

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Arus Lalu Lintas**

Menurut (Oglesby C. H & Hicks R. G, 1998), Pengemudi dan kendaraan dapat menciptakan arus lalu lintas sehingga menjadi interaksi kedua unsur dengan jalan dan lingkungan. Arus lalu lintas yang melintasi kendaraan tidak berjalan lancar, hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan persepsi dan keterampilan pengemudi itu sendiri. Secara umum perbedaan tersebut dipengaruhi dengan kebiasaan pengemudi itu sendiri serta kekhasan wilayah daerah tersebut.

Definisi arus lalu lintas secara konsep berdasarkan jumlah atau banyaknya dalam angka tentunya dibutuhkan parameter-parameter sebagai gambaran karakteristiknya. Parameter tersebut harus didefinisikan serta Diukur oleh insinyur lalu lintas yang menganalisis, mengevaluasi dan memulihkan kondisi lalu lintas sesuai dengan parameter dan pengetahuan penulis. (Oglesby C.H dan Hicks R.G, 1998), Berdasarkan pengamatan, sifat pola pergerakan lalu lintas terdiri dari beberapa faktor lalu lintas: volume lalu lintas (Q), kecepatan (Us), dan kepadatan (D). Sangat penting untuk mengetahui dan mempelajari karakteristik arus lalu lintas ini. Hal ini penting karena analisis arus lalu lintas mutlak diperlukan pada kondisi tertentu.

Persamaan secara matematis antara volume, kecepatan dan massa jenis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = U_s \times D \dots\dots\dots (Pers. 2.1)$$

Dimana :

- Q = Volume (kend/jam)
- Us = kecepatan (km/jam)
- D = kepadatan (kend/jam)

### 2.1.1 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang jalan. Data penghitungan volume lalu lintas merupakan informasi yang diperlukan dalam tahap perhitungan, perencanaan, pengelolaan dan penggunaan jalan (Sukirman 1994). Volume lalu lintas menunjukkan banyaknya kendaraan yang melewati titik pengamatan dalam satuan waktu (jantung, jam, menit). Dalam menentukan jumlah atau lebar lajur, rata-rata lalu lintas harian, volume, jadwal jam dan kapasitas umumnya digunakan sebagai satuan volume lalu lintas (Sukirman 1994).

Dalam pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), “kendaraan” adalah unsur angkutan beroda yang dapat digolongkan menjadi empat jenis, yaitu:

- 1) LV atau kendaraan ringan adalah kendaraan bermotor berporos dua, beroda 4, dan jarak sumbu roda 2,0 s/d 3,0 meter (meliputi: mobil penumpang, pick up, minibus, pick up, dan truk ringan menurut sistem klasifikasi Bina Marga)
- 2) Truk Berat atau Truk Berat adalah kendaraan bermotor yang rodanya lebih dari 4 (meliputi: bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar dan truk gabungan menurut sistem klasifikasi Bina Marga)
- 3) MC atau Sepeda Motor adalah kendaraan bermotor roda 2 atau 3 (termasuk: sepeda motor dan kendaraan roda 3 menurut klasifikasi Bina Marga)
- 4) UM atau kendaraan tidak bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau hewan (termasuk sepeda, sepeda, kereta kuda, dan gerobak menurut sistem klasifikasi Bina Marga), kendaraan tidak bermotor yang bertabrakan. disertakan sebagai peristiwa terpisah di sisi faktor hambatan.

Data jumlah kendaraan setiap kendaraan kemudian dihitung dalam satuan kendaraan per jam, dan untuk setiap kendaraan terdapat faktor koreksi yaitu: LV = 1,0; HV = 1,3; MC = 0,40.

Total volume lalu lintas per unit per jam adalah:

$$Q_{smp} = (emp_{LV} \times LV + emp_{MC} \times MC + emp_{HV} \times HV) \dots \dots \dots \text{(Pers. 2.2)}$$

Keterangan :

$Q$  = Volume kendaraan bermotor (smp/jam)

$emp_{LV}$  = Nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan

- EmpHV* = Nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat
- EmpMC* = Nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor
- LV* = Notasi untuk kendaraan ringan
- HV* = Notasi untuk kendaraan berat
- MC* = Notasi untuk sepeda motor

**Tabel 2.1** Keterangan Nilai SMP (Satuan Mobil Penumpang)

Jenis Kendaraan	Nilai Satuan Mobil Penumpang (smp/jam)
Kendaraan Berat (HV)	1,3
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Sepeda Motor (MC)	0,4

Sumber: MKJI (1997)

### 2.1.2 Kecepatan Lalu Lintas

Menurut (Gandasaputra 2010), Kecepatan merupakan jarak yang ditempuh kendaraan per satuan waktu. Satuan yang digunakan adalah km/jam atau m/det. Kecepatan dapat berubah-ubah tergantung tempat, waktu, geometri jalan, kondisi pengemudi, jenis kendaraan, maupun cuaca disekitar jalan tersebut. Rumus umum menurut (Gandasaputra 2010) sebagai berikut:

$$U = \frac{x}{t} \dots\dots\dots \text{(Pers. 2.3)}$$

Dimana :

U = kecepatan (km/jam), (m/det)

x = jarak yang di tempuh (km), (m)

t = waktu tempuh kendaraan (jam), (detik)

Menurut (FHWA, 1998). Dalam kondisi arus bebas (*free flow*), waktu tempuh ditentukan oleh jarak perjalanan, namun dalam kondisi arus terganggu (*interrupted flow*) waktu tempuh tersebut ditentukan oleh kondisi arus lalu lintas dan lingkungan jalan (*side friction*) serta kondisi jalan serta karakteristik pengemudi cenderung menjalankan kendaraan dalam kecepatan yang dirasakan akan memberikan keamanan dan kenyamanan bagi mereka.

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 111 Tahun 2015, kecepatan adalah kemampuan untuk menempuh jarak tertentu dalam satuan waktu, dinyatakan dalam kilometer per jam. Ada beberapa jenis kecepatan menurut (Eka Putri 2011)

### **1. Kecepatan Desain**

Kecepatan desain atau kecepatan rencana merupakan salah satu Kecepatan tertentu dimanfaatkan sebagai menentukan seluruh fitur desain geometris jalan yang diinginkan sebagai keselamatan, mobilitas dan efisiensi. Kualitas lingkungan, ekonomi, estetika, dan dampak sosial politik masih perlu diperhatikan, sehingga kecepatan perencanaan harus digunakan sesuai dengan keadaan.

Kecepatan desain wajib menyesuaikan dengan kecepatan rata-rata. Selain itu pengemudi biasanya tidak mengubah kecepatan berdasarkan pentingnya jalan tersebut, melainkan berdasarkan keterbatasan fisik jalan dan kondisi lalu lintas.

### **2. Kecepatan Operasional**

Fungsi utama pembangunan jalan adalah memenuhi kebutuhan pengguna dengan sistem yang aman dan ekonomis. Karena, penting untuk menemukan nomor cepat yang berfungsi untuk semua pengemudi. Kecepatan mengemudi dapat dianggap sebagai kecepatan keseluruhan tertinggi di mana pengemudi dapat berpindah dari satu ruas jalan ke ruas jalan lainnya pada jalan tertentu dalam kondisi cuaca baik dan kondisi lalu lintas normal. Ukuran kecepatan operasi yang umum digunakan ialah persentil ke-85 dari distribusi kecepatan yang diamati sebagai tempat atau fitur geometris tertentu.

### **3. Kecepatan Gerak**

Kecepatan berkendara bisa diartikan sebagai mana kecepatan sebenarnya kendaraan di ruas jalan yang bersangkutan, yaitu sama dengan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh kendaraan. Jika kendaraan bergerak relatif terus menerus, kecepatan titik (kecepatan berhenti) sama dengan kecepatan rata-rata berkendara pada ruas jalan tersebut. Kecepatan secara rerata yaitu aritmatika dari keseluruhan kecepatan lalu lintas di suatu tempat tertentu selama jangka waktu tertentu yang ditotalkan secara keseluruhan waktu :

$$V_t = \sum_{i=1}^n V_i \dots\dots\dots(Pers. 2.4)$$

Dimana :

$V_t$  = kecepatan rata-rata waktu

$V_i$  = kecepatan spot

$n$  = jumlah kendaraan yang diamati

#### 4. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan lalu lintas bebas adalah kecepatan lalu lintas pada saat kepadatan mendekati nol. Dalam praktiknya, kecepatan tersebut yaitu kecepatan di mana pengemudi merasa aman berkendara dalam kondisi fisik, lingkungan, dan lalu lintas yang terkendali di jalan raya atau jalan raya multi jalur. Arus bebas di lokasi ditentukan dengan memantau waktu perjalanan selama periode volume dan dapat berupa persentase dari nilai aktual yang digunakan dalam analisis kapasitas jalan bebas hambatan.

##### 2.1.3 Kepadatan / Kerapatan Lalu Lintas

Menurut (Morlock, 1991), kepadatan lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melintasi pada satu bagian tertentu dari suatu jalur dalam satu atau dua arah selama jangka waktu tertentu, keadaan jalan serta lalu lintas tertentu pula, dan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$D = Q / U_s \dots\dots\dots(Pers. 2.5)$$

Dimana :

$D$  = Kepadatan kendaraan (Kendaraan/km)

$Q$  = Volume kendaraan (Kendaraan/jam)

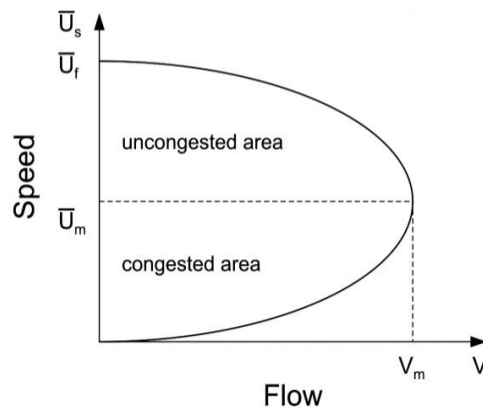
$U_s$  = kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam)

### 2.1.4 Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan

(Julianto 2010) Untuk mengetahui sifat arus lalu lintas pada suatu ruas jalan diperlukan 3 (tiga) variabel utama yakni : volume, kecepatan dan kepadatan. Variabel-variabel ini saling berhubungan. Hubungan ini dapat dijelaskan sebagai persamaan matematika berikut: (Julianto 2010),

#### 1. Hubungan Volume-Kecepatan

Hubungan dasar volume yaitu ketika volume lalu lintas meningkat, kecepatan rata-rata ruang menurun hingga volume maksimum tercapai. Hubungan volume dan kecepatan akan ditunjukkan pada gambar grafik dibawah ini.



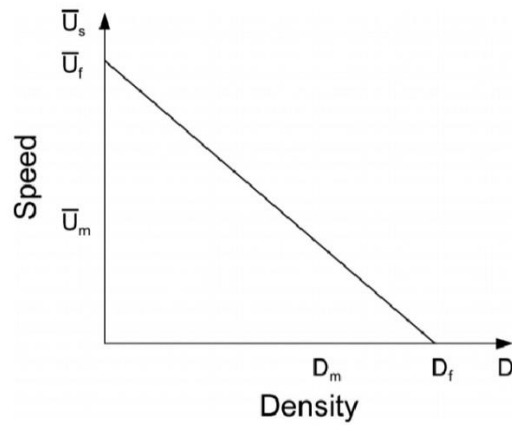
**Gambar 2.1** Volume-Kecepatan

Sumber : MKJI (1997)

Setelah kepadatan kritis tercapai, kecepatan rata-rata spasial dan rata-rata volumetrik dapat menurun. Oleh karena itu, kurva atas mewakili dua negara bagian yang berbeda. Lengan atas menunjukkan kondisi tunak dan lengan bawah menunjukkan kondisi aliran tetap

#### 2. Hubungan Kecepatan-Kepadatan

Peningkatan kepadatan dapat menurunkan Kecepatan arus bebas yang dapat terjadi ketika kepadatannya nol, dan ketika kecepatannya nol, kemacetan lalu lintas (kepadatan kemacetan) dapat terjadi. Hubungan keduanya ditunjukkan pada Gambar berikut ini

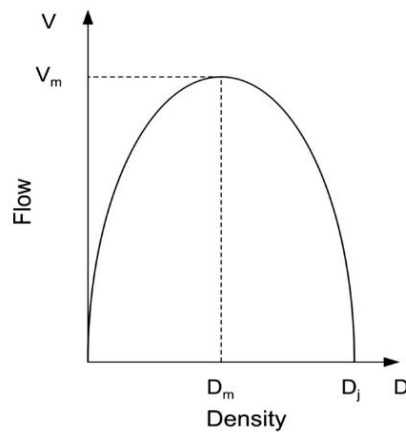


**Gambar 2.2** Hubungan Kecepatan-Kepadatan

Sumber : MKJI (1997)

### 3. Hubungan Volume-Kepadatan

Volume maksimum ( $Q_m$ ) bila massa jenis berada pada titik  $D_m$  (daya dukung tercapai). Setelah titik ini tercapai, volumenya mengecil meskipun densitasnya meningkat hingga titik tersebut kelebihan beban. Hubungan dapat ditunjukkan pada Gambar grafik berikut ini



**Gambar 2.3** Hubungan Volume-Kepadatan

Sumber : MKJI (1997)

## 2.2 Kecepatan Minimal dan Kecepatan Maksimal

Menurut (Adek 2019), Kecepatan kendaraan merupakan salah satu komponen lalu lintas yang sering digunakan dalam menilai kinerja sebuah ruas jalan. Di sisi lain kecepatan menjadi salah satu parameter yang ditinjau dalam keselamatan berkendara.

Untuk dapat mengatur mengenai tata cara dalam penentuan batas kecepatan, menteri perhubungan (Menhub) mengeluarkan peraturan menteri perhubungan nomor PM 111 Tahun 2015 tentang tata cara penetapan batas kecepatan. Penetapan batas kecepatan untuk mencegah kejadian dan fatalis kecelakaan serta mempertahankan mobilitas lalu lintas. Penetapan batas kecepatan ditetapkan secara nasional dan dinyatakan dengan rambu lalu lintas, yaitu:

1. Paling rendah 60 km/jam
2. Dalam kondisi arus bebas dan paling tinggi 100 km/jam
3. Untuk jalan bebas hambatan, paling tinggi 80 km/jam
4. Untuk jalan antar kota, paling tinggi 50 km/jam
5. Untuk kawasan perkotaan paling tinggi 30 km/jam.

Ketika kendaraan telah memasuki kawasan jalanan antar kota, kecepatan maksimum yang diperbolehkan adalah 80 km/jam. Jika kendaraan berada didalam kondisi arus bebas dan berada di jalan bebas hambatan, kecepatan paling rendah yang ditetapkan adalah 60 km/jam dan paling tinggi adalah 100 km/jam.

Pembatas kecepatan tersebut diberlakukan bukan tanpa alasan. Tingginya tingkat kecelakaan akibat pengendara mengemudi kendaraan dengan kecepatan yang tinggi menjadi alasan utama sehingga, dapat disimpulkan bahwa kecelakaan kendaraan sebagian besar disebabkan oleh faktor manusia (*human error*). Selain itu, kondisi permukaan jalan dan geometri jalan di Indonesia yang berbeda-beda juga menjadi faktor lain dalam menyumbang angka kecelakaan. Pengemudi kendaraan bermotor akan cenderung kesulitan dalam mengendalikan kendaraanya apabila tiba-tiba melewati permukaan jalan yang memiliki kontur dan lebar jalan yang berbeda-beda pada kondisi kecepatan tinggi. Hal inilah yang menjadi awal mula terjadinya kecelakaan.

Batas kecepatan paling tinggi dapat di tetapkan lebih rendah atas dasar pertimbangan beberapa pertimbangan yaitu, frekuensi kecelakaan yang tinggi di lingkungan jalan yang



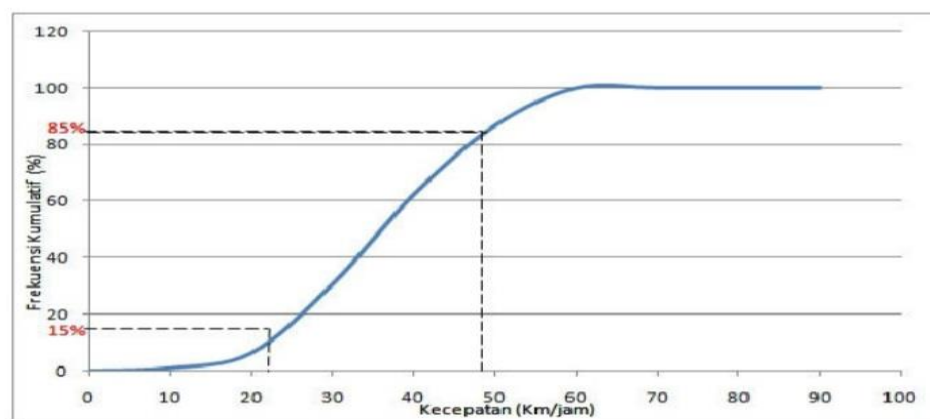
bersangkutan, perubahan kondisi permukaan jalan, lingkungan sekitar jalan dan usulan masyarakat melalui rapat forum lalu lintas dan angkutan jalan sesuai dengan tingkatan status jalan.

### 2.2.1 Kecepatan Pada 85th Percentile

umumnya digunakan metode untuk pengaturan batas kecepatan yaitu sekitar 85% dari lalu lintas yang bergerak. Kecepatan ini mewakili kecepatan teraman yang dapat digunakan kebanyakan orang pengemudi kendaraan. Dengan demikian penelitian telah membuktikan bahwa dalam kecepatan persentil 85, mengurangi tingkat resiko kecelakaan (*Massachusetts Highway Department, 2005 - Dalam Jurnal Eternitas Teknik Sipil 2022*).

Pernyataan tersebut Kunci untuk memilih kecepatan yang aman dan disukai pengemudi adalah memahami kecepatannya. Penggunaan kecepatan persentil ke-85 Karakteristik jalan (kondisi tepi jalan, ketinggian jalan, arah dan jarak pandang), kecepatan bagian, budidaya di sekitarnya, tempat parkir, aktivitas pejalan kaki dan kecelakaan dapat menjadi dasar usulan batas kecepatan. (*Massachusetts Department of Highways, 2005 – Dalam Jurnal Eternitas Teknik Sipil 2022*).

Kecepatan persentil ke-85 adalah kecepatan yang 85% atau kurang dari kecepatan berkendara. Kecepatan diasumsikan terdistribusi normal, yang hasil distribusinya diberikan pada gambar grafik ini.



**Gambar 2.4** Distribusi Normal kecepatan 85<sup>th</sup> Percentile

Sumber: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan (2014)

### 2.2.2 Hambatan Samping

Menurut (Plue, dkk 2022) Hambatan samping adalah aktivitas samping jalan yang dapat mempengaruhi kondisi arus lalu lintas. Komponen adalah pergerakan pejalan kaki (dibahu jalan maupun penyeberang jalan), kendaraan parkir pada tepi jalan, kendaraan masuk/keluar persil dan kendaraan tidak bermotor. Jenis aktifitas samping jalan dan kelas hambatan samping dapat di lihat pada tabel 2.2 dan Tabel 2.3

**Tabel 2.2** Bobot Aktivitas Samping Jalan

Jenis Aktivitas Samping jalan	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan Kaki	PED	0,5
Kendaraan umum/Kendaraan lain berhenti	PSV	1,0
Kendaraan masuk/keluar sisi jalan	EEV	0,7
Kendaraan lambat	SMV	0,4

Sumber: Jurnal Teknik Sipil (2022)

**Tabel 2.3** Nilai Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah Kejadian Per 200 m Per-jam	Kondisi Daerah
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah pemukiman: hampir tidak ada kegiatan
Rendah	L	100 – 299	Daerah pemukiman: berupa angkutan umum, dsb
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri: beberapa toko disisi jalan
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial: aktivitas sisi jalan yang sangat tinggi
Sangat tinggi	VH	> 900	Daerah komersial: aktifitas pasar disamping jalan

Sumber: Jurnal Teknik Sipil (2022)

(Plue, dkk 2022) Dalam menentukan nilai kelas hambatan samping digunakan rumus:

$$SFC = PED + PSV + EEV + SMV \dots\dots\dots (Pers. 2.6)$$

Keterangan :

SFC = Kelas Hambatan Samping

PED = Frekuensi Pejalan Kaki

PSV = Frekuensi Bobot Kendaraan Parkir

EEV = Frekuensi Bobot Kendaraan Masuk/Keluar Sisi Jalan

SMV = Frekuensi Bobot Kendaraan Lambat

## **2.3 Pengamatan Volume, Kecepatan dan Hambatan Samping**

### **2.3.1 Metode Pelaksanaan Survei Volume Lalu Lintas**

Menurut (Wikaram, dkk 2018) Jenis kendaraan yang dipertimbangkan dalam studi volume lalu lintas adalah kendaraan berat, kendaraan ringan dan sepeda motor. Volume lalu lintas ini dilakukan oleh dua orang Surfeyor di setiap arah, S1 bertugas mencatat volume sepeda motor dan S2 bertugas mencatat volume kendaraan ringan dan truk berat setiap 15 menit selama 3 jam dari arah barat-timur. S3 bertugas mencatat volume kendaraan sepeda motor dan S4 volume kendaraan ringan dan kendaraan berat setiap 15 menit selama 3 jam dari arah timur ke barat dengan menggunakan formulir pengukuran volume.

### **2.3.2 Metode Pelaksanaan Survei Kecepatan Lalu Lintas**

Menurut (Wikaram, dkk 2018) Pelaksanaan survei kecepatan ini melakukan dua Surfeyor di setiap arah, S1 bertugas mencatat waktu (menekan stopwatch) saat roda depan kendaraan menyentuh tape hingga roda depan melewati air strip. S2 memberi isyarat kepada S1, ketika roda depan kendaraan melewati pita atau mencapai garis finis maka stopwatch harus dihentikan oleh S1. Waktu dari mulainya stopwatch sampai berhenti adalah waktu yang tertera pada kuesioner.

### **2.3.3 Metode Survei Hambatan Samping**

Menurut (Wikaram, dkk 2018) Survei hambatan samping dilakukan oleh seorang Surfeyor, yang mencatat hambatan samping yang ditemui untuk setiap jenis rintangan. Dalam bentuk, pejalan kaki yang tidak bergerak di dalam wilayah dan persimpangan, kendaraan yang sedang parkir, kendaraan yang lambat dan berhenti, kendaraan yang datang dan berangkat serta kendaraan tanpa mesin diindikasikan sebagai hambatan samping. Kajian yang akan dilakukan pada ruas jalan yang diteliti sepanjang 200 meter dengan menggunakan dalam bentuk pemetaan hambatan samping.