

Bab 1

RUANG LINGKUP REKAYASA LALU LINTAS

1.1 Sistem Transportasi

Sistem transportasi terdiri dari fasilitas tetap, besaran arus, dan sistem pengatur yang memungkinkan orang dan barang untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain secara efisien dalam hal tepat waktu untuk aktifitas yang diinginkan.

ITE (Institute of Transportation Engineer, Amerika) mendefinisikan **Rekayasa Transportasi** sebagai penerapan prinsip teknologi dan ilmu murni pada perencanaan, perancangan, operasional, dan pengelolaan fasilitas untuk setiap moda transportasi, sehingga dapat memberikan keselamatan, kecepatan, kenyamanan, ketepatan, ekonomis, dan bersahabat dengan lingkungan bagi pergerakan orang dan barang.

ITE juga mendefinisikan **Rekayasa Lalu Lintas** seperti definisi Rekayasa Transportasi yang berhubungan dengan perencanaan, perancangan geometri dan operasional lalu lintas dari jalan, jalan bebas hambatan, jaringan jalan, terminal, dan hubungannya dengan moda transportasi lain.

Sesuai dengan definisi di atas, Perjalanan (travel) mengacu pada permintaan akan angkutan orang dan barang antar berbagai asal dan tujuan; Lalu Lintas mengacu pada pergerakan kendaraan atau pejalan kaki pada fasilitas. Meskipun demikian, pengertian ini tidak dapat diterapkan jika perjalanan digunakan sebagai bagian dari rangkaian kata, mis. “waktu perjalanan” atau “kecepatan perjalanan”.

1.2 Cakupan Rekayasa Lalu Lintas

Rekayasa lalu lintas meliputi sistem lalu lintas, komponen jalan, lingkungan lalu lintas jalan, dan peran dari ahli lalu lintas.

1.2 1 Sistem Lalu Lintas

Sistem lalu lintas dapat dikatakan terdiri dari tiga komponen: jalan, manusia, dan kendaraan. Seperti ahli struktur tidak dapat merancang suatu struktur tanpa mengetahui

letak beban dan perilaku elemen struktur di bawah beban tersebut, maka ahli lalu lintas juga memerlukan pengetahuan tentang beban (arus lalu lintas) dan elemen (manusia dan kendaraan).

Untuk keberhasilan pengoperasian, ketiga komponen – jalan, manusia dan kendaraan – harus kompatibel. Dalam kenyataan sehari-hari hal ini tidak pernah terjadi, akibatnya sistem lalu lintas jalan seringkali gagal. Kecelakaan jalan, kemacetan dan gangguan lalu lintas merupakan contoh kegagalan sistem dan hampir semua kasus diakibatkan oleh ketidaksesuaian antar ketiga komponen, atau antar satu komponen dan lingkungan dimana sistem beroperasi.

1.2.2 Komponen Jalan

Jalan mempunyai empat fungsi:

- Melayani kendaraan yang bergerak
- Melayani kendaraan parkir
- Melayani pejalan kaki dan kendaraan tak bermotor
- Pengembangan wilayah dan akses ke daerah pemilikan

Suatu jalan mungkin hanya melayani satu fungsi (mis. jalan bebas hambatan hanya melayani kendaraan bergerak), hampir semua jalan melayani dua atau tiga fungsi di atas. Seringkali fungsi-fungsi ini tidak konsisten, mis. jalan yang melayani arus lalu lintas tinggi tidak sesuai bagi pejalan kaki, atau tidak nyaman untuk menyediakan akses. Walaupun demikian masih ada kemungkinan untuk menetapkan fungsi utama suatu jalan, dengan melarang atau tidak menyarankan untuk menggunakan jalan tersebut, atau membuat pengaturan khusus untuk melayani semua fungsi. Sebagai contoh, jalan yang padat lalu lintasnya perlu ada larangan parkir dan perlu sinyal untuk pejalan kaki atau jembatan penyeberangan. Hal serupa pada jalan lokal, dimana akses dan kegiatan pejalan kaki mendominasi, harus diatur sedemikian rupa sehingga lalu lintas menerus tidak menggunakannya.

1.2.3 Lingkungan Lalu Lintas Jalan

Lingkungan dimana terjadi pergerakan lalu lintas mempunyai pengaruh penting baik pada perancangan maupun pada pengoperasian dari sistem lalu lintas. Lingkungan dapat dikategorikan dalam lingkungan fisik, lingkungan lalu lintas, dan lingkungan sosial.

Lingkungan fisik :

- Sistem lalu lintas harus beroperasi baik siang maupun malam hari.
- Sistem lalu lintas harus dirancang beroperasi pada berbagai kondisi cuaca setempat.
- Kondisi tanah asli mempunyai pengaruh penting pada biaya konstruksi, dan berarti juga berpengaruh pada standar perencanaan.
- Kerapatan, jenis dan nilai dari bangunan fasilitas jalan dapat mempengaruhi biaya dan penerimaan masyarakat terhadap peningkatan jalan.

Lingkungan lalu lintas:

- Arus lalu lintas – variasi harian, jam-jaman
- Komposisi lalu lintas, mis. Persentase kendaraan berat dalam arus lalu lintas
- Distribusi arah. Sebagai contoh, pada jam puncak nilai distribusi arah untuk:

Jalan lingkar perkotaan	: antara 65 sampai 75 % untuk arah puncak
Jalan perkotaan	: antara 50 sampai 60 % untuk arah puncak
Jalan antar kota	: bervariasi, khususnya dimanaterdapat lalu lintas rekreasi.
- Konsistensi dalam perencanaan adalah penting, agar perencanaan yang digunakan untuk suatu potongan jalan konsisten dengan potongan jalan yang berdekatan.

Lingkungan sosial

- Undang-undang jalan, seperti ditentukan oleh peraturan lalu lintas jalan
- Pengetahuan pengemudi terhadap peraturan tersebut (mis. Kendaraan harus berhenti pada saat mendekat rambu STOP, pemakaian sabuk pengaman di fasilitas jalan bebas hambatan).
- Sifat masyarakat terhadap tanggung jawab pengemudi, seperti mengemudi dalam keadaan mabuk, ugal-ugalan, dan melebihi batas kecepatan.
- Tingkat hukuman dari peraturan lalu lintas oleh polisi

1.3 Perundang-undangan

Kebutuhan umum perundang-undangan lalu lintas jalan dapat dibagi dalam beberapa kategori utama sbb:

- **Peraturan Kendaraan:** pendaftaran, pengetesan mesin, peralatan yang harus dibawa, ukuran, berat, dan kinerja kendaraan dan komponen, seperti ban, lampu, struktur, emisi, dsb.

- **Peraturan Pengguna Jalan:** Surat ijin untuk berbagai kategori pengemudi (kendaraan umum, kendaraan angkutan barang, mobil, dsb.); prosedur dan pelaporan kecelakaan; kebutuhan asuransi; test kemampuan mengemudi; standar kesehatan; waktu kerja pengemudi; peraturan bagi pengendara sepeda dan pejalan kaki.
- **Peraturan Lalu Lintas:** jenis dan penggunaan peralatan, sinyal, rambu dan marka; definisi dan pengaturan $\square$ egara, bongkar/muat, larangan dan definisi dari penggunaan jalan, pengaturan akses dan terminal.
- **Perlindungan masyarakat:** pengaturan perencanaan, standar lingkungan – polusi suara, udara dan pandangan; penyediaan angkutan umum, lampu jalan, pelayanan informasi.
- **Penyediaan Finansial:** pengaturan pendapatan dan pengeluaran – pajak kendaraan, pajak bahan $\square$ egar, toll dan biaya yang lain – $\square$ egara, biaya pemakaian jalan, dsb. ; pajak $\square$ egar.
- **Pengelolaan dan Operasional Sistem Jalan:** klasifikasi jalan, utilitas umum, pengaturan pemeliharaan, organisasi keselamatan, program dan partisipasi umum.
- **Pengaturan Pembangunan Baru:** pembebasan lahan, perencanaan konstruksi, jalan baru dan peningkatan jalan, partisipasi umum dan pengambilan keputusan.

1.4 Undang-undang Jalan Indonesia

Undang-undang Nomor 14 Tahun 1992 Tentang Lalu Lintas & Angkutan Jalan

- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 60 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Marka Jalan.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 61 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Rambu-rambu Lalu Lintas di Jalan
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 62 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Alat pemberi Isyarat Lalu Lintas
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 63 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Persyaratan Anbang Batas Laik Jalan Kendaraan Bermotor, Kereta Gandengan, Kereta Tempelan, Karoseri dan Bak Muatan serta Komponen-komponennya.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 64 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Persyaratan Teknis Pemakaian Bahan Bakar Gas Pada Kendaraan Bermotor

- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 65 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Fasilitas Pendukung Kegiatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 66 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Fasilitas Parkir Untuk Umum.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 67 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Tata Cara Pemeriksaan Teknis dan Laik Jalan Kendaraan Bermotor di Jalan
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 71 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 72 Tahun 1993 Tanggal 9 September 1993 tentang Perlengkapan Kendaraan Bermotor.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 74 Tahun 1993 Tanggal 16 September 1993 tentang Biaya Administrasi Pendaftaran Kendaraan Bermotor.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 75 Tahun 1993 Tanggal 16 September 1993 tentang Biaya Administrasi Surat Izin Mengemudi.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 76 Tahun 1993 Tanggal 16 September 1993 tentang Sistem Informasi Kendaraan Bermotor dan Surat Izin Mengemudi.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 77 Tahun 1993 Tanggal 16 September 1993 tentang Kode Wilayah Pendaftaran Tanda Nomor Kendaraan Bermotor.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 81 Tahun 1993 Tanggal 22 September 1993 tentang Pengujian Tipe Kendaraan Bermotor.

1.5 Transportasi dan Pertumbuhan Penduduk Dunia

Jumlah perjalanan naik dengan pesat di negara yang sedang berkembang karena: penduduk bertambah, dan perkembangan ekonomi dan kemakmuran. Kenaikan jumlah penduduk perkotaan diperkirakan akan besar. Ada kecenderungan dimana makin makmur suatu negara, makin banyak yang tinggal di daerah perkotaan (lihat **Tabel 1.1.**) Hal ini akan terjadi melalui urbanisasi ke kota yang ada atau melalui timbulnya kota-kota baru.

Tabel 1.1. Kecenderungan Demografis di 30 Negara Besar di Dunia

No.	Negara	Populasi tahun 1976 (x 10 ⁴)	Proyeksi Populasi tahun 2000 (x 10 ⁴)	Populasi Urban tahun 1975 % dari populasi total	Pertumbuhan Tahunan Rata-rata tahun 1960-1975	
					Total Populasi	Populasi Urban
1.	RRC	836	1093	24	1,65	3,25
2.	India	620	958	22	2,20	3,65
3.	Uni Sovyet	257	320	61	1,05	2,60
4.	Amerika Serikat	215	254	76	10,05	1,70
5.	Indonesia	135	198	19	2,30	4,50
6.	Jepang	113	133	75	1,20	2,35
7.	Brazil	110	205	60	2,90	4,80
8.	Banglades	80	146	9	2,50	4,40
9.	Jerman	79	80	30	0,45	1,10
10.	Nigeria	77	154	29	2,50	5,80
11.	Pakistan	71	135	27	2,90	4,00
12.	Meksiko	62	126	63	3,45	4,85
13.	Inggris	56	61	78	0,45	0,45
14.	Itali	56	63	67	0,75	4,40
15.	Perancis	53	60	76	0,9	2,30
16.	Korea	52	79	45	2,60	5,50
17.	Filipina	43	75	36	2,90	4,50
18.	Thailand	43	76	17	3,00	5,00
19.	Turki	41	63	43	2,50	4,80
20.	Mesir	38	59	48	2,45	4,15
21.	Spanyol	36	45	70	1,05	2,30
22.	Polandia	34	41	57	0,95	2,50
23.	Iran	34	60	44	2,35	4,90
24.	Birma	31	50	22	2,20	4,20
25.	Ethiopia	29	54	11	2,25	4,45
26.	Afrika Selatan	26	46	50	2,85	3,45
27.	Argentina	26	33	80	1,35	2,20
28.	Zaire	25	47	26	2,70	5,00
29.	Kolombia	24	37	62	2,85	5,20
30.	Kanada	23	28	78	1,65	2,50

Tabel 1.2. Pemilikan Kendaraan Pada 1 Januari 1987

Negara	Penduduk/kendaraan
Amerika Serikat	1,8
Jerman Barat	2,2
Belanda	3,0
Brunei	3,7
Singapura	10,9
Dunia rata-rata	12,0
Malaysia	13,8
Korea Selatan	63,2
Thailand	110,6
Indonesia	185,2
Birma	1370,5
RRC	2947,5

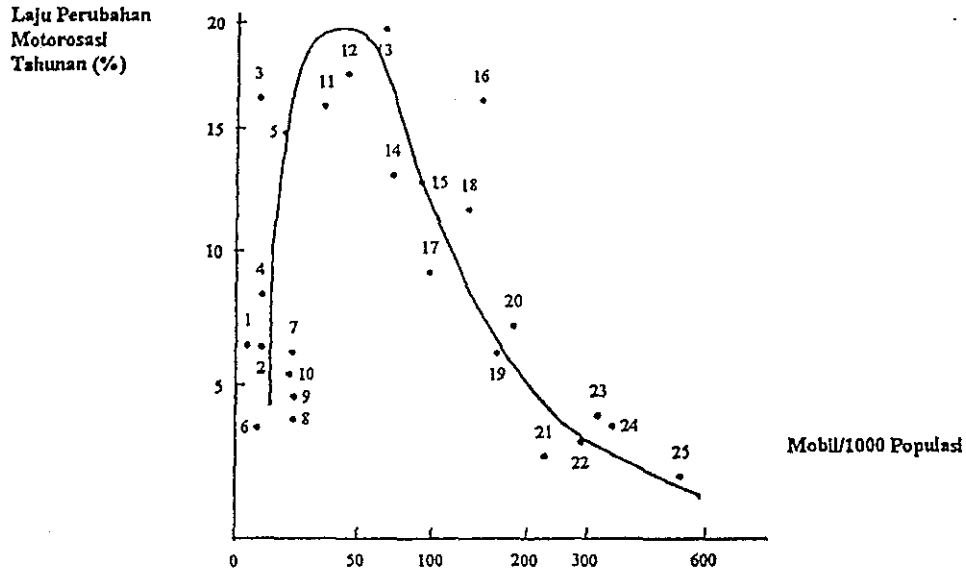
Gambar 1.1. mengindikasikan kecenderungan motorisasi di 25 negara terpilih dari negara maju dan industri untuk periode 1970-1977. Tampak hubungan yang jelas antara tingkat kepemilikan kendaraan (disebut sebagai motorisasi) dan tingkat pertumbuhannya. Pada tingkat kepemilikan kendaraan rendah, kenaikan motorisasi rendah. Dari sekitar 20 kendaraan per 1000 penduduk, motorisasi meningkat cepat sampai sekitar 20% per tahun pada tingkat kepemilikan kendaraan sekitar 40 sampai 50. Kemudian menurun mendekati nol pada tingkat 550 sampai 600 kendaraan per 1000 penduduk, yang merupakan tingkat kepemilikan kendaraan jenuh. Tingkat kepemilikan kendaraan di beberapa negara pada tahun 1987 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

1.6 Transportasi dan Masyarakat

Perkembangan ekonomi atau naiknya kemakmuran akan mengakibatkan bertambahnya perjalanan (dalam kilometer/penduduk). Hal ini terlihat dari **Gambar 1.2** yang menunjukkan kecenderungan kenaikan perjalanan yang eksponensial terhadap kenaikan GNP per kapita. Gambar ini didasarkan pada data tahun 1976, menggambarkan hubungan antara tingkat perjalanan per orang di 22 negara terpilih dan GNP per kapita.

Pendapatan tahunan per orang juga berpengaruh terhadap tingkat kepemilikan kendaraan. **Gambar 1.3.** menunjukkan hubungan GNP per kapita dan jumlah kendaraan per 1000 penduduk di 20 negara pada tahun 1976. Negara-negara tersebut meliputi negara maju, industri, dan negara sedang berkembang. Penting untuk diperhatikan bahwa tingkat motorisasi masyarakat sebagai fungsi dari GNP per kapita yang dihasilkan kurva tersebut menjadi asimtotis pada tingkat kepemilikan kendaraan sekitar 550 sampai 600 kendaraan per 1000 penduduk. Hal ini membuktikan pengamatan sebelumnya bahwa kepemilikan kendaraan cenderung mencapai jenuh pada tingkat tersebut (**Gambar 1.1.**).

Dapat disimpulkan bahwa negara semua negara sedang berkembang dengan GNP rendah sampai sedang masih akan mengalami kenaikan pesat dalam kepemilikan kendaraan, khususnya di daerah perkotaan. Negara industri telah mencapai tingkat motorisasi tinggi, sehingga pertumbuhan populasi kendaraan sangat tergantung pada kebiasaan orang mengganti kendaraan yang ada atau membeli kendaraan bekas.

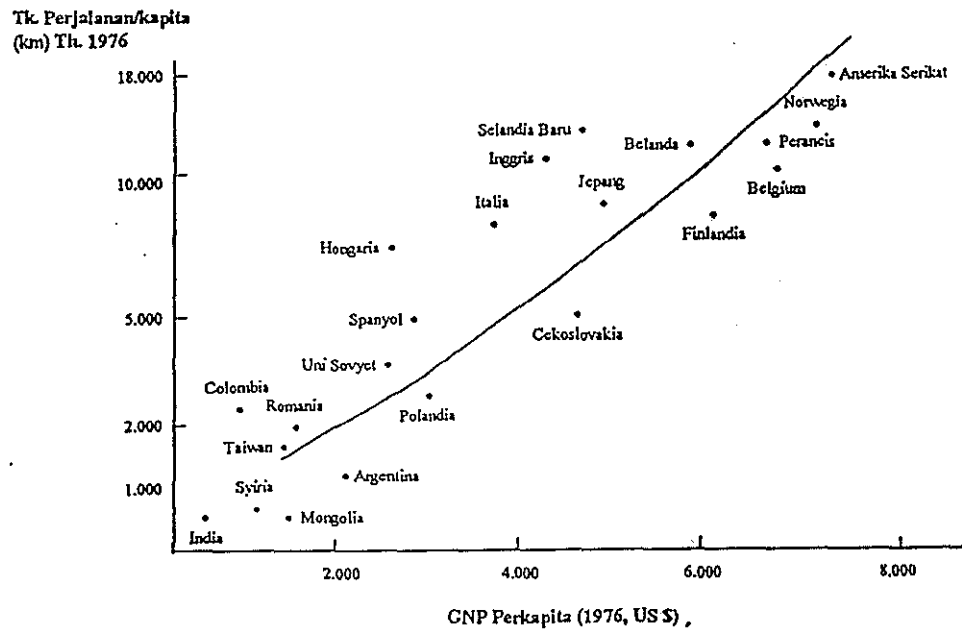


Keterangan:

1 = Rwanda	8 = Kolombia	14 = Yugoslavia	20 = Austria
2 = Indonesia	9 = Pantai Gading	15 = Libya	21 = Inggris
3 = Bolivia	10 = Tunisia	16 = Jepang	22 = Perancis
4 = Thailand	11 = Polandia	17 = Argentina	23 = Swedia
5 = Jordan	12 = Brazilia	18 = Spanyol	24 = Australia
6 = Filipina	13 = Hungaria	19 = Finlandia	25 = Amerika Serikat
7 = Algeria			

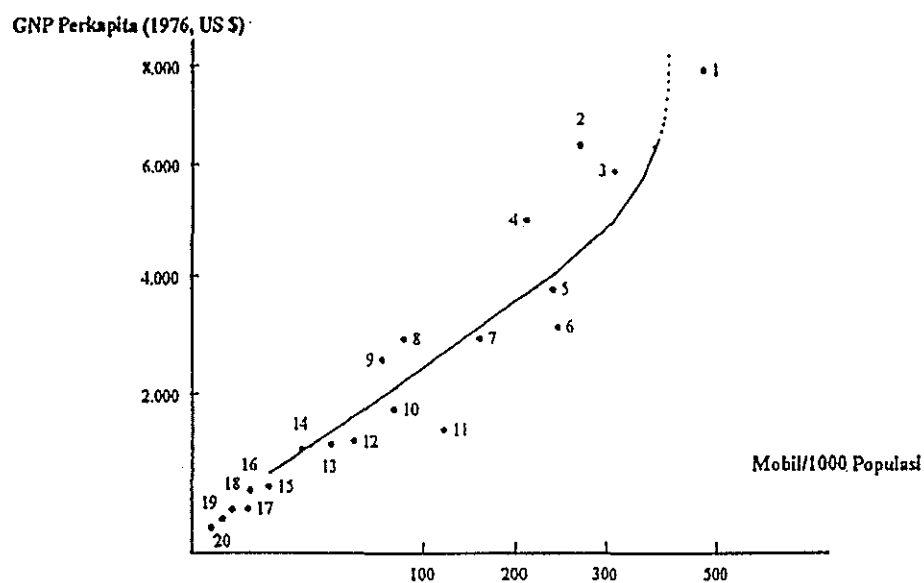
Sumber: Motor Vehicle Manufactures pada ITE 1982

Gambar 1.1. Hubungan Motorisasi Nasional dengan Laju Motorisasi Tahunan



Sumber: World Bank Atlas pada ITE 1982

Gambar 1.2. Hubungan Perjalanan Orang Tahunan dan GNP/kapita (semua moda)



Keterangan:

1 = Amerika Serikat	6 = Italia	11 = Argentina	16 = Filipina
2 = Perancis	7 = Spanyol	12 = Brazilia	17 = Thailand
3 = Australia	8 = Venezuela	13 = Meksiko	18 = Mesir
4 = Austria	9 = Hungaria	14 = Costa Rica	19 = Indonesia
5 = Inggris	10 = Yugoslavia	15 = Maroko	20 = Somalia

Sumber: World Bank pada ITE 1982

Gambar 1.3. Hubungan GNP/kapita dan Pemilikan Kendaraan Nasional (1976)

Bab 2

ELEMEN ARUS LALU LINTAS

2.1 Karakteristik Pemakai Jalan

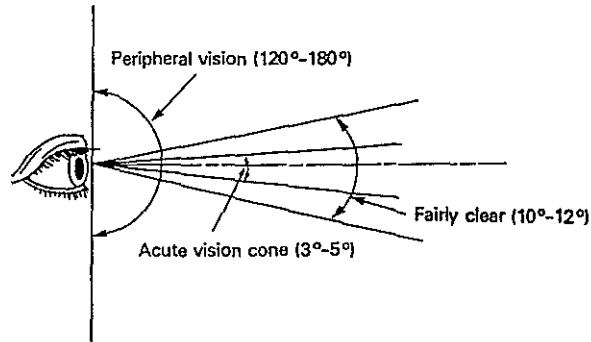
Pemakai jalan didefinisikan sebagai pengemudi, penumpang, pengendara sepeda, dan pejalan kaki yang menggunakan jalan. Bersama-sama semuanya membentuk elemen yang paling kompleks dalam sistem lalu lintas, disebut sebagai elemen manusia.

Sejumlah karakteristik pemakai jalan dapat diukur dan dapat diperhitungkan dalam keputusan-keputusan rekayasa lalu lintas. Hal ini meliputi waktu persepsi dan reaksi dan ketajaman pandangan, yang dapat diukur dan dapat dikaitkan pada analisis lalu lintas. Karakteristik penting lain, seperti faktor-faktor kekuatan fisik dan ketrampilan, pendengaran, dan fisiologis kurang dapat diukur. Meskipun demikian, ahli lalu lintas harus memperhitungkannya dengan cara yang lebih umum dalam perencanaan dan perancangan sistem lalu lintas.

2.1.1 Penglihatan

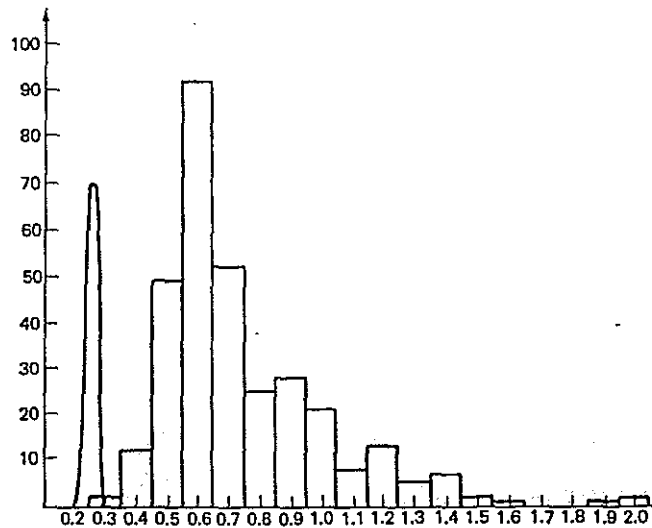
Gambar 2.1 menggambarkan tiga daerah utama dari pandangan yang mempengaruhi pekerjaan mengemudi. Daerah *clear* atau *acute vision*, dimana pesan berupa huruf dapat dilihat, hanya berada pada 3 sampai 5 derajat di sekitar garis pusat mata. Daerah yang lebih lebar *fairly clear vision*, melebar sekitar 10 sampai 12 derajat di sekitar garis pusat mata, digunakan untuk mengamati bentuk dan warna tetapi bukan tulisan khusus. Daerah *peripheral vision* bagi hampir semua orang melebar 120 sampai 180 derajat di sekitar garis pusat mata. Dalam rentang ini, baik warna maupun bentuk tidak dapat dilihat. Pengemudi menggunakan daerah *peripheral vision* untuk mengamati adanya obyek yang bergerak melalui daerah *peripheral*.

Studi mengenai daerah penglihatan sangat penting dalam menentukan letak rambu, sinyal, dan alat pengatur lainnya. Sebagai contoh rambu, harus dapat dibaca di dalam daerah 3 sampai 5 derajat. Letak rambu dan perancangannya harus memungkinkan ini terjadi tanpa memaksa pengemudi mengalihkan pandangannya dari jalan di depannya. Kenyataan bahwa warna dan bentuk dapat dilihat dalam daerah yang lebih lebar juga penting. Perancangan rambu, sinyal, dan marka ditekankan pada penggunaan warna dan bentuk yang konsisten.



Sumber: Mc. Shane and Roess (1990)

Gambar 2.1. Luas Pandangan



Sumber: Mc. Shane and Roess (1990)

Gambar 2.2. Waktu Reaksi Mengerem dari 321 Pengemudi.

2.1.2 Waktu Persepsi dan Reaksi

Tugas mengemudi merupakan serangkaian isyarat melalui mata dan telinga dimana pengemudi harus memonitor dan meresponnya. Respon dan reaksi terhadap isyarat tertentu terdiri dari empat tindakan sebagai bagian dari mengemudi:

- Persepsi : pengamatan bahwa suatu isyarat ada dan memerlukan respon
- Identifikasi : Identifikasi atau interpretasi terhadap isyarat
- Emosi atau keputusan: Penentuan respon yang sesuai terhadap isyarat
- Reaksi : Respon fisik sebagai hasil dari keputusan.

$$d_p = 0,278v.t \quad (2.1)$$

dimana:

d_p = jarak persepsi-reaksi (PIEV)(m)

- t = waktu (detik)
 v = kecepatan (kpj)

Waktu reaksi dan persepsi aktual bervariasi untuk masing-masing orang. Secara umum, waktu reaksi dan persepsi akan meningkat sangat tajam dengan bertambah kompleksnya isyarat yang memerlukan respon tersebut. **Gambar 2.2** menunjukkan studi waktu reaksi mengerem. Gambar tersebut menunjukkan rentang antara 0,3 sampai 2,0 detik, dengan nilai median 0,66 detik

2.1.3 Karakteristik Lainnya

- 1) *Kemampuan membedakan warna.* Rambu lalu lintas, marka, mata kucing (delineators), dan sinyal lalu lintas adalah menggunakan kode warna dan penggunaan warna yang konsisten membantu hampir semua pemakai jalan. Oleh karena proporsi orang yang buta warna cukup besar, maka sinyal lalu lintas, sebagai contoh, mempunyai aspek merah di atas, diikuti dengan kuning, dan kemudian diikuti dengan hijau di bawah.
- 2) *Pendengaran.* Dalam beberapa situasi, pendengaran akan menjadi masukan tambahan bagi pemakai jalan, seperti bising akibat *rumble strip* atau lonceng di persimpangan jalan rel, atau bel di penyeberangan jalan yang digunakan bagi orang buta. Bising dari kendaraan yang mendekat juga akan menjadi peringatan bagi pejalan kaki, dan bagi anak-anak yang sedang bermain di jalan perumahan dengan volume lalu lintas rendah.
- 3) *Perasaan.* Sebagai contoh, pengemudi cenderung untuk mengurangi kecepatan di permukaan yang tidak rata, untuk mengurangi kecepatan di lengkung horizontal sehingga gaya samping terhadap dirinya tidak berlebihan, untuk mengurangi tingkat pengereman sampai tingkat perlambatan nyaman meskipun tingkat yang cukup tinggi memungkinkan dalam situasi darurat, dan untuk mengambil tingkat kenyamanan dari pergerakan transversal pada saat pindah lajur.
- 4) *Tinggi mata pengemudi.* Jarak dimana pengemudi dapat melihat sepanjang jalan, dan khususnya di lengkung cembung tergantung pada tinggi mata pengemudi dari permukaan permukaan. Tinggi mata umumnya diambil 1,15 m untuk pengemudi mobil dan 1,8 m untuk pengemudi truk.
- 5) *Tinggi pejalan kaki.* Pada umumnya pejalan kaki kurang dari 2 m tingginya. Nilai ini ditambah batas yang dapat diterima, membentuk tinggi bebas yang diinginkan

terhadap bagian bawah rambu lalu lintas atau gangguan yang lain di atas trotoar. Secara fisik pejalan kaki menempati sekitar 0,7 m, tetapi memerlukan lebar besar sekitar 0,9 m untuk kenyamanan berjalan. Lebar minimum 1,2 m diperlukan untuk operasional kursi roda.

- 6) *Kecepatan jalan*. Kecepatan jalan bervariasi dari sekitar 0,75 m/detik sampai 1,8 m/detik. Untuk pengaturan waktu sinyal lalu lintas digunakan kecepatan jalan sebesar 1,2 m/detik, tetapi bila proporsi orang tua cukup tinggi maka digunakan nilai 1,0 m/detik.
- 7) *Penggeseran lateral kendaraan*. Pada saat kendaraan mendekati suatu obyek yang terletak dekat lintasannya, pengemudi cenderung menjauh dari obyek meskipun mungkin tidak pada lintasannya. Penggeseran ini sangat tergantung pada kecepatan pengemudi, kenyamanan dan pertimbangan jarak aman.
- 8) *Umur*. Untuk hampir semua orang kemampuan mengemudi mulai menurun sekitar 55 tahun. Menjadi sangat menurun pada usia setelah 75 tahun.

Faktor yang mempengaruhi perilaku Pengemudi:

(a) *Motivasi*. Motivasi mempunyai tempat penting dalam menentukan aktivitas manusia. Untuk perjalanan tertentu; pemakai jalan umumnya mempunyai beberapa tujuan akhir yang akan mempengaruhi perilaku. Karakteristik mengemudi terlihat pada perjalanan dengan keluarga akan sangat berbeda dengan orang yang akan bekerja terperangkap dalam kemacetan lalu lintas dan terlambat untuk suatu pertemuan atau rapat; pejalan kaki yang melihat-lihat etalase akan sangat berbeda dengan pekerja kantor yang terburu-buru ke tempat pemberhentian bus terdekat. Karakteristik ini, dipengaruhi oleh motivasi yang berbeda, harus dipertimbangkan secara rinci oleh perencana dalam membuat layout kota jika semua jenis pergerakan harus selamat dan nyaman.

(b) *Pengaruh lingkungan*. Faktor lingkungan ini mengikuti secara alami dari pertimbangan motivasi perjalanan. Pergerakan lalu lintas menerus apakah pejalan kaki atau kendaraan, ditetapkan pada tempatnya untuk bergerak. Permintaan puncak, yang tidak dapat ditemui pada rute menerus kecuali dengan tundaan yang panjang, menyebabkan lalu lintas beralih ke rute alternatif umumnya dari karakter yang berbeda dan dirancang untuk tujuan yang berbeda. Mereka seringkali melintas daerah perumahan menyebabkan gangguan pada makhluk hidup dengan menambahkan bahaya pada habitatnya. Meskipun demikian, arus lalu lintas itu sendiri mempunyai pengaruh paling besar pada perilaku pemakai. Studi lalu

lintas membantu perancang untuk mengerti interaksi alami dari masalah ini dan menjamin kebutuhan pengalihan untuk berbagai kondisi lalu lintas. Penerapan peraturan ambang batas kebisingan, gas buangan dan polusi udara, merupakan langkah perbaikan lingkungan secara keseluruhan.

(c) *Pendidikan*. Keuntungan nyata dari program pendidikan yang baik telah sangat discounted; sementara praktek yang baik dan buruk dapat dipelajari dengan fasilitas yang sama, sangat sulit menghapus kebiasaan buruk. Banyak kegagalan dalam penggunaan yang tepat dari fasilitas perjalanan dan penyebab kecelakaan dapat ditandai dengan kurangnya pengetahuan dan pengertian dari situasi. Media cetak, radio, dan televisi dapat meningkatkan baik secara individu maupun kelompok respons terhadap kebutuhan pemakai untuk semua umur dan mendorong perilaku yang lebih bertanggung jawab terhadap masalah sosial.

2.2 Kendaraan

Sama seperti karakteristik pengemudi yang sangat bervariasi, demikian juga karakteristik kendaraan yang menggunakan jalan. Sistem jaringan jalan mengakomodir kendaraan dengan jenis dan ukuran yang sangat bervariasi, dari mobil penumpang yang paling kecil sampai truk gandengan. Karakteristik operasional dan kinerja dari kendaraan-kendaraan tersebut bervariasi sebanding dengan ukuran dan berat, dan faktor ini harus dipertimbangkan secara eksplisit dalam perancangan dan analisis fasilitas jalan.

2.2.1 Kendaraan rencana

Ukuran dan berat kendaraan merupakan pertimbangan penting dalam perancangan jalan, persimpangan dan fasilitas parkir. Proporsi yang berbeda dari berbagai kategori kendaraan yang ada dalam arus lalu lintas memerlukan standar perancangan yang berbeda. Survei kecenderungan kendaraan antara 1961 sampai 1974 menunjukkan bahwa panjang, lebar, ukuran mesin dan kecepatan kendaraan meningkat, sementara tinggi dan radius tikungan menurun.

Pembatasan pada lebar, panjang, tinggi dan ukuran lain dari kendaraan sangat berhubungan dengan keselamatan dan efektifitas operasional lalu lintas dalam sistem jalan. Lebar dibatasi untuk memungkinkan cukup ruang bebas di dalam lajur lalu lintas untuk menyiapi. Tinggi dibatasi untuk menyediakan cukup ruang bebas di bawah jembatan dan benda-

benda untuk pelayanan di atas kepala seperti kabel listrik, dan untuk menjamin stabilitas dari guling. Kseluruhan panjang mempengaruhi waktu yang diperlukan oleh satu kendaraan untuk menyiap kendaraan lain, atau untuk kendaraan memotong jalan. Ukuran dalam, seperti jarak as dan bagian depan dan belakang mempengaruhi lebar tikungan, dan beban yang dapat dipikul kendaraan.

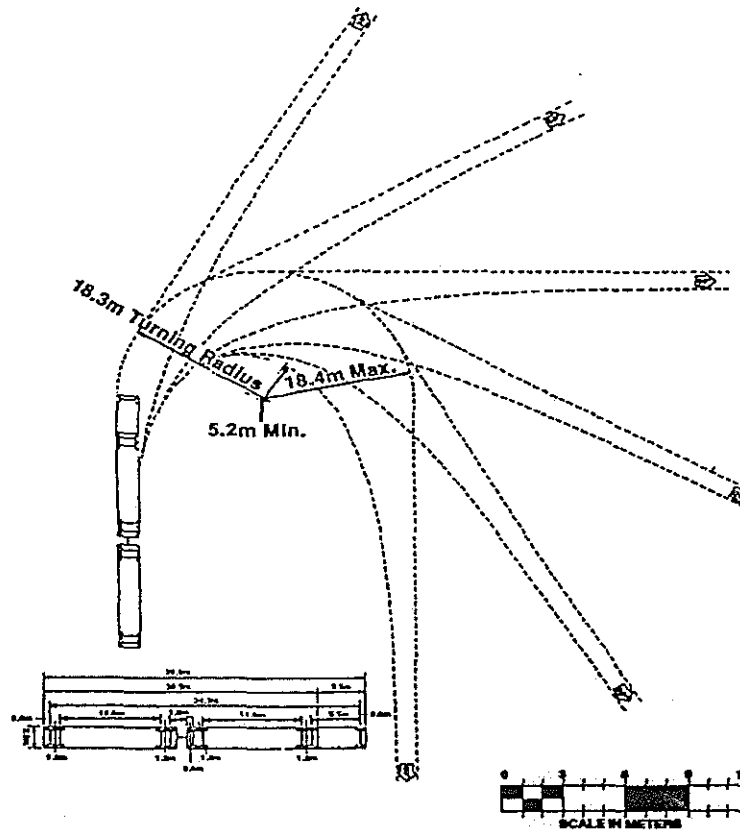
Menguntungkan, untuk banyak tujuan, karena kendaraan mempunyai karakteristik yang kurang bervariasi dibandingkan dengan pemakai jalan dan, dalam setiap kejadian, ciri tersebut dapat diatur dalam undang-undang dengan batas-batas tertentu. Peraturan dapat mencakup batas pada kinerja keseluruhan, berat dan ukuran, dan juga persyaratan minimum untuk masing-masing bagian peralatan seperti rem, lampu, dan indikator.

Untuk tujuan perancangan geometrik AASHTO menetapkan serangkaian “kendaraan rencana” dengan ukuran fisik standar. Kendaraan rencana ini digunakan untuk menentukan berbagai ciri geometrik jalan seperti lebar lajur, pelebaran pada tikungan. Ciri geometrik yang sangat dipengaruhi oleh ukuran kendaraan rencana adalah jari-jari belokan minimum.

Baik perencanaan jalan khusus di persimpangan tak sebidang atau kanalisasi di persimpangan sebidang, adalah penting untuk mempertimbangkan karakteristik membelok kendaraan yang diharapkan akan menggunakan fasilitas tersebut. Untuk tujuan konsistensi perancangan, berat dan ukuran, dan karakteristik operasional dari sepuluh jenis kendaraan di pilih untuk mewakili berbagai jenis kendaraan yang umumnya menggunakan fasilitas jalan. Pemilihan kendaraan rencana yang tepat untuk pemakaian tertentu harus dipilih jenis kendaraan yang diharapkan paling banyak menggunakan fasilitas tersebut. Sebagai contoh kendaraan rencana WB-35 (wheel base) dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.

2.2.2 Kinerja Percepatan Kendaraan

Tabel 2.1 menunjukkan tingkat percepatan pelayanan maksimum untuk berbagai jenis kendaraan pada daerah datar. Umumnya, tingkat percepatan paling tinggi terjadi pada kecepatan rendah, dan menurun dengan meningkatnya kecepatan. Kendaraan berat mempunyai tingkat percepatan lebih rendah dari pada mobil penumpang. Perbedaan dalam kemampuan percepatan merupakan penyebab utama tidak efisiennya arus lalu lintas campuran. Sebagai contoh, satu truk di persimpangan bersinyal akan menghambat semua mobil penumpang di belakangnya pada saat mempercepat dari keadaan berhenti.



Sumber: AASHTO (1994)

Gambar 2.3. Lintasan Tikungan Minimum Kendaraan Rencana WB-35

Perlu diperhatikan bahwa jarak tempuh selama percepatan dari kondisi berhenti adalah

$$d_a = 0,139.at^2 \quad (2.2)$$

dimana:

$$d_a = \text{jarak perjalanan selama percepatan (m)}$$

a = percepatan (kpj/detik)

t = waktu percepatan (detik)

Dari Tabel 2.1, Mobil besar mempercepat dari 0 ke 24 kph dalam waktu 1,5 detik pada tingkat 16,1 kph/detik, sedangkan truk gandengan memerlukan waktu 7,5 detik pada tingkat 3,2 kph/detik. Jarak percepatan adalah

Mobil besar : $d_a = 0,139 (16,1) (1,5)^2 = 5,03 \text{ m}$

Truk Gandengan : $d_a = 0,139 (3,2) (7,5)^2 = 25,02 \text{ m}$

Jarak ini mengasumsikan bahwa tingkat percepatan adalah maksimum. Dalam keadaan normal, pengemudi umumnya tidak menggunakan percepatan maksimum dari kemampuan kendaraannya, dan kedua jarak tersebut terlalu kecil.

Tabel 2.1. Kinerja Percepatan Kendaraan

Jenis Kendaraan	Berat Tipikal (kg)	Tingkat Percepatan Maksimum		
		0-24 kpj	Dari 64 kpj	Dari 96 kpj
		(kpj/detik)	(kpj/detik)	(kpj/detik)
Mobil besar	2.177	16,1	6,4	4,0
Mobil sedang	1.814	12,9	6,4	3,2
Compact car	1.361	12,9	4,8	1,8
Mobil kecil	952	9,7	1,9	1,1
Pickup	2.268	12,9	2,9	2,4
Truk 2-as tunggal	5.443	3,2	0,9	0,9
Truk semitrailer	20.411	3,2	0,6	-

2.2.3 Kemampuan Mengerem Kendaraan

Kemampuan untuk menghentikan kendaraan segera dan dalam pengaturan sepenuhnya adalah persyaratan utama sistem pengereman kendaraan dan merupakan faktor utama dalam keselamatan jalan. Karena metoda dan penggunaan rem bervariasi, baik dengan pengemudi dan kondisi lalu lintas, jarak henti secara prinsip ditentukan oleh efisiensi dan kondisi dari sistem rem dan pembebanan kendaraan, kondisi cuaca, karakteristik permukaan jalan dan karakteristik ban, dan geometrik jalan. Hampir semua pengemudi, selama pergerakan pengereman normal, memperlambat dalam dua tahap. Pertama, pada saat kaki berpindah dari pedal gas ke pedal rem ini menggunakan hambatan gerak dan pengaruh rem mesin, dan kedua, dengan menerapkan peningkatan gaya rem pada roda. Jika perencana jalan merancang kondisi jalan dengan tepat dan pengemudi sudah berpengalaman, tambahan rem hanya digunakan pada saat kondisi darurat.

Sistem rem modern memberikan retardasi lebih besar dari roda dibandingkan dari permukaan jalan, khususnya pada permukaan jalan basah. Selama pengereman proporsi beban dipindahkan dari roda belakang ke roda depan dan ini mempengaruhi as mana yang akan terkunci dengan koefisien friksi permukaan dan pusat gravitasi kendaraan. Sekitar dua pertiga dari gaya total rem diterapkan pada roda depan dari mobil modern, kompromi antara keperluan yang bertentangan dari berbagai koefisien permukaan jalan. Jika semua roda dikunci secara berurutan, distribusi yang berbeda diperlukan untuk koefisien yang

berbeda. Tingkat perlambatan umumnya bervariasi dari 1 sampai 3 m/s² pada awal perlambatan dengan pengereman akhir sampai berhenti sampai 3,5 m/s². Nilai yang lebih besar menyebabkan ketidaknyaman bagi penumpang berdiri dalam bus. Berhenti darurat, dimana tingkat perlambatan melebihi 6 m/s² dan mendekati 10 m/s² pada beberapa permukaan, mungkin menyebabkan kecelakaan bagi penumpang kendaraan.

Dalam keselamatan dan perancangan jalan karakteristik kinerja kritis dari kendaraan adalah rem, atau perlambatan. Waktu dan jarak yang diperlukan untuk kendaraan berhenti adalah pertimbangan utama dalam setiap aspek perancangan dan operasional sistem lalu lintas. Kinerja rem berhubungan dengan banyak faktor, termasuk sistem rem kendaraan, jenis dan kondisi ban, dan juga kondisi dan jenis permukaan jalan. Secara umum, jarak yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan dari satu kecepatan ke kecepatan lain (dengan menggunakan rem) dinyatakan dengan **Persamaan 2.3**.

$$d_b = \frac{v^2 - u^2}{100(f + g)} \quad (2.3)$$

dimana:

- d_b = jarak pengereman (m)
- v = kecepatan awal kendaraan (kpj)
- u = kecepatan akhir kendaraan (kpj)
- f = koefisien gesekan
- g = kemiringan, dinyatakan dalam desimal
- 100 = faktor konversi satuan

Perlu dicatat bahwa jarak pengereman hanya termasuk jarak tempuh setelah rem diinjak. Tidak termasuk jarak persepsi dan reaksi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Perlu dicatat juga bahwa jalan menurun mempunyai tanda negatif juga harus dimasukkan ke dalam persamaan. Di jalan menurun, jarak pengereman bertambah, sedangkan di jalan tanjakan jarak ini berkurang dibandingkan dengan jalan datar.

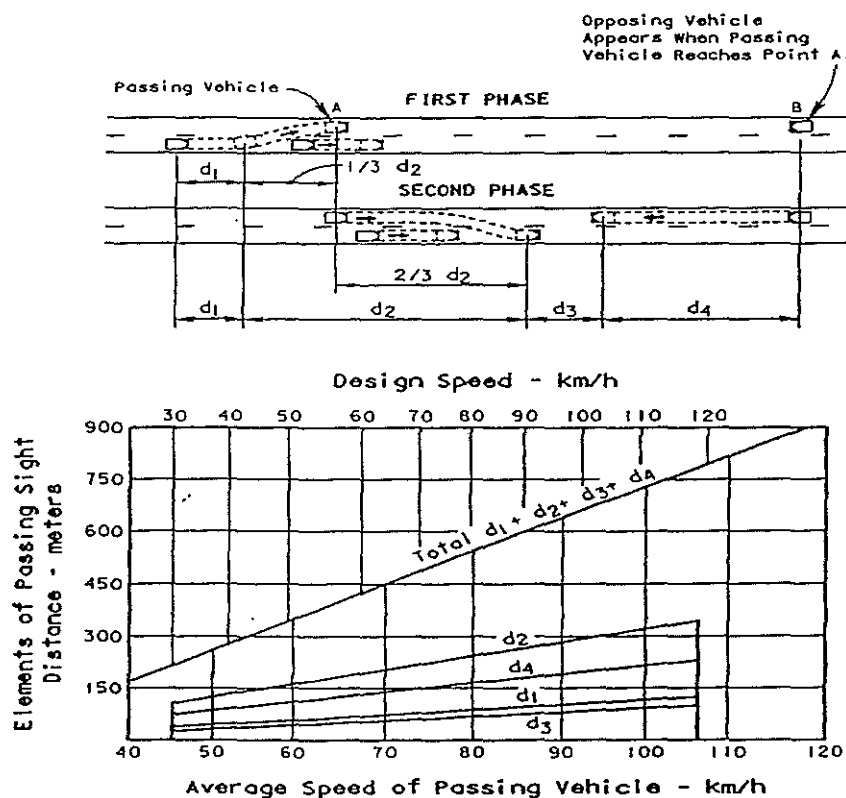
2.2.4 Pemakai Persamaan Jarak Mengerem dan Reaksi

Pengemudi perlu untuk melihat cukup jauh kedepan, sehingga memungkinkan untuk menilai situasi yang terjadi dan mengambil tindakan yang tepat. Kejadian yang umum adalah

- Memberitahu untuk berhenti pada saat mendekat penghalang,
- Memerlukan keputusan untuk menyiap, dan
- Memerlukan penilaian jenis tindakan yang diambil di simpang.

2.2.4.1 Jarak pandangan henti

Jarak pandangan henti adalah jarak yang diperlukan oleh pengemudi untuk menghentikan kendaraannya yang sedang berjalan, setelah melihat adanya penghalang pada lajur yang dijalani. Jarak ini terdiri dari tiga komponen: (a) jarak tempuh selama waktu sadar, (b) jarak tempuh selama waktu reaksi mengerem, dan (c) jarak tempuh selama pengereman. Untuk hampir semua jenis jalan umumnya digunakan nilai sebesar 1,5 dan 1,0 detik berturut-turut untuk waktu sadar dan waktu reaksi mengerem.



Gambar 2.4. Elemen Dan Total Jarak Pandangan Menyiap – Jalan Dua Lajur

Jarak pandangan henti dapat dinyatakan sebagai:

$$d_s = d_p + d_b$$

$$d_s = 0,278vt + \frac{v^2 - u^2}{100(f + g)} \quad (2.4)$$

dimana:

d_s = jarak pandangan henti (m)

2.2.4.2 Jarak pandangan menyiap

Jarak pandangan menyiap minimum untuk jalan dua-lajur dua-arah dihitung dari penjumlahan empat jarak dan dapat dilihat pada Gambar 2.4.

d_1 : Jarak yang ditempuh selama pengamatan dan waktu reaksi dan waktu memulai mengambil jalur lain

d_2 : Jarak yang ditempuh selama kendaraan yang menyusul ada di jalur lain.

d_3 : jarak antara kendaraan yang menyiap pada waktu akhir dari pergerakan menyiap dengan kendaraan dari arah lawan.

d_4 : jarak yang ditempuh oleh kendaraan dari arah lawan untuk $2/3$ dari waktu kendaraan yang menyiap berada di jalur lawan atau $2/3$ dari d_2 .

Jarak tempuh d_1 selama periode pergerakan awal dihitung dari rumus berikut:

$$d_1 = 0,278t_1 \left(v - m + \frac{at_1}{2} \right) \quad (2.5)$$

dimana:

t_1 = waktu pergerakan awal (detik)

a = percepatan (km/j/detik)

v = kecepatan kendaraan yang menyiap (kpj)

m = perbedaan kecepatan kendaraan yang disusul dan yang menyusul (kpj)

Jarak selama berada di jalur berlawanan d_2 dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$d_2 = 0,278vt_2 \quad (2.6)$$

dimana:

t_2 = waktu menyiap selama berada di jalur berlawanan (detik)

v = kecepatan kendaraan yang menyiap (kpj)

Jarak bebas, adalah jarak bebas antara kendaraan berlawanan dan kendaraan yang menyiap pada akhir gerakan menyiap, nilainya adalah antara 30 sampai 90 m.

Jarak tempuh kendaraan yang berlawanan, d_4 adalah jarak yang ditempuh kendaraan lawan pada waktu melakukan gerakan menyiap untuk memperkecil kemungkinan berhadapan dengan kendaraan lawan selama kendaraan menyiap berada di jalur lawan. Dengan asumsi kecepatan kendaraan lawan sama dengan kendaraan menyiap maka dapat dianggap:

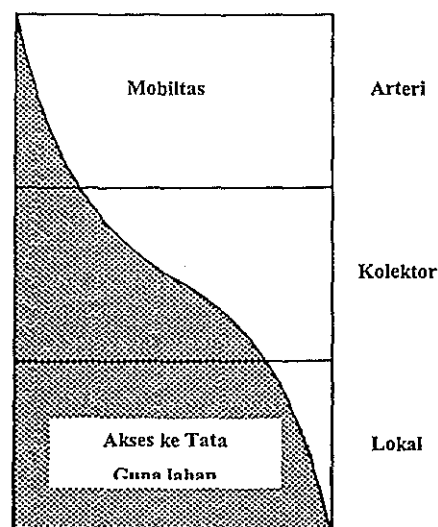
$$d_4 = 2/3 \cdot d_2.$$

2.3 Jalan

2.3.1 Klasifikasi jalan menurut fungsi

Jalan mempunyai dua fungsi yang sangat berbeda, yaitu pergerakan menerus, atau mobilitas dan akses ke tata guna lahan. Kedua fungsi tersebut adalah penting dan tidak ada perjalanan dibuat tanpa keduanya. **Gambar 2.5** menggambarkan hubungan antara sistem klasifikasi jalan menurut fungsi dan akses lahan.

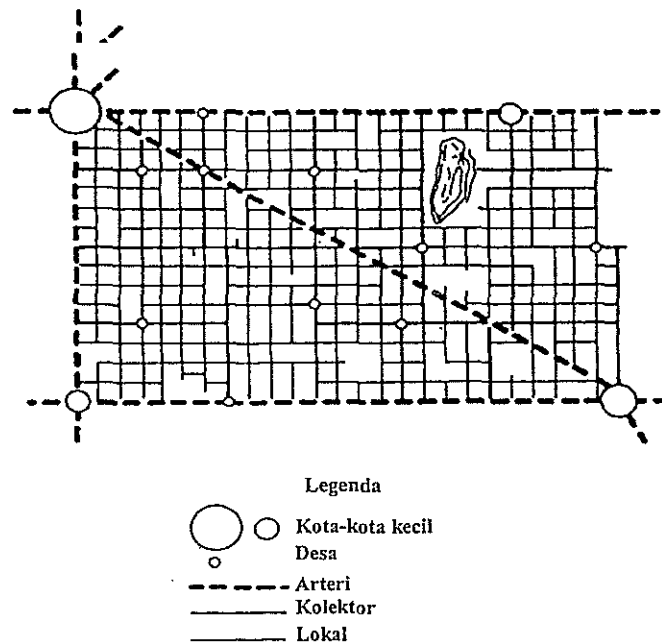
Sekali masuk ke dalam sistem jalan, pengemudi akan secara cepat mencari fasilitas yang menyenangkan selama perjalanan. Ini adalah fasilitas yang dalam perancangan atau peraturan, adalah tidak terpengaruh oleh pergerakan akses ke tata guna lahan. Perancangan memungkinkan untuk arus menerus pada jarak yang cukup jauh dengan kecepatan yang relatif tinggi. Pengemudi akan menggunakan suatu fasilitas untuk bagian terbesar dari perjalanan dalam hal meminimumkan waktu perjalanan total.



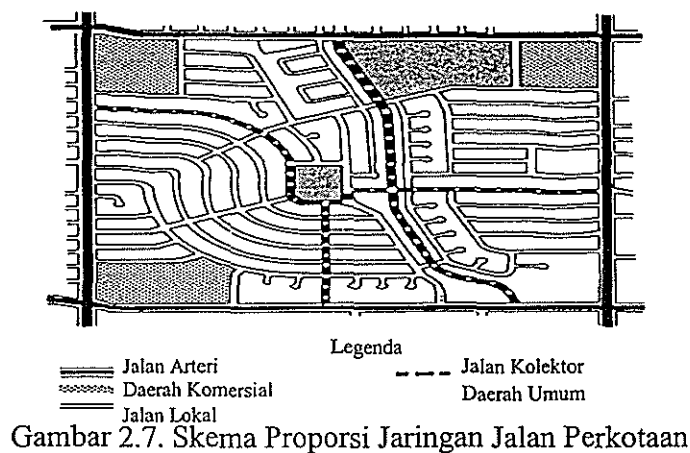
Gambar 2.5. Hubungan antara Sistem Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi dan Akses Lahan

Fungsi distribusi dan pengumpulan adalah serupa yaitu membawa pembuat perjalanan lebih dekat ke tujuan akhir di dalam daerah tujuan umum. Dalam beberapa kasus, kedua fungsi dilayani dengan fasilitas tunggal, yang umumnya jalan permukaan yang disediakan untuk efisiensi pergerakan menerus pada kecepatan rendah, tetapi juga menyediakan pelayanan akses ke tata guna lahan. **Gambar 2.6** menunjukkan ilustrasi secara skematik sistem jalan antar kota dengan persentase relatif fasilitas yang umumnya ditemukan dalam setiap klas jalan. **Gambar 2.7** merupakan ilustrasi serupa untuk jaringan jalan perkotaan.

Sistem	Persentase dari Total Panjang Jalan Antar Kota
Arteri primer	2 – 4
Arteri primer + arteri sekunder	6 – 12
Jalan kolektor	20 – 25
Jalan lokal	65 – 75



Gambar 2.6. Skema Klasifikasi Menurut Fungsi Jaringan Jalan Antar Kota



Gambar 2.7. Skema Proporsi Jaringan Jalan Perkotaan

Fasilitas jalan di klasifikasikan menurut jumlah relatif pelayanan menerus dan akses ke tata guna lahan yang disediakan. Pembagian Kelas Jalan diatur oleh PP No. 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan yang merupakan peraturan pelaksanaan dari UULLAJ No. 14/1992. Pembagian kelas tersebut adalah :

- (1) Jalan kelas I
Jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan lebih besar dari 10 ton.
- (2) Jalan kelas II
Jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm dan muatan sumbu terberat diijinkan 10 ton.
- (3) Jalan kelas IIIA
Jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 8 ton.
- (4) Jalan kelas IIIB
Jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 8 ton.
- (5) Jalan kelas IIIC
Jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 8 ton.

2.3.2 Ciri geometrik jalan

Pengertian tentang perencanaan geometrik mempunyai empat elemen dasar, yaitu: alinemen horisontal, alinemen vertikal, dan perencanaan potongan melintang. Alinemen horisontal dan vertikal ditentukan oleh dua kriteria perencanaan dasar: kecepatan rencana dan jarak pandangan.

2.3.2.1 Alinemen horisontal

Alinemen horisontal didefinisikan sebagai proyeksi dari sumbu jalan pada suatu bidang horisontal. Alinemen ini terdiri dari bagian lurus dan bagian tikungan. Suatu tikungan yang baik umumnya terdiri dari busur lingkaran dengan lengkung peralihan di kedua ujungnya sebagai peralihan dari busur lingkaran ke bagian lurus.

Kegunaan lengkung peralihan adalah:

- Lengkung peralihan yang baik memberikan jejak yang mudah diikuti, sehingga gaya sentrifugal bertambah dan berkurang secara teratur sewaktu kendaraan memasuki dan meninggalkan busur lingkaran. Hal ini memperkecil kemungkinan pengambilan lajur yang berada di sebelahnya.
- Panjang lengkung peralihan memberikan kemungkinan untuk mengatur pencapaian kemiringan. Peralihan dari kemiringan normal (normal crossfall) ke superelevasi penuh pada busur lingkaran dapat dilakukan sepanjang lengkung peralihan. Pencapaian kemiringan di tikungan tanpa lengkung peralihan, umumnya dilakukan sebagian pada bagian busur lingkaran dan sebagian pada bagian lurus.
- Tampak suatu jalan akan bertambah baik dengan menggunakan lengkung peralihan.

Jari-jari lengkung minimum ditentukan oleh dua faktor pembatas yaitu dinamika operasional kendaraan dan jarak pandangan. Dinamika kendaraan tergantung pada kecepatan rencana, karakteristik gesekan samping perkerasan dan ban, dan superelevasi. Superelevasi sebenarnya merupakan bagian dari perencanaan potongan melintang tetapi secara integral berhubungan dengan alinyemen horisontal. Pada kurva horisontal disediakan kemiringan melintang dengan bagian rendah pada bagian dalam dari kurva. **Gambar 2.8** menggambarkan pergerakan kendaraan saat menikung di kurva horisontal. Jari-jari minimum kurva dinyatakan dengan **Persamaan 2.7**.

$$R = \frac{v^2}{127(e + f)} \quad (2.7)$$

dimana:

R = jari-jari minimum kurva (m)

v = kecepatan rencana (kpj)

e = superelevasi

f = koefisien gesekan samping

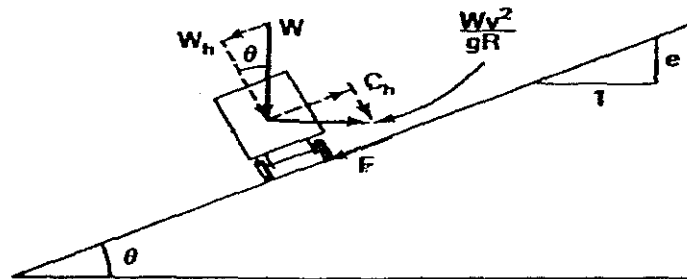
Untuk lengkung horisontal dapat dinyatakan dalam radius, R atau derajat lengkung, D . Derajat lengkung adalah sudut pusat yang terjadi dengan busur 25 m. Hubungan antara R dan D adalah:

$$\frac{25}{2\pi \cdot R} = \frac{D}{360}$$

sehingga

$$D = \frac{1432,394}{R} \quad (2.8)$$

dimana D dalam derajat.



Legenda

W	:	Kendaraan dalam Kg
θ	:	Sudut Kemiringan Perkerasan
v	:	Kecepatan dalam m/detik
e	:	Superelevasi = $\tan \theta$
F	:	Gesekan Samping
$F = f_w \cos \theta$ dimana f adalah koefisien gesekan		
g	:	9,8 m/detik ²
R	:	Jari-jari tikungan dalam m

Gambar 2.8 Gaya-gaya yang dialami Kendaraan Pada Saat Berada di Tikungan

Karena lengkung lingkaran mempunyai jari-jari yang tetap yaitu R dan bagian jalan yang lurus mempunyai jari-jari tak terhingga, seringkali digunakan lengkung peralihan spiral untuk menghubungkan bagian yang lurus dan lengkung lingkaran. Spiral adalah lengkung yang mulai dengan jari-jari tak terhingga dan menurun sampai jari-jari R di sepanjang lengkung peralihan. Gambar 2.9 menggambarkan pandangan pengemudi yang mendekat lengkung horisontal dengan penghubung spiral dan tanpa penghubung spiral.

Spiral bukan merupakan bagian yang kritis dari perancangan jalan, dan beberapa lengkung horisontal dirancang tanpa menggunakan spiral, khususnya untuk lengkung dengan jari-jari besar atau pada fasilitas dengan kecepatan rencana kecil.

Panjang lengkung peralihan dapat ditentukan dengan menggunakan **Rumus 2.9**.

$$L = 0,0702 \frac{V^3}{R.C} \quad (2.9)$$

dimana:

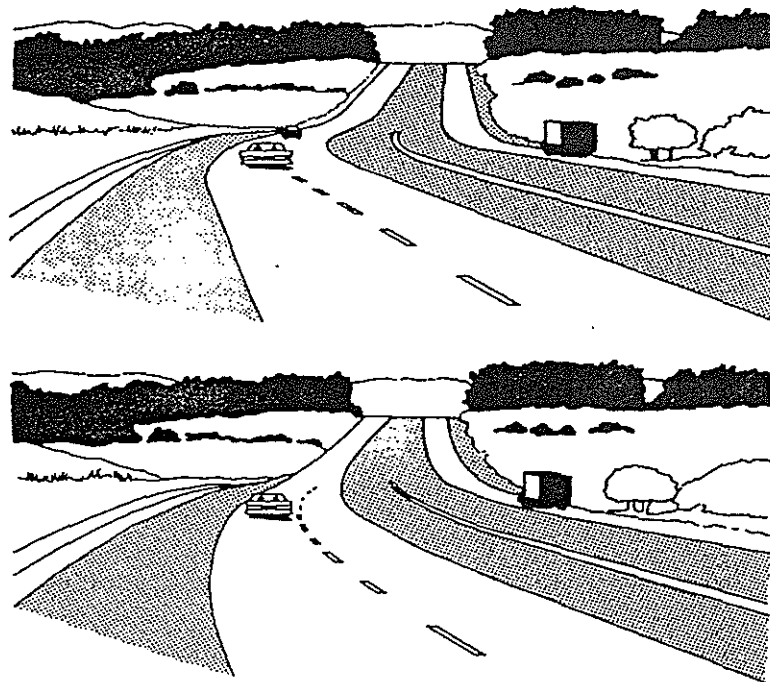
L = panjang lengkung peralihan minimum (m)

V = kecepatan (km/jam)

R = jari-jari (m)

C = perubahan percepatan sentripetal (m/dt^3).

Faktor C merupakan nilai empiris yang berkaitan dengan kenyamanan dan keselamatan. Nilai $C=1$ umumnya digunakan untuk jalan rel, sedangkan untuk jalan digunakan nilai antara 1 sampai 3. Kadang-kadang rumus ini diubah dengan memperhitungkan pengaruh dari superelevasi yang memberikan hasil nilai L yang lebih pendek. Jalan tidak memerlukan ketelitian tinggi seperti yang didapatkan dengan menggunakan rumus tersebut di atas. Yang lebih praktis untuk menentukan panjang lengkung peralihan adalah dengan yang sama dengan panjang pencapaian kemiringan



Gambar 2.9 Ilustrasi Lengkung Peralihan Spiral

2.3.2.2 Alinemen vertikal

Alinemen didefinisikan sebagai proyeksi sumbu jalan pada bidang vertikal. Pada alinemen vertikal akan terlihat pendakian dan penurunan dari sumbu jalan. Alinemen vertikal terdiri dari serangkaian gradien yang dihubungkan oleh lengkung vertikal. Contoh tipikal alinemen vertikal dapat dilihat pada **Gambar 2.10**. Gradien umumnya dinyatakan dalam persen, mis. kenaikan vertikal untuk setiap jarak horisontal 100 m. Berdasarkan kesepakatan, gradien ditetapkan positif jika mendaki dari kiri ke kanan dan negatif jika menurun.

Lengkung Cembung

Panjang lengkung vertikal cembung untuk $S \leq L$

$$L_{\min} = \frac{AS^2}{\left[(2h_1)^{\frac{1}{2}} + (2h_2)^{\frac{1}{2}} \right]^2} \quad (2.10)$$

atau untuk $S > L$

$$L_{\min} = 2S - \frac{2 \left(h_1^{\frac{1}{2}} + h_2^{\frac{1}{2}} \right)^2}{A} \quad (2.11)$$

Jika $h_1 = 1,05$ m dan $h_2 = 0,26$ m, maka Persamaan (2.10) dan (2.11) dengan menggunakan jarak pandang henti, untuk $S \leq L$

$$L_{\min} = \frac{AS^2}{471} \quad (2.12)$$

atau untuk $S > L$

$$L_{\min} = 2S - \frac{471}{A} \quad (2.13)$$

Jika $h_1 = h_2 = 1,05$ m maka Persamaan (2.12) dan (2.13) dengan menggunakan jarak pandang menyusul, untuk $S \leq L$

$$L_{\min} = \frac{AS^2}{840} \quad (2.14)$$

dan untuk $S > L$

$$L_{\min} = 2S - \frac{840}{A} \quad (2.15)$$

Lengkung Cekung

Untuk $S \leq L$

$$L_{\min} = \frac{AS^2}{\left[8D - \frac{8(h_1 + h_2)}{2} \right]} \quad (2.16)$$

dan untuk $S > L$

$$L_{\min} = 2S - \frac{\left[8D - \frac{8(h_1 + h_2)}{2} \right]}{A} \quad (2.17)$$

Jika $h_1 = 1,05$ m dan $h_2 = 0,26$ m, maka Persamaan (2.16) dan (2.17) dengan menggunakan jarak pandang henti, untuk $S \leq L$

$$L_{\min} = \frac{AS^2}{[800D - 524]} \quad (2.18)$$

dan untuk $S > L$

$$L_{\min} = 2S - \frac{[800D - 524]}{A} \quad (2.19)$$

Semua persamaan di atas didasarkan pada pandangan selama siang hari. Pada malam hari ditentukan oleh jarak terang lampu kendaraan dan panjang kurva cekung minimum untuk:

$S \leq L$

$$L = \frac{S^2 A}{200(h_3 + S \cdot \tan \alpha)}$$

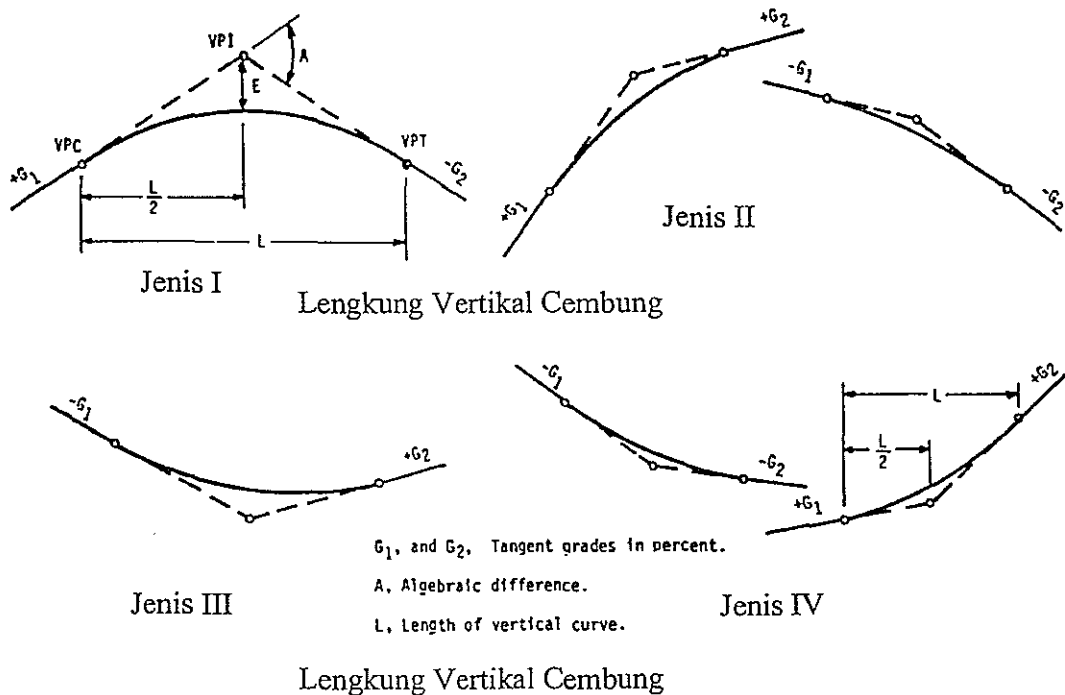
dan untuk $S > L$

$$L = 2S - \frac{200(h_3 + S \cdot \tan \alpha)}{A}$$

dimana

h_3 = tinggi lampu kendaraan (umumnya 0,6 m di atas jalan)

α = sudut perbedaan ke arah depan dari sinar lampu (umumnya 1 derajat)



Gambar 2.10. Alinemen Vertikal Tipikal

2.3.2.3 Perencanaan Potongan Melintang

Potongan melintang jalan mengacu pada perencanaan elemen ke arah lateral di dalam daerah milik jalan dan meliputi tiga elemen utama:

- (1) Lajur kendaraan. Ini meliputi jumlah dan lebar lajur dan kemiringan melintang lajur.
- (2) Tepi jalan. Ini mengacu pada elemen di tepi jalan yang menyediakan pelayanan bagi lalu lintas dan/atau perlindungan, termasuk bahu jalan, timbunan dan/atau galian, pagar, perlengkapan jalan (rambu, tiang lampu, dsb.), kerb, trotoar, dan elemen lainnya.
- (3) Median. Ini mengacu pada daerah antar arah arus lalu lintas (pada jalan terbagi) dan pada pagar pembatas arah arus.

