabila perbandingan volume kapasitas menunjukkan angka di atas 0,80 sudah dikategorikan tidak ideal lagi yang secara fisik di lapangan dijumpai dalam bentuk permasalahan kemacetan lalu lintas (Tamin, 2000). Kemacetan merupakan kondisi di mana arus lalu lintas di jalan menurun dalam kelancarannya, yang sangat berpengaruh bagi semua pengguna jalan, baik itu yang menggunakan transportasi transportasi umum dan pribadi. Hal ini menimbulkan ketidaknyamanan dan tambahan waktu tempuh bagi pengguna jalan.

1.2 Volume Lalu lintas

Volume lalu lintas adalah faktor kunci dalam teknik lalu lintas, mendasari proses perhitungan terkait jumlah pergerakan dalam satuan waktu di lokasi tertentu. Perhitungan tersebut dapat mencakup berbagai jenis moda transportasi, seperti pejalan kaki, kendaraan pribadi, bus, truk, atau kombinasi dari berbagai jenis moda.

Dimana besarnya volume lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.1) dan Persamaan (2.2) sebagai berikut :

$$V \text{ (kend/jam)} = LV + HV + MC \dots\dots\dots (2.1)$$

$$V \text{ (smp/jam)} = (LV \times emp) + (HV \times emp) + (MC \times emp) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

V = Volume lalu lintas

LV = Mobil ringan. Kendaraan bermotor roda dua dan roda empat dengan jarak pusat 2,0 hingga 3,0 (termasuk mobil penumpang, minibus, minivan, dan minivan)

HV = Kendaraan berat. Kendaraan bermotor roda 4 (termasuk bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar dan truk campuran)

MC = Sepeda motor. Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3)

Nilai ekivalensi mobil penumpang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1. Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (MKJI,1997:5-38)

Jenis jalan	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	Emp		
		KB	SM	
Jalan tak terbagi		KB	Lebar Jalan <i>W_{Ce}</i> (m)	
			≤ 6	> 6
Dua jalur tak terbagi (2/2)	0	1,3	0,5	0,40
UD)	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat-lajur tak terbagi (4/2UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber:MKJI, 1997

1.3 Kecepatan arus bebas

Kecepatan arus bebas (FV) adalah kecepatan yang diukur pada kondisi arus nol, yakni kecepatan yang akan diambil oleh pengemudi saat mengemudi kendaraan bermotor tanpa adanya pengaruh dari kendaraan bermotor lain.

Berdasarkan MKJI (1997) untuk kecepatan arus bebas di pakai Pers 2.3.

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{sf} \times FFV_{cs} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

- FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam).
- FV₀ = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati(km/jam).
- FV_w = Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam).
- FFV_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu.
- FFV_{cs} = Faktor penyesuaian untuk ukuran kota.

1.3.1 Kecepatan arus bebas (FV)

Merupakan kecepatan yang diukur pada kondisi arus nol, yakni kecepatan yang akan diperoleh pengemudi ketika mengemudikan kendaraan bermotor tanpa adanya pengaruh dari kendaraan bermotor lain di jalan.

1.3.2 Kecepatan arus bebas dasar (FV₀)

Kecepatan arus bebas merupakan bagian dari jalan dalam kondisi tertentu, termasuk geometri, pola arus, dan faktor lingkungan, diukur dengan kilometer per jam. Penetapan kecepatan arus bebas (FV₀) untuk jalur perkotaan dapat ditemukan dalam Tabel 2.2."

Tabel 2.2 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 jalur satu arah	57	50	47	53

Empat-lajur tak terbagi (4/2 D)	53	46	43	51
Dua-lajur tak terbagi	44	40	40	42

Sumber:MKJI, 1997

1.3.3 Kecepatan untuk lebar jalur lalu lintas (FVw)

Kecepatan pada lebar lalu lintas merupakan penyesuaian terhadap kecepatan arus bebas dasar, yang didasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_c). Jenis jalan yang digunakan untuk menentukan nilai kecepatan pada lebar jalur lalu lintas adalah empat jalur tak terbagi atau satu arah. Penyesuaian untuk memperhitungkan pengaruh lebar jalur lalu lintas (FVw) dapat ditemukan dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Penyesuaian untuk 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	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
Empat-lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4

Dua-lajur tak terbagi	Total	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
11	7	

Sumber:MKJI, 1997

1.3.4 Faktor – faktor penyesuaian kecepatan akibat lebar bahu (FFVsf)

Menurut MKJI 1997 faktor penyesuaian hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor - faktor penyesuaian akibat lebar bahu.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata rata W_s (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5m	≥ 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 4/2 UD	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:MKJI, 1997

1.3.5 Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota (FFVcs)

Faktor penyesuaian yang memperhitungkan pengaruh ukuran kota terhadap kecepatan lalu lintas bebas dipengaruhi oleh lajur atau lebar lajur, arah lalu lintas, dan hambatan lateral. Untuk wilayah perkotaan atau non-perkotaan, faktor penyesuaian dengan mempertimbangkan ukuran kota ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota (FFVcs).

Ukuran kota (juta 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:MKJI, 1997

1.4 Karakteristik parkir

Parkir adalah ketika kendaraan berhenti untuk sementara tanpa pengemudi meninggalkan kendaraan, sementara berhenti merupakan kondisi di mana kendaraan berhenti untuk sementara dengan pengemudi tetap berada di dalamnya. Fasilitas parkir biasanya terdapat pada perkantoran, sekolah, tempat perbelanjaan, tempat rekreasi dan tempat umum lainnya. Kal ini diatur dalam PP No. 43 tahun 1993.

Karakteristik parkir merupakan suatu sifat-sifat dasar yang dapat memberikan penilaian terhadap pelayanan parkir dan permasalahan parkir yang terjadi pada daerah studi (Hobbs, 1995). Berdasarkan hasil dari karakteristik parkir ini, akan dapat diketahui kondisi parkir yang terjadi pada daerah studi yang meliputi volume parkir, akumulasi parkir, tingkat pergantian parkir, penyediaan ruang parkir, dan indeks parkir.(Iii, 2013)

1.4.1 Akumulasi parkir

Akumulasi parkir memberikan informasi untuk mengetahui jumlah kendaraan yang terdapat dalam suatu lahan parkir pada periode waktu tertentu. Akumulasi parkir dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.9.

$$\text{Akumulasi} = X + E_i - E_x \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

X = jumlah kendaraan yang ada sebelumnya.

- Ei = jumlah kendaraan yang masuk pada lokasi parkir (*entry*)
- Ex = jumlah kendaraan yang keluar pada lokasi parkir (*exit*)

1.4.2 Volume parkir

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada suatu lokasi tertentu dalam satuan waktu tertentu. Arus lalu lintas biasanya diukur dalam kendaraan per hari, satuan mobil penumpang perjam (smp/jam) dan kendaraan per menit. Banyaknya tempat parkir dapat dihitung dengan menghitung jumlah kendaraan yang menggunakan tempat parkir dalam jangka waktu tertentu.

Perhitungan volume parkir dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.10.

$$\text{Volume parkir} = E_i + X \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

- Ei = jumlah kendaraan yang masuk pada lokasi parkir (*entry*)
- X = jumlah kendaraan yang ada sebelumnya

1.4.3 Indeks parkir

Indeks parkir adalah perbandingan antara akumulasi parkir dengan kapasitas parkir yang tersedia yang dinyatakan dalam persen. indeks parkir juga dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.11.

$$\text{Indeks Parkir} = (\text{Akumulasi Parkir}) / (\text{Ruang Parkir Tersedia}) \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Sebagai pedoman besaran nilai IP adalah:

Nilai IP > 1 artinya kebutuhan parkir melebihi daya tampung / jumlah petak parkir.

Nilai IP < 1 artinya kebutuhan parkir dibawah daya tampung / jumlah petak parkir.

Nilai IP = 1 artinya kebutuhan parkir seimbang dengan daya tampung /jumlahpetak parkir.

1.4.4 Tingkat pergantian parkir (*turn over*)

Tingkat pergantian parkir (*Parking Turn Over*) menunjukkan penggunaan ruang parkir dan diperoleh dengan membagi volume dengan jumlah petak yang ada pada waktu tertentu. Tingkat pergantian parkir dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.12.

$$\text{Turn over} = \frac{\text{volume parkir}}{\text{ruang parkir tersedia}} \dots\dots\dots(2.12)$$

1.4.5 Satuan ruang parkir

Satuan ruang Parkir (SRP) adalah ukuran efektif ruang parkir (seperti jarak bebas dan lebar bukaan pintu) untuk kendaraan (mobil, bus/truk, sepeda motor). Satuan ruang parkir merupakan indikasi ruang yang dibutuhkan untuk memarkir kendaraan dengan nyaman dan aman, dan dilakukan upaya untuk membuat ruang tersebut seefisien mungkin..

Dimensi kendaraan dan perilaku pengguna kendaraan harus dipertimbangkan ketika merencanakan pilihan parkir. Informasi rinci mengenai penentuan unit parkir disajikan pada Tabel 2.7 mengenai dimensi unit parkir, lebar lorong yang dibutuhkan, dan konfigurasi parkir.

Tabel 2.7 Penentuan satuan ruang parkir

No	Kendaraan	Satuan ruang parkir (m ²)
1	a. Mobil penumpang golongan I	2,30 x 5,00
	b. Mobil penumpang golongan II	2,50 x 5,00
	c. Mobil penumpang golongan III	3,00 x 5,00
2	Bus / truck	3,40 x 12,50
3	Sepeda motor	0,75 x 2,00

Sumber : Departemen perhubungan (1996)

1.4.6 Durasi parkir

Durasi parkir adalah rentang waktu (lama waktu) kendaraan yang diparkir pada tempat tertentu (Ridwan, 2021). Durasi parkir dapat dihitung dengan pers 2.14.

$$\text{Durasi} = \text{Extime} - \text{Entime} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

Extime = waktu saat kendaraan keluar dari lokasi parkir.

Entime = waktu saat kendaraan masuk ke lokasi parkir.

1.5 Kapasitas ruas jalan

Kapasitas suatu ruas jalan didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu ruas jalan dalam satu arah secara merata, baik pada jalan dua lajur pada setiap arah, pada jalan dua lajur dengan median lajur, atau dalam dua arah secara total. jalan dua lajur. Jalan lajur tanpa pusat holding untuk jangka waktu tertentu, dengan memperhatikan kondisi jalan dan lalu lintas masing-masing.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), memberikan metoda untuk memperkirakan kapasitas jalan di Indonesia dengan Pers. 2.15.

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam).

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam).

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas.

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisah arah.

FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping.

FC_{cs} = Faktor penyesuaian untuk ukuran kota.(Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

Tabel 2.8 Kapasitas dasar jalan perkotaan (C₀).

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat Lajur Terbagi atau Jalan Satu Arah	1650	PerLajur
Empat Lajur Tak Terbagi	1500	PerLajur
Dua Lajur Tak Terbagi	2900	Total Dua Arah

Sumber:MKJI, 1997

Tabel 2.9 Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas (FC_w)

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W _e) m	FC _w (km/jam)
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	4,00	1,08
	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	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber:MKJI, 1997

1.6 Hambatan samping

Berdasarkan MKJI 1997, Hambatan samping mengacu pada dampak aktivitas pinggir jalan terhadap kinerja lalu lintas. Meningkatnya aktivitas pinggir jalan mungkin disebabkan oleh pertumbuhan dan perkembangan aktivitas penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya di perkotaan.

Tabel 2.10 Efisiensi hambatan samping.

Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan kaki	PED	0,5
Kendaraan umum dan kendaraan berhenti	PSV	1,0
Kendaraan masuk dan keluar dari sisi jalan	EEV	0,7
Kendaraan lambat	SMV	0,4

Sumber:MKJI, 1997

Dalam menentukan nilai kelas hambatan sampai digunakan Pers. 2.16:

$$SCF = PED + PSV + EEV + SMV \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

SCF = Kelas hambatan samping.

PED = Frekwensi pejalan kaki.

PSV = Frekwensi bobot kendaraan parkir.

EEV = Frekwensi bobot kendaraan masuk dan keluar sisi jalan.

SMV = Frekwensi bobot kendaraan lambat.

Tabel 2.11 Faktor penentuan kelas hambatan samping

Frekwensi Berbobot Kejadian	Kondisi Khusus	Kelas Hambatan Samping	
<100	Pemukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat Rendah	VL
100-299	Pemukiman, beberapa angkutan umum, dll	Rendah	L
300-499	Daerah industri dgn toko-toko	di sisi jalan Sedang	M
500-899	Daerah niaga dgn aktifitas sisi jalan yg tinggi	Tinggi	H
>900	Daerah niaga dgn aktifitas pasar di sisi jalan	Sangat Tinggi	VH

Sumber:MKJI, 1997

Tabel 2.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FCsf)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FCsf			
		Lebar bahu efektif rata rata Ws (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5m	≥ 2 m
Empat-lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat-lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	0,96	0,99	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	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	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber:MKJI, 1997

Tabel 2.13 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FCsp)

Pemisahan Arah SP%-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua Lajur2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat Lajur4/2	1.00	0.985	0.97	0.955	0.94

Sumber:MKJI, 1997

Keterangan : Untuk jalan terbagi dan jalan satu arah, faktor penyesuaian kapasitas tidak dapat diterapkan dan nilai nya 1,0

Tabel 2.14 Faktor penyesuaian kapasitas untuk 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:MKJI, 1997

1.7 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS didefinisikan sebagai perbandingan arus lalu lintas dan volume lalu lintas dan berfungsi sebagai aspek kunci dalam mengevaluasi tingkat kinerja suatu persimpangan atau ruas jalan.

Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah:

$$DS = \frac{V}{C} \dots\dots\dots(2.17)$$

dengan :

DS = Derajat kejenuhan

V = Volume Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

1.8 Tingkat pelayanan jalan (*level of service*)

Tingkat pelayanan jalan mengacu pada sejauh mana jalan dapat menjalankan fungsinya. Oleh karena itu, tingkat pelayanan digunakan sebagai indikator kinerja jalan. Tingkat pelayanan merupakan parameter kualitatif yang menggambarkan situasi lalu lintas pada suatu ruas jalan. Sederhananya, tingkat pelayanan jalan merupakan indikator kualitas pelayanan suatu jalan pada situasi tertentu.

Informasi nilai tingkat pengoperasian jalan dapat dilihat pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15 Nilai tingkat pelayanan

Tingkat Pelayanan	D=V/C	Kecepatan Ideal (km/jam)	Kondisi/Keadaan Lalu Lintas
A	<0.04	>60	Lalu lintas lengang, kecepatan bebas
B	0.04-0.24	50-60	Lalu lintas agak ramai, kecepatan menurun
C	0.25-0.54	40-50	Lalu lintas ramai, kecepatan terbatas
D	0.55-0.80	35-40	Lalu lintas jenuh, kecepatan mulai rendah
E	0.81-1.00	30-35	Lalu lintas mulai macet, kecepatan rendah
F	>1.00	<30	Lalu lintas macet, kecepatan rendah sekali

Sumber:MKJI, 1999