

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elemen-elemen Lalu Lintas

Berdasarkan Warpani (1999) dalam Fauziah (2008), unsur-unsur lalu lintas adalah semua faktor yang berpengaruh terhadap pergerakan kendaraan. Unsur-unsur tersebut terdiri dari empat bagian yaitu:

1. Pemakai Jalan/ manusia
2. Kendaraan
3. Jalan
4. Lingkungan

2.1.1 Pemakai Jalan

Menurut Warpani (1999), pemakai jalan adalah semua orang yang menggunakan fasilitas langsung dari suatu jalan, termasuk di dalamnya adalah:

1. Pengemudi: baik pengemudi kendaraan bermotor maupun tidak bermotor (sepeda, becak, pedati).
2. Pemakai jalan yang lain: pejalan kaki, pedagang kaki lima, pekerja galian (kabel, saluran).

Pemakai jalan/ manusia merupakan unsur terpenting dalam lalu lintas, karena manusia adalah bagian utama terjadinya pergerakan lalu lintas. Faktor manusia dalam lalu lintas umumnya bervariasi dan sulit ditentukan karena interaksinya dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan, keterampilan dan pengaruh sosial. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi sifat-sifat manusia sebagai pengemudi menurut Warpani (1999) diantaranya adalah:

1. Tujuan perjalanan

Berdasarkan tujuan perjalanan sifat-sifat manusia sebagai pengemudi akan berbeda sehubungan dengan interaksinya dalam karakteristik lalu lintas.

2. Kondisi cuaca

Kondisi cuaca sangat berpengaruh dalam mengemudi. Pengemudi akan lebih berhati-hati dalam mengemudikan kendaraannya pada kondisi cuaca buruk dan cenderung menurunkan kecepatannya.

3. Umur dan jenis kelamin

Pada umumnya pengemudi yang berumur tua atau wanita akan lebih berhati-hati dalam mengemudikan kendaraannya dibandingkan dengan pengemudi yang berusia muda atau laki-laki.

4. Kondisi kendaraan

Sifat-sifat pengemudi dipengaruhi oleh jenis model serta kekuatan mesin kendaraan.

5. Keadaan Lingkungan

Keadaan lingkungan di sekitar jalan memberikan karakteristik tertentu bagi pengemudi. Dalam hal ini lingkungan yang dimaksud adalah:

- a. Keadaan medan di sekitar jalan: datar, pesisir pantai, dan pegunungan.
- b. Penggunaan lahan di sepanjang jalan: pertokoan, sekolah, industri, perkantoran atau terminal.
- c. Keadaan arus lalu lintas: homogen, heterogen, lancar atau macet.

2.1.2 Jalan

Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/ atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel.

Jaringan jalan pada dasarnya memiliki dua fungsi utama yaitu:

1. Fungsi akses: jaringan jalan disediakan untuk menyediakan akses bagi ruang kegiatan secara merata di semua wilayah, sehingga mampu mendorong berkembangnya kegiatan ekonomi wilayah.
2. Fungsi mobilitas: jaringan jalan disediakan dalam kapasitas dan kinerja yang memadai untuk mengakomodasi dan meneruskan pergerakan orang atau barang antar wilayah secara efisien.

Fungsi-fungsi lain dari jaringan jalan seperti fungsi hankam, sosiasal dan lainnya pada dasarnya merupakan turunan dari kedua fungsi utama tersebut, dimana dengan adanya akses yang merata dan mobilitas yang efisien berbagai kebutuhan masyarakat dan negara akan dapat terakomodasi.

2.1.3 Kendaraan

Menurut Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, kendaraan adalah suatu alat yang dapat bergerak di jalan, terdiri dari kendaraan bermotor atau kendaraan tidak bermotor.

Kendaraan berperan penting dalam menentukan keamanan jalan raya. Ukuran dan karakteristik kendaraan menghasilkan gerakan-gerakan pada kendaraan adalah dasar untuk peraturan pemakaian jalan raya dan perancangan untuk rute dan terminal. Menurut Warpani (1999), faktor-faktor yang sangat berperan dari kendaraan antara lain:

1. Desain kendaraan
2. Cara penggunaan
3. Perawatan

Berdasarkan tiga faktor tersebut maka jenis kendaraan yang ada dalam arus lalu lintas mempunyai karakteristik gerak yang berbeda-beda misalnya bus, sedan, truk tunggal, truk ganda dan sepeda motor.

2.1.4 Lingkungan

Faktor lingkungan dalam elemen lalu lintas diidentifikasi sebagai tata guna lahan. Tata guna merupakan pengaturan pemanfaatan lahan pada lahan yang masih kosong di suatu lingkup wilayah untuk kegiatan-kegiatan tertentu.

Kegiatan atau aktivitas manusia seperti bekerja, berbelanja, belajar dan rekreasi semauanya dilakukan pada potongan-potongan tanah yang telah diwujudkan sebagai kantor, pabrik, gedung sekolah, pasar dan lain sebagainya. Aktivitas di potongan tanah tersebut dinamakan tata guna lahan.

2.2 Karakteristik Lalu Lintas

Lalu lintas di dalam Undang-undang No.22 tahun 2009 didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di Ruang Lalu lintas Jalan. Sedangkan yang dimaksud dengan Ruang Lalu Lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/ atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

2.2.1 Volume Lalu Lintas

Berdasarkan MKJI 1997, Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama periode waktu tertentu. Volume kendaraan dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (2-1)$$

dengan:

Q = volume (kend/jam)

N = jumlah kendaraan (kend)

T = waktu pengamatan (jam)

Menurut Hendarsin (2000) volume lalu lintas harian rata-rata (VLHR), adalah prakiraan volume harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam smp/hari.

1. Satuan Mobil Penumpang (smp)

Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.

2. Ekuivalensi Mobil Penumpang

Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya, emp = 1,0)

Tabel 2.1

Ekivalensi Mobil Penumpang

No	Jenis Kendaraan	Datar / Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2	Pick-Up, Bus Kecil, Truk Kecil	1,2 – 2,4	1,9 – 3,5
3	Bus dan Truk Besar	1,2 – 5,0	2,2 – 6,0

Sumber: Tata cara PGJAK 1997 Dirjen Bina Marga (1997)

3. Faktor F

Faktor F adalah variasi tingkat lalu lintas per 15 menit dalam satu jam.

4. Faktor VLHR (K)

Faktor untuk mengubah volume yang dinyatakan dalam VLHR menjadi lalu lintas jam sibuk.

5. Volume Jam Rencana (VJR)

VJR, adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam smp/jam, dihitung dengan rumus.

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F} \quad (2-2)$$

VJR digunakan untuk menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan.

6. Kapasitas (C)

Volume lalu lintas maksimum (mantap) yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu lintas dan sebagainya). Biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam.

7. Derajat Kejenuhan (DS)

Rasio volume lalu lintas terhadap kapasitas, biasanya dihitung per jam.

2.2.2 Kecepatan Rencana

V_R , adalah kecepatan rencana pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. V_R untuk masing-masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari table 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2

Kecepatan Rencana (V_R), sesuai Klasifikasi Fungsi dan Klasifikasi Medan Jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R Km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

Catatan: untuk kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Sumber: Tata Cara PGJAK 1997 Dirjen Bina Marga (1997)

2.2.3 Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas di tentukan per lajur. Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (2-3)$$

dengan:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalan

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kapasitas dasar (C_0) adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang pada suatu jalur atau jalan selama satu jam, dalam keadaan jalan dan lalu lintas yang mendekati ideal yang bisa dicapai. Kapasitas segmen jalan untuk kondisi tertentu (geometri, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan), dinyatakan dalam smp/jam.

Kapasitas dasar (C_0) kapasitas segmen jalan pada kondisi geometri, ditentukan berdasarkan tipe jalan sesuai dengan Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3

Kapasitas Dasar (C_0) 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)

Faktor penyesuaian untuk lebar jalan (FC_w) adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalan. Faktor penyesuaian lebar jalan ditentukan berdasarkan lebar jalan efektif yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.4

Faktor Penyesuaian untuk lebar jalan (FC_w)

Tipe	Jalan Lebar efektif jalur lalu lintas (W_e) (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	
	3,25	0,92
	3,50	0,96
	3,75	1,00
	4,00	1,04
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	
	3,25	0,91
	3,50	0,95
	3,75	1,00
	4,00	1,05
Dua-lajur tak-terbagi	Total kedua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: MKJI (1997)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FC_{SP}) adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat pemisah arah lalu lintas. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah ditentukan berdasarkan tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5

Faktor penyesuaian kapasitas 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)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF}) adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping, seperti pada Tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6

Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{SF})

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	$\geq 2,0$
4/2D	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)

Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{CS}) adalah faktor penyesuaian didasarkan pada jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7
Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{CS})

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)

2.2.4 Tingkat Pelayanan Lalu Lintas

Tingkat pelayanan lalu lintas atau *Level of Service (LoS)* merupakan ukuran kuantitatif yang menjelaskan kondisi operasional suatu ruas jalan. Penilaian tingkat pelayanan jalan bisa didasarkan pada parameter derajat kejenuhan dan kecepatan. Menurut Morlok (1991), tingkat pelayanan jalan ditentukan dalam skala interval yang terdiri atas 6 tingkatan yaitu tingkatan A, B, C, D, E dan F, dimana tingkatan tertinggi adalah A.

Derajat kejenuhan atau *Volume Capacity Ratio (VCR)* didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai VCR menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Nilai VCR didapat dalam persamaan berikut:

$$VCR = V/C \quad (2-4)$$

dengan:

VCR = Derajat Kejenuhan/ *Volume Capacity Ratio*

V = Volume Kendaraan (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Jika nilai $VCR \leq 0,75$ maka jalan tersebut masih layak, tetapi jika $VCR > 0,75$ maka diperlukan penanganan pada jalan tersebut untuk mengurangi kepadatan. Setidaknya ada 6 batasan lingkup penentuan tingkat pelayanan yang didasarkan pada nilai VCR. Tabel 2.8 berikut menunjukkan batas lingkup dan karakteristik umum untuk tiap tingkat pelayanan jalan.

Tabel 2.8
Standar Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Batas Lingkup (V/C)
A	Kondisi arus bebas dengan tinggi dan volume arus lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00 – 0,19
B	Dalam zona arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.	0,20 – 0,44
C	Dalam zona arus stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya.	0,45 – 0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolerir (diterima)	0,75 – 0,84
E	Volume arus lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti	0,85 – 1,0
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang terjadi hambatan-hambatan yang besar.	>1,0

Sumber: Morlok (1991)

2.3 Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan tidak terjadi kebetulan, melainkan ada sebabnya. Oleh karena ada penyebabnya, sebab kecelakaan harus dianalisis dan ditemukan, agar tindakan korektif kepada penyebab itu dapat dilakukan serta dengan upaya preventif lebih lanjut kecelakaan dapat dicegah. Kecelakaan merupakan tindakan tidak direncanakan dan tidak terkendali, ketika aksi dan reaksi objek, bahan, atau radiasi menyebabkan cedera atau kemungkinan cedera (Heinrich, 1980). Menurut D.A. Colling (1990) yang dikutip oleh Bhaswata (2009) kecelakaan dapat diartikan sebagai tiap kejadian yang tidak direncanakan dan terkontrol yang dapat disebabkan oleh manusia, situasi, faktor lingkungan, ataupun kombinasi-kombinasi dari hal-hal tersebut yang mengganggu proses kerja dan dapat menimbulkan cedera ataupun tidak, kesakitan, kematian, kerusakan property ataupun kejadian yang tidak diinginkan lainnya.

2.3.1 Pengertian Kecelakaan

Kecelakaan lalu lintas merupakan peristiwa di jalan yang terjadi secara tidak disengaja dan disangka, yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, yang mengakibatkan korban manusia maupun harta benda (UU Nomor 22, 2009).

Kecelakaan lalu lintas adalah kejadian pada lalu lintas jalan dimana paling sedikit melibatkan satu kendaraan yang menyebabkan kerusakan yang merugikan pemiliknya (Baker, 1975).

Kecelakaan adalah peristiwa yang terjadi pada suatu pergerakan lalu lintas akibat adanya kesalahan pada sistem pembentuk lalu lintas, yaitu pengemudi (manusia) kendaraan jalan dan lingkungan, pengetahuan kesalahan dapat dilihat sebagai kondisi yang tidak sesuai dengan standar atau perawatan yang berlaku maupun kelalaian yang dibuat oleh manusia (Carter & Homburger, 1978).

Kecelakaan lalu lintas merupakan peristiwa yang tidak diharapkan yang melibatkan paling sedikit satu kendaraan bermotor pada satu ruas jalan dan mengakibatkan kerugian material bahkan sampai menelan korban jiwa (Kadiyali, 1973).

2.3.2 Jenis-jenis Kecelakaan

Berdasarkan Yuren (2002) dalam Fauziah (2008), kecelakaan dapat diklasifikasikan berdasarkan berbagai kriteria, yaitu kondisi korban, lokasi kecelakaan dan waktu terjadinya kecelakaan.

1. Berdasarkan korban kecelakaan, kecelakaan lalu lintas dibagi menjadi:
 - a. Kecelakaan fatal, yaitu kecelakaan yang menimbulkan kematian, di samping juga luka berat, ringan dan kerugian.
 - b. Kecelakaan berat, yaitu kecelakaan yang menimbulkan luka berat, di samping jika luka ringan dan kerugian material.
 - c. Kecelakaan ringan, yaitu kecelakaan yang menimbulkan luka ringan dan kerugian material.
 - d. Kecelakaan yang menimbulkan kerugian luka ringan.
2. Berdasarkan lokasi kecelakaan, kecelakaan lalu lintas dibagi menjadi:
 - a. Kecelakaan pada jalan lurus.
 - b. Kecelakaan pada tikungan jalan.
 - c. Kecelakaan pada persimpangan jalan.
 - d. Kecelakaan pada tanjakan, turunan, dataran, pegunungan, di luar kota maupun di dalam kota.
3. Berdasarkan waktu terjadinya kecelakaan, kecelakaan lalu lintas dibagi menjadi:
 - a. Jenis hari
 - 1) Hari kerja : Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat
 - 2) Hari libur : Minggu dan hari-hari libur nasional
 - 3) Akhir pekan : Sabtu

b. Waktu kejadian

- 1) Dini hari : 00.00 – 06.00 WIB
- 2) Pagi hari : 06.00 – 12.00 WIB
- 3) Siang hari : 12.00 – 18.00 WIB
- 4) Malam hari : 18.00 – 24.00 WIB

2.3.3 Penyebab Kecelakaan

Banyak cara yang dilakukan agar keselamatan jalan dapat ditingkatkan dan kecelakaan diminimalisir, atau konsekuensinya diperkecil. Tindakan yang paling tepat dan efektif dapat ditentukan hanya setelah penyebab kecelakaan dirumuskan.

Terjadinya kecelakaan tidak selalu ditimbulkan oleh salah satu sebab, tapi oleh kombinasi berbagai efek dari sejumlah kelemahan atau gangguan yang berkaitan dengan pemakai, kendaraannya dan tata letak jalan. Kondisi lingkungan dan cuaca juga menjadi salah satu sebab terjadinya kecelakaan.

Menurut Austroad (2002) dalam Fauziah (2008), secara umum terdapat tiga faktor utama yang paling memberikan kontribusi terhadap kecelakaan lalu lintas. Ketiga faktor tersebut antara lain faktor sarana atau kendaraan, faktor prasarana yang mencakup jalan dan lingkungan jalan dan faktor manusia yang mencakup pengemudi dan pejalan kaki (pengguna jalan). Dari ketiga faktor tersebut, faktor manusia dianggap paling dominan yang mencapai 95%.

Berdasarkan Miaou et al (2003), sekurang-kurangnya terdapat lima faktor yang saling berinteraksi yang menyebabkan sebuah peristiwa kecelakaan. Faktor-faktor tersebut antara lain, pemakai jalan/manusia, lalu lintas, jalan, kendaraan dan lingkungan.

1. Pemakai Jalan

Berdasarkan Warpani (1999), faktor pemakai jalan dapat dibagi dalam dua golongan, yakni pengemudi dan pejalan. Yang dimaksud dengan pengemudi adalah pengemudi kendaraan bermotor maupun tidak bermotor (sepeda, becak, pedati, dll), sedangkan pejalan adalah para pejalan kaki pada umumnya, termasuk pedagang kaki lima, pekerja galian (kabel, saluran).

a. Pengemudi

Menurut Departemen Perhubungan (2006) kriteria pengemudi sebagai penyebab kecelakaan dalam berbagai kondisi mental-fisik adalah sebagai berikut:

- 1) Kondisi kesehatan
- 2) Emosi
- 3) Kelelahan

- 4) Kemampuan teknis mengemudi
- 5) Pengaruh alkohol dan obat terlarang

b. Pejalan

Kecelakaan para pejalan kaki pada umumnya karena kelengahan, ketidakpatuhan pada peraturan Perundang-undangan dan mengabaikan sopan santun berlalu lintas. Contohnya pejalan menyeberang tidak pada tempatnya, atau berjalan menggunakan jalur kendaraan (karena lalai atau karena terpaksa), atau kesalahan lain yang menyebabkan terjadinya kecelakaan. Pejalan sering terpaksa menggunakan lajur kendaraan karena kaki-lima (trottoir) yang merupakan fasilitas pejalan justru digunakan oleh para pedagang (pedagang kaki-lima).

2. Lalu lintas

Faktor lalu lintas menyangkut besar kecilnya arus lalu lintas, kecepatan dan komposisi jenis kendaraan yang ada. Semakin tinggi arus lalu lintas, kecepatan dan komposisi jenis kendaraan semakin beragam, maka potensi terjadi kecelakaan semakin besar. Pada ruas jalan dengan arus lalu lintas rata-rata 6000 kendaraan/hari, apabila arus naik 2 kali lipat maka kecelakaan akan naik 65%, kenaikan 10% kecepatan telah menaikkan kecelakaan sebesar 27% (Taylor et al, 2002).

Menurut Hendarsin (2000) data lalu lintas adalah data utama yang diperlukan untuk perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

Besarnya volume atau arus lalu lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar lajur pada satu jalur jalan dalam penentuan karakteristik geometrik, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh langsung pada perencanaan konstruksi perkerasan.

3. Jalan

Faktor jalan berkait dengan kualitas jalan, dalam hal ini adalah kualitas fisik (memenuhi persyaratan teknis), kualitas kenyamanan/kerataan (*riding quality*) serta kelengkapan jalan dan pengaturannya (marka, median, rambu, lampu lalu lintas dll).

Jalan merupakan faktor penyebab kecelakaan, antara lain untuk hal-hal berikut:

- a. Kerusakan pada permukaan jalan (misalnya terdapat lubang yang sulit dilihat oleh pengemudi).
- b. Konstruksi bagian jalan yang rusak atau tidak sempurna (misalnya bila posisi permukaan bahu jalan terlalu rendah terhadap permukaan keras lainnya).

- c. Geometrik jalan yang kurang sempurna, misalnya derajat kemiringan (superelevasi) yang terlalu kecil atau terlalu besar pada belokan, pandangan bebas yang terlalu sempit dan sebagainya.

4. Kendaraan

Faktor kendaraan menyangkut kualitas ataupun kelayakan kendaraan dan perlengkapannya (sabuk keselamatan, kantung udara dll). Kendaraan dapat menjadi faktor penyebab kecelakaan apabila tidak dapat dikendalikan sebagaimana mestinya, yaitu sebagai akibat kondisi teknisnya yang tidak layak jalan ataupun penggunaannya tidak sesuai dengan ketentuan.

- a. Kondisi teknis yang tidak layak jalan, misalnya rem blong, mesin tiba-tiba mati, ban pecah, kemudi tidak berfungsi dengan baik, as atau kopel lepas, lampu mati khususnya di malam hari dan lain sebagainya.
- b. Penggunaan kendaraan yang tidak sesuai dengan ketentuan antara lain bila dimuati secara berlebihan (*overload*).

5. Lingkungan

Faktor lingkungan baik lingkungan alam maupun lingkungan binaan, yakni hasil karya rekayasa manusia sangat berpengaruh bagi keselamatan lalu lintas. Cuaca dan kondisi penerangan kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh cuaca buruk. Dalam cuaca buruk, misalnya hujan lebat atau berkabut, pandangan pengemudi sangat terbatas sehingga mudah sekali terjadi kesalahan antisipasi, di samping itu jalan dapat menjadi sangat licin.

2.3.4 Daerah Rawan Kecelakaan

Menurut Latief (1995) dalam Fauziah (2008), daerah rawan kecelakaan adalah daerah yang mempunyai angka kecelakaan tinggi, resiko dan potensi kecelakaan yang tinggi pada suatu ruas jalan memberikan gambaran sebagai berikut:

- 1. Geometrik jalan yang tidak memenuhi syarat, misalnya tikungan ganda dengan jarak pandang terbatas, lebar jalan terlalu sempit dan tidak ada bahu jalan.
- 2. Perubahan besaran komponen-komponen sistim angkutan jalan raya yang melalui ruas jalan dengan kondisi geometrik, misalnya perubahan volume lalu lintas dan perubahan kualitas perkerasan.

Lokasi rawan kecelakaan dapat diidentifikasi pada lokasi jalan tertentu (*black spot*) maupun pada ruas jalan tertentu (*black site*), atau pada wilayah tertentu (*black area*).

2.3.5 Tingkat Kecelakaan

Tingkat kecelakaan menurut Pedoman Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas yang dikeluarkan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Tahun 2004, tingkat kecelakaan adalah angka kecelakaan lalu lintas yang dibandingkan dengan volume lalu lintas dan panjang ruas jalan. Apabila jumlah kecelakaan semakin menurun, tetapi jumlah korban meninggal dunia belum mampu diturunkan, maka tingkat kecelakaan dikatakan semakin tinggi.

Berdasarkan PP RI No. 43 tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan, jenis korban dalam kecelakaan terdiri dari:

1. Luka ringan

Korban luka ringan adalah korban kecelakaan yang mengalami luka-luka yang tidak memerlukan rawat inap atau yang harus dirawat inap di rumah sakit lebih dari 30 hari.

2. Luka berat

Korban luka berat adalah korban kecelakaan yang karena luka-lukanya menderita cacat tetap atau harus dirawat inap di rumah sakit dalam jangka waktu lebih dari 30 hari sejak terjadi kecelakaan.

3. Meninggal dunia

Korban meninggal dunia adalah korban kecelakaan yang dipastikan meninggal dunia sebagai akibat kecelakaan lalu lintas dalam jangka waktu paling lama 30 hari setelah kecelakaan tersebut.

2.3.6 Karakteristik Data Kecelakaan

Menurut Pedoman Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004), analisis karakteristik data menitikberatkan pada kajian antara tipe kecelakaan yang dikelompokkan atas tipe kecelakaan dominan.

1. Pendekatan analisis data

Analisis data dilakukan dengan pendekatan “5W + 1H”, yaitu *Why* (penyebab kecelakaan), *What* (tipe tabrakan), *Where* (lokasi kecelakaan), *Who* (pengguna jalan yang terlibat), *When* (waktu kejadian) dan *How* (tipe pergerakan kendaraan).

a. *Why*: Faktor penyebab kecelakaan (modus operandi)

Analisis ini dimaksudkan untuk menemukan faktor-faktor dominan penyebab suatu kecelakaan. Faktor-faktor ini antara lain (mengacu kepada formulir data kecelakaan atau Sistem-3L):

- 1) Terbatasnya jarak pandang pengemudi,
- 2) Pelanggaran terhadap rambu lalu lintas,

- 3) Kecepatan tinggi seperti melebihi batas kecepatan yang diperkenankan,
 - 4) Kurang antisipasi terhadap kondisi lalu lintas seperti mendahului tidak aman,
 - 5) Kurang konsentrasi,
 - 6) Parker ditempat yang salah,
 - 7) Kurangnya penerangan,
 - 8) Tidak memberi tanda kepada kendaraan lain, dsb.
- b. *What*: Tipe tabrakan
- Analisis tipe tabrakan bertujuan untuk mengetahui tipe tabrakan yang dominan di suatu lokasi kecelakaan. Tipe tabrakan yang akan diketahui (mengacu kepada formulir data kecelakaan atau Sistem-3L) antara lain:
- 1) Menabrak orang (pejalan kaki),
 - 2) Tabrak depan,
 - 3) Tabrak belakang,
 - 4) Tabrak samping,
 - 5) Kecelakaan sendiri/ lepas kendali.
- c. *Who*: Keterlibatan pengguna jalan
- Keterlibatan pengguna jalan di dalam kecelakaan dikelompokkan sesuai dengan tipe pengguna jalan atau tipe kendaraan seperti yang termuat di dalam formulir data kecelakaan atau Sistem-3L, antara lain:
- 1) Pejalan kaki,
 - 2) Mobil penumpang umum,
 - 3) Mobil angkutan barang,
 - 4) Bus,
 - 5) Sepeda motor,
 - 6) Kendaraan tak bermotor (sepeda, becak, kereta dorong, dan sebagainya)
- d. *Where*: Lokasi kejadian
- Lokasi kejadian kecelakaan atau yang dikenal dengan Tempat Kejadian Perkara (TKP) mengacu kepada lingkungan lokasi kecelakaan seperti:
- 1) Lingkungan permukiman,
 - 2) Lingkungan perkantoran atau sekolah,
 - 3) Lingkungan tempat perbelanjaan,
 - 4) Lingkungan pedesaan,
 - 5) Lingkungan pengembangan, dan sebagainya.

e. *When*: Waktu kejadian kecelakaan

Waktu kejadian kecelakaan dapat ditinjau dari kondisi penerangan di TKP atau jam kejadian kecelakaan.

- 1) Ditinjau dari kondisi penerangan, waktu kejadian dibagi atas:
- 2) Malam gelap/ tidak ada penerangan,
- 3) Malam ada penerangan,
- 4) Siang terang,
- 5) Siang gelap (hujan, berkabut, asap),
- 6) Subuh atau senja.
- 7) Ditinjau dari jam kejadian mengacu kepada periode waktu yang terdapat pada formulir data kecelakaan.

f. *How*: Kejadian kecelakaan

Suatu kecelakaan lalu lintas terjadi pada dasarnya didahului oleh suatu manuver pergerakan tertentu. Tipikal manuver pergerakan kendaraan mengacu kepada formulir data kecelakaan, antara lain:

- 1) Gerak lurus,
- 2) Memotong atau menyiap kendaraan lain,
- 3) Berbelok (kiri atau kanan),
- 4) Berputar arah,
- 5) Berhenti (mendadak, menaik-turunkan penumpang),
- 6) Keluar masuk tempat parker,
- 7) Bergerak terlalu lambat, dan sebagainya.

2.4 Geometrik Jalan dan Pengaruh Terhadap Kecelakaan

Sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan. Sedangkan sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

Pengelompokan klasifikasi jalan berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 1985 tentang jalan, membagi jalan sebagai berikut:

1. Berdasarkan fungsinya jalan dikelompokkan menjadi empat yaitu:
 - a. Jalan arteri merupakan jalan yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
 - b. Jalan kolektor merupakan jalan yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - c. Jalan lokal merupakan jalan yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - d. Jalan lingkungan merupakan jalan yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.
2. Berdasarkan muatana sumbu, kelas jalan dikelompokkan menjadi tiga yaitu:
 - a. Jalan kelas I yaitu arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan MST ijin = 10 ton.
 - b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan MST ijin = 8 ton.
 - c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan MST ijin = 8 ton.
3. Berdasarkan status jalan dikelompokkan menjadi empat, yaitu:
 - a. Jalan Nasional meliputi jalan arteri primer, jalan kolektor primer, yang penetapan statusnya dengan SK Menteri Kimpraswil.
 - b. Jalan Propinsi meliputi jalan kolektor primer penetapan status jalan dengan SK Menteri Dalam Negeri atas usul Pemda Propinsi.
 - c. Jalan Kabupaten meliputi jalan arteri sekunder dan kolektor sekunder penetapan status dengan Keputusan Gubernur atas usul Pemda Kabupaten/Kota.
 - d. Jalan khusus, yaitu jalan yang dibangun oleh instansi/ badan hukum untuk melayani kepentingannya, penetapan status yaitu oleh instansi tersebut dengan memperhatikan pedoman dari Menteri Kimpraswil.

Jalan raya terdiri dari bangunan perkerasan jalan dan bangunan pelengkap. Bangunan jalan meliputi perkerasan, bahu jalan, alinyemen, median dan damija. Sedangkan bangunan pelengkap meliputi saluran samping, trotoar dan sebagainya.

Dari penjelasan diatas, yang termasuk dalam penampang melintang jalan adalah sebagai berikut:

1. Jalur lalu lintas

Menurut pandangan Sukirman (1994) jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Lebar jalur lalu lintas merupakan bagian jalan yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Perkerasan jalan adalah bagian jalan yang diperkeras dengan lapisan batuan yang digunakan untuk menampung lalu lintas diatasnya. Perencanaan kualitas perkerasan tergantung dari kelas jalan dan fungsi jalan. Lebar perkerasan maupun lebar jalur mempunyai pengaruh besar pada keamanan, kenyamanan maupun kepercayaan diri bagi pengemudi.

2. Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan.

3. Bahu jalan

Menurut Sukirman (1994) bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Kecepatan dan kapasitas jalan akan meningkat bila lebar bahu semakin lebar. Bahu jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas. Fungsi bahu jalan adalah sebagai berikut:

- a. Tempat untuk berhenti sementara dari kendaraan yang mengalami gangguan teknis, istirahat.
- b. Tempat bagi kendaraan untuk menghindarkan diri pada saat-saat darurat untuk mencegah terjadinya bahaya.
- c. Memberikan kelegaan pada pengemudi, sehingga dapat meningkatkan kegunaan jalan.
- d. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan dari arah samping, sehingga tidak mudah longsor.
- e. Merupakan ruangan pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan.

- f. Tempat pemasangan rambu-rambu lalu lintas, penanaman pohon, pemasangan rail-rail pengamanan dan patok-patok penunjuk.
- g. Tempat untuk lewat para pejalan kaki dan kendaraan tak bermotor lainnya.

4. Pemisah lalu lintas

Pemisah lalu lintas pada umumnya disebut median. Media terutama dipergunakan untuk memisahkan lalu lintas yang berlawanan arah. Kegunaan dari median adalah:

- a. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar sehingga pengemudi masih dapat mengontrol kendaraannya pada saat darurat.
- b. Menyediakan jarak yang diperlukan untuk membatasi/ mengurangi kesilauan terhadap lampu besar kendaraan yang berlawanan arah.
- c. Memberikan tambahan tempat untuk pelebaran jalan di masa depan.
- d. Menambah rasa kelegaan, kenyamanan dan keindahan bagi pengemudi.
- e. Merupakan tempat yang baik untuk menaruh tumbuh-tumbuhan penghias jalan.
- f. Memberikan kemudahan dan tempat berlindung yang aman bagi penyeberang jalan di *zebra cross*.
- g. Lebar median tidak mempunyai ketentuan khusus, pada umumnya sesuai dengan fungsinya. Lebar median ditampilkan pada Tabel 2.11.

Tabel 2.9

Lebar Minimum Median

Bentuk median	Lebar minimum (m)
Median ditinggikan	2,0
Median direndahkan	7,0

Sumber: Tata Cara PGJAK 1997 Dirjen Bina Marga (1997)

Lebar median pada jalan utama sangat bervariasi, umumnya cukup lebar pada persimpangan dan agak sempit pada bagian antara persimpangan. Membuka sebagian median pada jalan bebas hambatan untuk memungkinkan kendaraan berbalik arus (putaran U) dapat menimbulkan bahaya kecelakaan walaupun sebenarnya berguna untuk sebagian kecil pengendara. Disamping untuk keperluan balik arus, putaran ini diperlukan juga sebagai penyeberangan jalan darurat pada jalan bebas hambatan di dalam kota yang mempunyai volume lalu lintas yang tinggi.

5. Fasilitas pejalan kaki

Fasilitas pejalan kaki berfungsi memisahkan pejalan kaki dari jalur lalu lintas kendaraan guna menjamin keselamatan pejalan kaki dan kelancaran lalu lintas.

6. Pengaruh Karakteristik Geometrik dan Lalu Lintas terhadap Kecelakaan

Terdapat banyak factor yang mempengaruhi terjadinya suatu kecelakaan seperti telah dijelaskan sebelumnya, diantaranya factor pengemudi (manusia), lalu lintas, jalan,

kendaraan dan lingkungan. Dalam penelitian ini lebih membahas tentang pengaruh karakteristik geometrik dan lalu lintas terhadap kecelakaan. Faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik geometrik diantaranya jumlah lajur, lebar lajur, lebar bahu, ketersediaan median dan kemiringan. Sedangkan faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik lalu lintas yaitu kecepatan dan jumlah kendaraan.

Menurut Bauer dan Harwood (2000) dalam penelitian Departemen Perhubungan (2008) menyatakan bahwa penambahan lebar lajur sebesar 1 ft dapat mengurangi kecelakaan sampai 10%, 5% dan 4%, berturut-turut pada simpang tak bersinyal 4-kaki, simpang bersinyal 4-kaki dan simpang tak bersinyal 3-kaki. Ditemukan juga bahwa semakin banyak lajur, diprediksi jumlah kecelakaan akan berkurang.

Bauer dan Harwood (2000) menyatakan bahwa pada simpang tak bersinyal dengan 4 lajur atau lebih, tingkat kecelelakaannya 27,5% lebih rendah dibandingkan pada simpang yang sama denan 3 lajur atau kurang. Sedangkan ketersediaan bahu jalan juga berpengaruh teradap terjadinya suatu kecelakaan. Berdasarkan penelitian oleh Bauer dan Harwood (2000). Penambahan lebar bahu sebesar 1 ft dapat mengurangi jumlah kecelakaan sebesar 1,7% pada simpang tak bersinyal 3-kaki di wilayah luar kota, dan sebesar 2% pada simpang bersinyal 4-kaki di wilayah perkotaan. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan bahwa karakteristik geometrik cukup berpengaruh terhadap terjadinya suatu kecelakaan.

Sedangkan pengaruh karakteristik lalu lintas terhadap kecelakaan juga cukup besar terutama untuk faktor kecepatan. Mountain et al (1998) menyatakan bagwam pada ebuh persimpangan, meningkatnya volume kendaraan pada pendekat mayor sebanyak dua kali lipat diprediksi akan menambah potensi kecelakaan sebesar 46% dan peningkatan volume kendaraan pada pendekat minor sebanyak dua kali lipat diprediksi akan memperbesar potensi kecelakaan sampai 13%. Sementara, penambahan volume kendaraan sebesar dua kali lipat pada kedua jenis pendekat diprediksi akan meningkatkan kecelkaan sebesar 65% pada simpang tak bersinyaldan 92% pada simpang bersinyal. Rodriguez dan Sayed (1999) menyatakan bahwa peningkatan volume kendaraan sebesar dua kali lipat pada simpang tak bersinyal 3-kaki diprediksi meningkatkan kecelkaan sebesar 37% pada pendekat mayor dan 49% pada pendekat minor.

Sedangkan berdasarkan penelitian European Road Safet Observatory (ERSO) salah satu dari karakteristik lalu lintas sangat berpengaruh terhadap kecelakaan. Jika kecepatan lebih tinggi maka dapat meningkatkan jumlah kecelakaan, hubungan yang sangat kuat telah dibentuk antara kecepatan dengan resiko kecelakaan. Berdasarkan Nilsson di

Sweden, suatu perubahan rata-rata kecepatan 1 km/h akan mengakibatkan peningkatan terhadap angka kecelakaan yang berkisar antara 2% untuk pengemudi jalan dengan kecepatan 120 km/h dan 4% untuk pengemudi jalan dengan kecepatan 50 km/h. Suatu hubungan serupa diasumsikan di Inggris, berdasarkan studi empiris Taylor, dimana perubahan angka kecelakaan untuk penambahan kecepatan 1 km/h berkisar antara 1% sampai 4% untuk jalan perkotaan dan 2,5% sampai 5,5% untuk jalan luar kota, dengan penilaian yang lebih rendah untuk jalan mayor dan penilaian yang lebih tinggi untuk jalan minor.

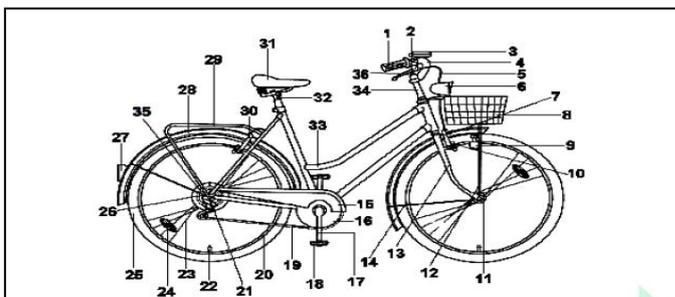
2.5 Karakteristik Sepeda

Sepeda adalah alat transportasi beroda dua, yang dijalankan dengan cara mengayuh pedal (tidak bermotor) dan memiliki sebuah tempat duduk atau sadel bagi penggunanya serta didesain sedemikian rupa sehingga mudah untuk dijalankan.

2.5.1 Bagian-Bagian Sepeda

Menurut Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan tahun 1992 konstruksi sepeda harus dibuat cukup kuat agar dapat dioperasikan di jalan sesuai dengan peruntukannya. Sepeda harus dilengkapi dengan satu buah lampu dibagian depan yang mengeluarkan cahayaputih atau kuning yang diarahkan ke depan bawah sehingga dapat menerangi jalan di depannya sejauh 5 m. Bagian belakang sepeda juga harus dilengkapi dengan lampu atau pemantul cahaya berwarna merah agar keberadaan sepeda dapat diketahui oleh kendaraan di belakangnya. Selain itu, sepeda juga harus dilengkapi dengan rem yang bekerja dengan baik serta tuter atau alat peringatan yang bunyinya dapat didengar dari jarak minimum 15 m.

Dalam peraturan SNI 1049: 2008 disebutkan, terdapat bagian-bagian pada sepeda. Bagian-bagian tersebut antara lain:



Gambar 2.1 Bagian-bagian sepeda (SNI 1049 : 2008)

Keterangan Gambar:

- | | | |
|---------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1. Grip | 15. Penutup rantai | 29. Boncengan |
| 2. Tuas rem | 16. Gir depan | 30. Rem belakang |
| 3. Bel | 17. Batang engkol | 31. Sadel |
| 4. Batang Kemudi | 18. Pedal | 32. Batang sadel |
| 5. Kabel rem | 19. Rantai | 33. Rangka |
| 6. Lampu | 20. Velg | 34. Stang kemudi |
| 7. Rem depan | 21. <i>Rear derailleur</i> | 35. Gir belakang |
| 8. Keranjang | 22. Pentil ban | 36. <i>Expenders Bolt</i> |
| 9. Dynamo | 23. Jeruji | 37. |
| 10. Sepatu rem | 24. Reflektor roda | |
| 11. As roda | 25. Ban luar | |
| 12. Cagak keranjang | 26. Pelindung jeruji | |
| 13. Garpu depan | 27. Reflector belakang | |
| 14. Cagak fender | 28. <i>Fender</i> | |

2.5.2 Karakteristik Jalur Sepeda

1. Ketentuan lajur sepeda

Dirjen Penataan Ruang (2013) menyebutkan bahwa terdapat 3 tipe jalur sepeda, antara lain:

- a. Jalur sepeda (*bike path*), yaitu jalur sepeda yang sepenuhnya terpisah dari jalan raya dan sering dipadukan dengan fasilitas untuk pejalan kaki
- b. Lajur sepeda (*bike lane*), yaitu bagian dari jalan yang ditandai dengan marka sebagai tanda untuk pengguna sepeda dan biasanya dibuat searah dengan lajur kendaraan bermotor.
- c. Rute sepeda (*bike route*), yaitu desain yang digunakan bersama antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan sepeda.

Jenis perkerasan pada jalur sepeda menentukan tingkat kenyamanan bagi para pengendara. Umumnya, jenis perkerasan yang biasa dipakai dalam perencanaan jalur sepeda adalah:

- a. *Soil cement*, yaitu perkerasan berupa tanah yang dicampur dengan semen secara merata dan dipadatkan
- b. *Crushed Aggregate*, yaitu perkerasan berupa batu yang dihancurkan, kemudian dipadatkan dengan ketinggian tertentu sesuai desain.

- c. Aspal
- d. Beton
- e. Material daur ulang
- f. Tanah

Aspek-aspek kenyamanan yang harus dipenuhi dalam perencanaan jalur sepeda adalah:

- a. Tidak memberikan getaran yang berlebihan bagi sepeda sehingga dibutuhkan perencanaan permukaan jalur sepeda yang rata, halus dan licin sehingga pengendara sepeda bisa merasa aman dan nyaman ketika mengendarai sepeda.
- b. Jalur sepeda tidak tergenang ketika diguyur hujan, untuk itu dibutuhkan desain jalur sepeda yang memperhitungkan jenis perkerasan yang dapat tembus air atau mendesain geometrik kemiringan jalur sepeda sehingga air dapat dialirkan menuju saluran drainase.

2. Lebar minimum jalur sepeda

Dalam Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan Tahun 1992 disebutkan bahwa lebar untuk jalur sepeda adalah sebagai berikut:

- a. Lebar minimum untuk jalur sepeda adalah 2 m.
- b. Lebar minimum untuk jalur sepeda dan jalur pejalan kaki adalah 3,5 m untuk jalan tipe II, kelas I dan II dan 2,5 m untuk tipe II dan kelas III.
- c. Lebar minimum untuk jalur sepeda dan jalur pejalan kaki boleh dikurangi sebesar 0,5 m jika volume lalu lintas tidak terlalu besar atau di sepanjang jembatan yang cukup panjang (lebih dari 50 m).
- d. Lebar minimum untuk jalur sepeda adalah 1 m. Ruang bebas mendatar antar jalur sepeda dengan lalu lintas adalah 1 m.

2.5.3 Karakteristik Sosial Ekonomi Pengendara Sepeda

Karakteristik sosial ekonomi pengguna memiliki pengaruh terhadap kepemilikan sepeda, karakteristik pergerakan dan perilaku pengguna sepeda. Dalam kajian ini pembahasan karakteristik sosial ekonomi pengguna sepeda adalah meliputi usia, jenis kelamin, pendidikan, jenis pekerjaan dan penghasilan.

2.5.4 Kecelakaan yang Melibatkan Sepeda

Keselamatan transportasi jalan merupakan permasalahan yang serius pada saat ini lebih dari setengah juta dari per satu juta penduduk meninggal dunia akibat kecelakaan lalu

lintas dan beberapa yang mengalami luka-luka. Salah satu penyebabnya adalah kendaraan bermotor. Di Shanghai, didominasi oleh kendaraan tak bermotor, lebih dari 95% meninggal dunia dan hampir 75% semua terdaftar sebagai korban luka-luka yang diakibatkan oleh kendaraan tak bermotor. Bagaimanapun, dua sampai tiga orang mengalami luka-luka yang diderita oleh pejalan kaki, termasuk dialami anak-anak, hal ini terjadi pada negara berkembang, sebagian besar luka-luka diderita oleh pejalan kaki dan pengendara sepeda. Di India, hanya 5% yang meninggal dunia atau luka berat yang diakibatkan kecelakaan kendaraan bermotor.

Rata-rata yang meninggal dunia pertahun cenderung meningkat selama tingkat pendapatan relative tinggi, hal ini juga menyebabkan jumlah kendaraan menjadi bertambah. Dari pengamatan secara terus-menerus yang meninggal dunia per 10.000 kendaraan diakibatkan oleh kenaikan pendapatan negara dan kepemilikan kendaraan pribadi. Angka penurunan untuk orang meninggal dunia dan mengalami luka-luka per 10.000 kendaraan dari hasil pengamatan yang dilakukan tingkat yang paling tinggi disebabkan adanya kendaraan bermotor (The World Bank, 1996).

2.6 Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif dapat diartikan sebagai pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan/melukiskan keadaan subjek/ objek penelitian (seseorang, lembaga, masyarakat dan lain-lain) pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau sebagaimana adanya

2.7 Generalized Linear Model

Generalized Linear Model digunakan karena kecelakaan kendaraan roda empat tidak dapat diprediksi kejadiannya, baik waktu, lokasi kejadian maupun pengaruh penyebab kecelakaan tersebut.

Model linear, khususnya model regresi sudah mulai digunakan sejak awal abad 19, ditandai dengan kajian-kajian yang dilakukan oleh Francis Galton (1822-1911) tentang hubungan tinggi badan ayah dan anaknya. Dalam perkembangannya, model regresi linear dengan asumsi peubah respon $Y_i \sim N(\mu_i, \sigma^2)$ tidaklah mampu menjawab masalah-masalah yang dihadapi dalam pemodelan statistik. *Generalized Linear Model* (GLM) merupakan pengembangan dari model linear “klasik” khususnya dalam mengatasi kendala peubah respon yang tidak normal. Namun demikian, peubah respon dalam GLM diasumsikan memiliki sebaran yang termasuk dalam sebaran eksponensial.

Ada tiga komponen utama dalam GLM (McCullagh dan Nelder, 1989), meliputi:

1. Komponen acak, yaitu peubah respon Y_1, Y_2, \dots, Y_n yang merupakan contoh acak dimana $Y_i \sim (m_i, s^2)$ dan termasuk dalam keluarga sebaran eksponensial.
2. Komponen sistematis yang merupakan fungsi dari peubah penjelas: $h_i = b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + b_3 x_{3i} + \dots + b_p x_{pi}$.
3. Fungsi hubung yang menghubungkan suatu fungsi dari nilai tengah komponen acak dengan komponen sistematis: $g(m_i) = h_i$.

Jika Y adalah suatu peubah acak, baik kontinu maupun diskret, dan termasuk dalam keluarga sebaran eksponensial, maka fungsi peluang atau fungsi kepekatan peluang dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$f(y) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\theta)} + c(y, \theta) \right\} \quad (2-5)$$

dengan a, b dan c merupakan fungsi spesifik yang diturunkan berdasarkan fungsi peluang atau fungsi kepekatan peluang dari Y .

Nilai harapan dan ragam peubah acak Y dinotasikan L

$$E(Y) = b'(\theta) \quad (2-6)$$

$$Var(Y) = b'(\theta)a(\theta) \quad (2-7)$$

Jika m merepresentasikan nilai tengah dari Y , dan ragam merupakan fungsi dari nilai tengah, maka:

$$Var(Y) = V(\mu)a(\theta) \quad (2-8)$$

dimana $V(\mu)$ adalah suatu fungsi ragam yang diketahui.

Fungsi *likelihood* dari n peubah acak Y_1, Y_2, \dots, Y_n didefinisikan sebagai fungsi kepekatan peluang bersama dari n peubah acak $f(y|q)$ yang dilihat sebagai fungsi dari q dan dinotasikan dengan $L(q | y)$. Untuk suatu gugus y yang diketahui, memaksimalkan $L(q | y)$ adalah metode kemungkinan maksimum dalam menduga q . Dalam kasus Y_i adalah keluarga sebaran eksponensial, $\log [L(q | y)]$ adalah

$$l(\theta) = \log L(\theta) = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{y_i \theta - b(\theta)}{a(\theta)} + c(y, \theta) \right\} \quad (2-9)$$

Jika $E(Y) = m$ tergantung pada parameter b_1, b_2, \dots, b_p maka penduga kemungkinan maksimum untuk setiap b_j adalah penyelesaian dari persamaan berikut:

$$\frac{\partial l_i}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^n X_{ij} \frac{(y_i - \mu_i)}{V(Y_i)} \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \quad (2-10)$$

dimana $h_i = X_i \beta$ tau dapat pula ditulis dalam notasi score function yang merupakan turunan pertama terhadap q dari fungsi log-likelihood.

$$S(\theta) = \frac{\partial}{\partial \theta} l(\theta) = \sum_{i=1}^n \frac{y_i - b'(\theta)}{a(\theta)} \quad (2-11)$$

Sedangkan nilai harapan dari turunan keduanya:

$$I(\theta) = E\left(-\frac{\partial^2}{\partial\theta\partial\theta'} l(\theta)\right) \quad (2-12)$$

disebut Fisher information function. Solusi kemungkinan maksimum dari q adalah penyelesaian $S(q) = 0$, dan $[I(q)]^{-1}$ adalah penduga ragamnya.