



TEKNIK LALU LINTAS

Dr.Eng. Muhammad Zudhy Irawan, S.T., M.T.



Materi Kuliah S1 – JTSL FT UGM

MATERI PEMBELAJARAN

2

- Pengertian Teknik Lalulintas dan Karakteristik Pengendara
- Karakteristik Kendaraan dan Lalu lintas
- Karakteristik Kecepatan
- Hubungan Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan
- Teori Makroskopis dan Mikroskopis
- Pembagian Jalan Menurut Status dan Fungsi Jalan
- Cara Pengumpulan Data Lalulintas: Volume Lalu lintas, *Headway*, Kecepatan, dan Kepadatan
- Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Jalan

3

PENGANTAR TEKNIK LALU LINTAS

PENDAHULUAN

4

- Teknik lalu lintas adalah bagian dari ilmu teknik transportasi
- ITE (*Institute of Transport Engineering*) mendefinisikan teknik transportasi sebagai berikut:
... Suatu prinsip ilmu transportasi penerapan teknologi untuk perencanaan, perancangan, operasi, perawatan, dan manajern dari suatu sistem beserta fasilitas-fasilitasnya untuk semua moda transportasi, dengan tujuan untuk membuat transportasi baik untuk pergerakan orang maupun barang yang aman, cepat, nyaman, ekonomis, dan ramah lingkungan ...

- Sedangkan teknik lalu lintas berdasarkan ITE didefinisikan sebagai berikut:

... Bagian dari teknik transportasi yang terkait dengan perencanaan, perancangan geometri, dan pengoperasian lalu lintas yang aman dan efisien baik di jalan, simpang, maupun jaringan secara keseluruhan yang diperuntukkan bagi pengguna (pengendara dan bukan pengendara) ...



SEJARAH TEKNIK LALU LINTAS

- Sudah dikenal sejak lama, namun baru dikembangkan tahun 1950-an. Contoh: pada Jaman Romawi sudah terdapat aturan kereta berkuda masuk kota pada malam hari
- Sesudah timbul kemacetan, ilmu teknik lalu lintas makin berkembang
- Perkembangan: penggunaan lampu lalu lintas sebagai pengatur simpang
- Perkembangan lebih lanjut: Koordinasi lampu lalu lintas (ATCS: *Area Traffic Control System*)

PERMASALAHAN dan PENDEKATANNYA

- Pada umumnya, perbandingan pertumbuhan kendaraan dengan pertumbuhan panjang jalan adalah 6:1, yang kemudian menyebabkan permasalahan transportasi seperti kecelakaan dan kemacetan
- 2 Pendekatan untuk mengurangi permasalahan di atas:
 1. Construction approaches: membangun jalan dan memperlebar jalan
 2. Restrictive approaches: tanpa membangun jalan dan memperlebar jalan (manajemen *demand* perjalanan dan manajemen lalu lintas)

PENDAHULUAN

- Keberhasilan pengoperasian sistem transportasi tergantung pada hubungan antara:
 1. Pengguna jalan
 2. Karakteristik Kendaraan
 3. Alat pengontrol lalu lintas
 4. Kondisi jalan dan lingkungan

KARAKTERISTIK PENGGUNA JALAN

- Karakteristik pengguna jalan dapat dikaji dari berbagai segi, diantaranya:
 1. Cara mengemudi
 2. Pengamatan pengendara
 3. *Perception-reaction time*
 4. Keputusan pengemudi

1. Cara Mengemudi

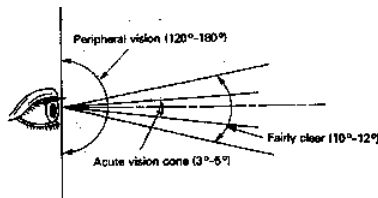
- 3 *point* penting di dalam mengemudikan kendaraan
 1. Kontrol : menjaga kendaraan tetap pada kecepatan yang diinginkan dan di posisi/lajur yang sesuai
 2. Guidance : Berinteraksi dengan kendaraan lain (mengikuti dan diikuti, menyiap dan disiap) dengan pengaturan headway dan mengikuti petunjuk marka, rambu, dan sinyal lalu lintas
 3. Navigasi : Mengikuti jalan yang sudah tepat untuk sampai ke tempat tujuan, baik secara manual, membaca rambu petunjuk, atau menggunakan gps.

- Oleh karenanya, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:
 1. Informasi yang dibutuhkan oleh pengemudi harus diletakkan di tempat yang paling sesuai dan informatif
 2. Kondisi jalan harus didesain sedemikian sehingga pengemudi mudah mengikutinya
 3. Jangan mendesain sesuatu yang membuat pengemudi melakukan kontrol, *guidance*, dan navigasi secara bersamaan

2. Pengamatan Pengendara

- Pengamatan Pengguna Kendaraan:
 1. Visual (mata)
 2. Pendengaran (telinga)
 3. Perasaan
 4. Syaraf
- Diperlukan di dalam perancangan jalan untuk meminimalisir kecelakaan

- Visual paling penting digunakan (kontribusi 90 persen)
- Pengamatan visual meliputi:
 1. Ketajaman Pandangan
 - Pandangan tajam (3° - 5°)
 - Pandangan cukup jelas (10° - 12°)
 - Pandangan terlihat (120° - 180°)



3. Proses Perception – Reaction

- Adalah waktu yang dibutuhkan pengemudi untuk melakukan:
 1. *Perception*
 2. *Intellection* atau *identification*
 3. *Emotion* atau *decision*
 4. *Volition* atau *reaction*
- Sering disebut sebagai PIEV
- Proses ini tidak termasuk waktu untuk kendaraan bergerak sesuai yang diinginkan (misal: kendaraan berhenti atau pindah lajur)

- *Perception* (tanggapan memahami)

Proses mengenali suatu rangsangan yang diterima melalui mata, telinga maupun indera yang lain yang memerlukan penelaahan di otak. Waktu yang dibutuhkan untuk proses ini disebut waktu tanggapan (*perception time*).

- *Intellection or identification* (pengenalan)

Proses pemikiran yang diterima otak. Proses ini disebut proses pengenalan (*intellection process*). Bagi pengemudi yang berpengalaman, proses ini akan lebih cepat.

- *Emotion or decision* (emosi atau keputusan)

Keputusan untuk melakukan respon yang tepat terhadap suatu rangsangan. Emosi mempengaruhi proses pengambilan keputusan, setelah melalui *perception* dan *intellection*. Emosi dipengaruhi oleh usia dan jenis kelamin.

- *Volition or reaction* (kemauan atau reaksi)

Reaksi untuk mengambil suatu tindakan dengan berbagai pertimbangan yang diambil, seperti: menginjak pedal rem atau membanting setir ke kiri/kanan. Waktu untuk merespon ini disebut *volition time*.

- Pada umumnya waktu yang dibutuhkan adalah 1,5 – 2,5 detik

- Meskipun demikian, nilai tersebut tidak *fixed* dan juga sangat tergantung terhadap kesulitan setiap proses PIEV nya

- Contoh proses PIEV pada pengemudi yang menuju rambu STOP

1. Pengemudi melihat rambu (*perception*)
2. Pengemudi mengenali rambu tersebut sebagai rambu STOP (*intellection*)
3. Pengemudi memutuskan untuk berhenti (*emotion*)
4. Pengemudi meletakkan kakinya pada pedal rem (*volition*)

- PIEV time dipengaruhi oleh:
 1. Umur
 2. Kelelahan
 3. Keterbatasan fisik
 4. Kompleksitas tanda/rambu
 5. Pengaruh alkohol dan obat bius, dll.

Kondisi Jalan	Kondisi Pengemudi	Kompleksitas Rambu	Waktu PIEV (dtk)
Jalan dengan arus lalu lintas rendah	Fokus	Rendah	1,5
Jalan perkotaan	Fokus	Tinggi	2,5
Jalan perkotaan	Lelah	Tinggi	3
Jalan utama di pedesaan (2 lajur)	Lelah	Sedang	3
Jalan pedesaan	Lelah	Rendah	2,5

Sumber: Sivak, M., et al, "Radar Measured Reaction Times of Unalerted Drivers to Brake Signals," *Perceptual Motor Skills* 55, 1982.

4. Keputusan Pengendara

Keputusan pengendara (seperti untuk mengerem/tidak, menyiap/tidak, dll.) sangat tergantung pada:

- Pengamatan
- Tujuan Pengendara
- Keputusan Penedara
- *Timing*

KARAKTERISTIK PEJALAN KAKI

Mempengaruhi rancangan dan lokasi alat kontrol lalu lintas → rancangan *all red* dengan memperbolehkan pejalan kaki menyeberangi simpang

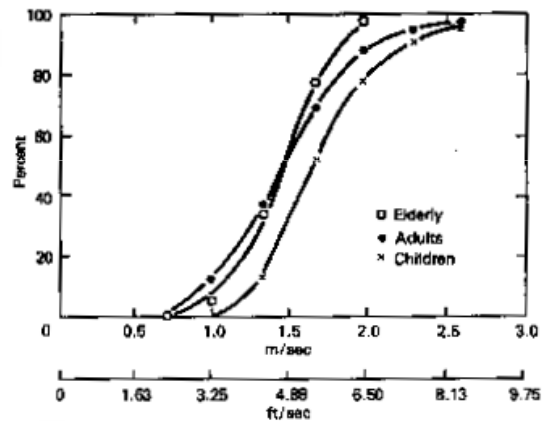


COUNTDOWN TIMER

Luar Negeri



Dalam Negeri



Kecepatan pejalan kaki pada saat menyeberang pada tempat penyeberangan
 Sumber : Sleight, "the Pedestrian", Human Factors in Traffic Safety Research, 1972

KARAKTERISTIK KENDARAAN

PENDAHULUAN

29

- Kriteria untuk desain geometrik jalan dan tebal perkerasan didasarkan pada:
 1. Karakteristik statis kendaraan : berat dan ukuran kendaraan
 2. Karakteristik kinematis kendaraan : percepatan
 3. Karakteristik dinamis kendaraan: tahanan yang terjadi

1. KARAKTERISTIK STATIS KENDARAAN

30

- Adalah: berat dan ukuran kendaraan
- Berat kendaraan digunakan untuk menentukan tebal perkerasan
- Ukuran kendaraan digunakan untuk menentukan lebar lajur, lebar bahu jalan, panjang dan lebar tempat parkir, maupun panjang tikungan

31

- Terdapat 2 standar yang umumnya digunakan di dalam mengklasifikasikan kendaraan di Indonesia
 1. AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)
 2. RSNI T-14-2004 untuk perencanaan geometrik jalan perkotaan dan SNI-1997 untuk jalan antar kota

32

- Pada tikungan, lebar tikungan didesain untuk dapat mengakomodasi jenis kendaraan yang diijinkan lewat, yang terdiri dari
 1. Alinyemen vertikal dan horisontal
 2. Lebar lajur
 3. Radius belok
 4. Jarak pandang

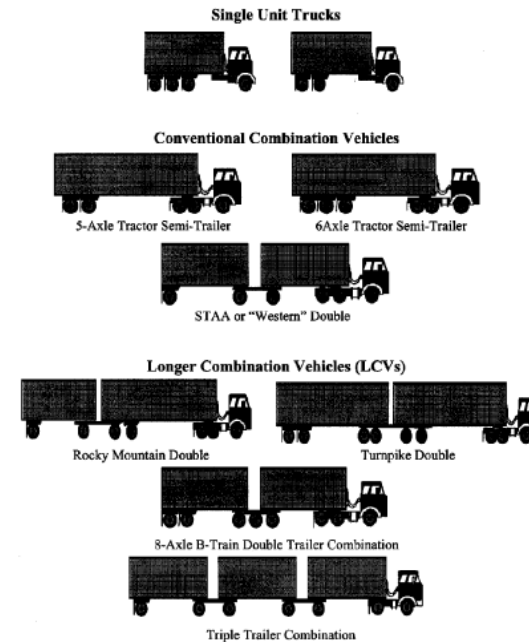
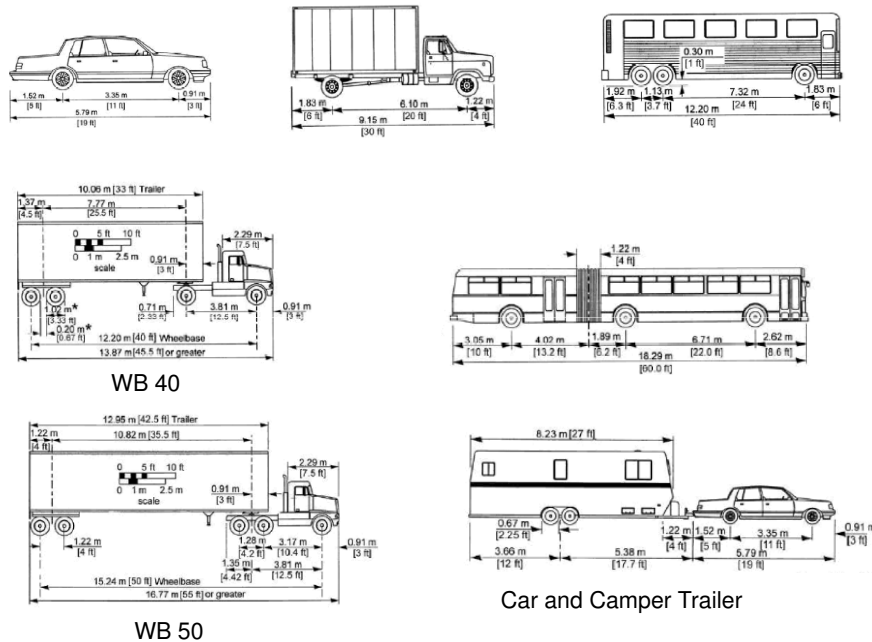
PENENTUAN DESAIN KENDARAAN

- Penentuan desain kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dipengaruhi oleh fungsi atau klasifikasi jalan tersebut dan proporsi tipe kendaraan yang akan menggunakan jalan tersebut
- Pada jalan lintas, haruslah dapat mengakomodasi lalu lintas truk
- Penentuan jenis kendaraan yang dapat melewati suatu ruas jalan juga harus diatur di dalam undang-undang

STANDAR AASHTO

1 meter = 3.28084 feet
1 feet = 0.3048 meter

		U.S. Customary											
		Dimensions (ft)											
Design Vehicle Type	Symbol	Overall			Overhang				Typical Kingpin to Center of Rear Axle				
		Height	Width	Length	Front	Rear	WB ₁	WB ₂	S	T	WB ₃	WB ₄	
Passenger Car	P	4.25	7	19	3	5	11	—	—	—	—	—	—
Single-Unit Truck	SU	11–13.5	8.0	30	4	6	20	—	—	—	—	—	—
Buses													
Inter-city Bus (Motor Coaches)	BUS-40	12.0	8.5	40	6	6.3*	24	3.7	—	—	—	—	—
City Transit Bus	CITY-BUS	12.0	8.5	45	6	8.5*	26.5	4.0	—	—	—	—	—
Conventional School Bus (65 pass.)	S-BUS 36	10.5	8.0	35.8	2.5	12	21.3	—	—	—	—	—	—
Large School Bus (84 pass.)	S-BUS 40	10.5	8.0	40	7	13	20	—	—	—	—	—	—
Articulated Bus	A-BUS	11.0	8.5	60	8.6	10	22.0	19.4	6.2*	13.2*	—	—	—
Trucks													
Intermediate Semitrailer	WB-40	13.5	8.0	45.5	3	2.5*	12.5	27.5	—	—	—	—	27.5
Intermediate Semitrailer	WB-50	13.5	8.5	55	3	2*	14.6	35.4	—	—	—	—	37.5
Interstate Semitrailer	WB-62*	13.5	8.5	68.5	4	2.5*	21.6	40.4	—	—	—	—	42.5
Interstate Semitrailer or WB-67	WB-65**	13.5	8.5	73.5	4	4.5–2.5*	21.6	43.4–45.4	—	—	—	—	45.5–47.5
Double-Bottom-Semitrailer/Trailer	WB-67D	13.5	8.5	73.3	2.33	3	11.0	23.0	3.0 ^f	7.0 ^f	23.0	—	23.0
Triple-Semitrailer/Trailers	WB-100T	13.5	8.5	104.8	2.33	3	11.0	22.5	3.0 ^f	7.0 ^f	23.0	23.0	23.0
Turnpike Double-Semitrailer/Trailer	WB-109D*	13.5	8.5	114	2.33	2.5*	14.3	39.9	2.5*	10.0 ^f	44.5	—	42.5
Recreational Vehicles													
Motor Home	MH	12	8	30	4	6	20	—	—	—	—	—	—
Car and Camper Trailer	P/T	10	8	48.7	3	10	11	—	5	19	—	—	—
Car and Boat Trailer	P/B	—	8	42	3	8	11	—	5	15	—	—	—
Motor Home and Boat Trailer	MH/B	12	8	53	4	8	20	—	6	15	—	—	—
Farm Tractor ^g	TR	10	8–10	16 ^g	—	—	10	9	3	6.5	—	—	—



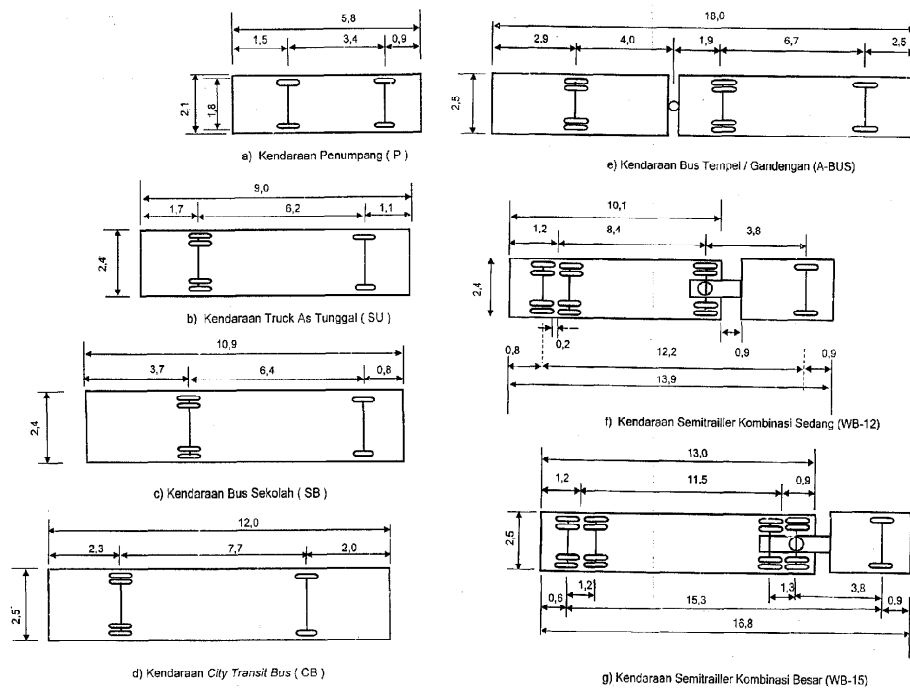
KONFIGURASI SUMBU & TYPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBANMUATAN MAKSIMUM(ton)	BERATTOTAL MAKSIMUM(ton)	UE18 KSAI KOSONG	UE18 KSAI MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	50% 50%
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	34% 66%
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	34% 66%
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	34% 66%
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	26% 75%
1,2-2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	18% 28% 27% 27%
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	18% 41% 41%
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830	18% 28% 27% 54%

(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MNEM83).

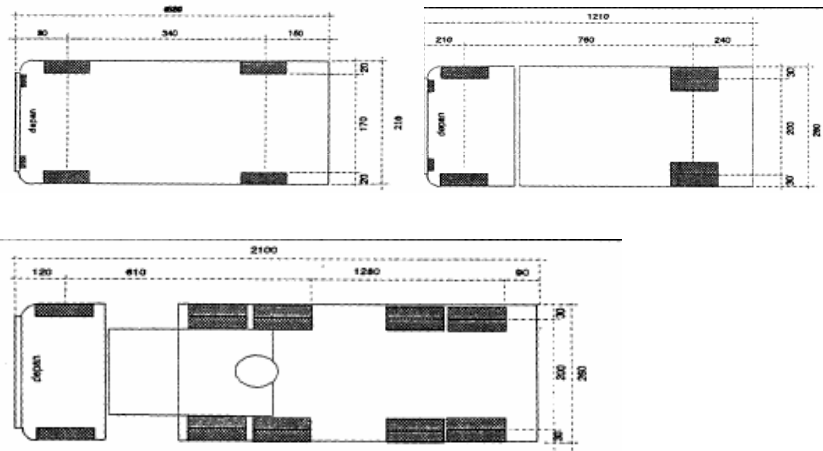
STANDAR RSNI T-14-2004

Jenis kendaraan rencana	Simbol	Dimensi kendaraan			Dimensi tonjolan	
		Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang
Mobil penumpang	P	1,3	2,1	5,8	0,9	1,5
Truk As Tunggal	SU	4,1	2,4	9,0	1,1	1,7
Bis Gandengan	A-BUS	3,4	2,5	18,0	2,5	2,9
Truk Semitrailer Kombinasi Sedang	WB-12	4,1	2,4	13,9	0,9	0,8
Truk Semitrailer Komb.Besar	WB-15	4,1	2,5	16,8	0,9	0,6
<i>Conventional School Bus</i>	SB	3,2	2,4	10,9	0,8	3,7
<i>City Transit Bus</i>	CB	3,2	2,5	12,0	2,0	2,3

STANDAR SNI 1997 – JALAN ANTAR KOTA

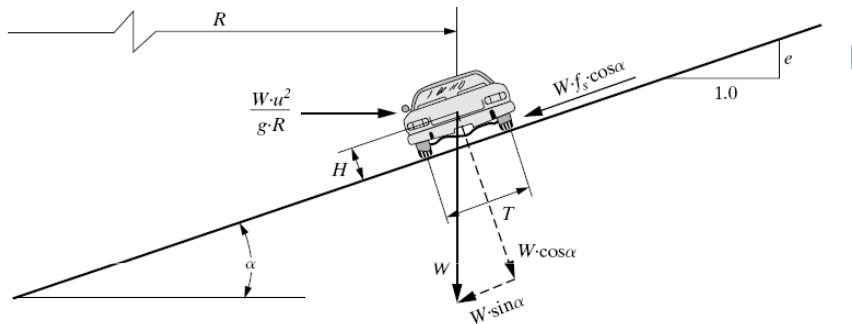


Jenis kendaraan rencana	Dimensi kendaraan			Dimensi tonjolan	
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang
Kendaraan Kecil	1,3	2,1	5,8	0,9	1,5
Kendaraan Sedang	4,1	2,6	12,1	2,1	2,4
Kendaraan Besar	4,1	2,6	21	1,2	0,9



RADIUS PUTAR

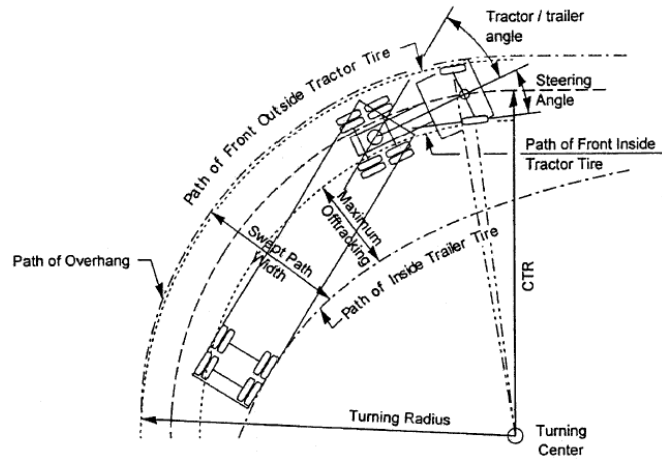
- Pada penentuan desain kendaraan, radius putar kendaraan merupakan faktor terpenting yang harus dipertimbangkan
- Khususnya jika ruas jalan dilewati untuk kendaraan truk
- Semakin besar ukuran kendaraan, maka radius putarnya juga semakin besar



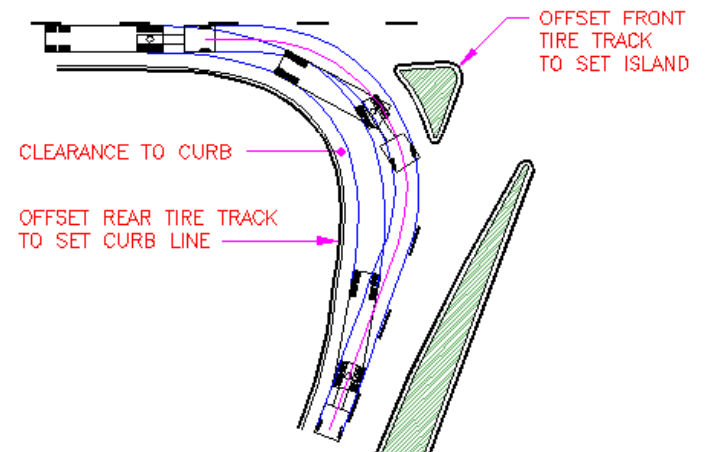
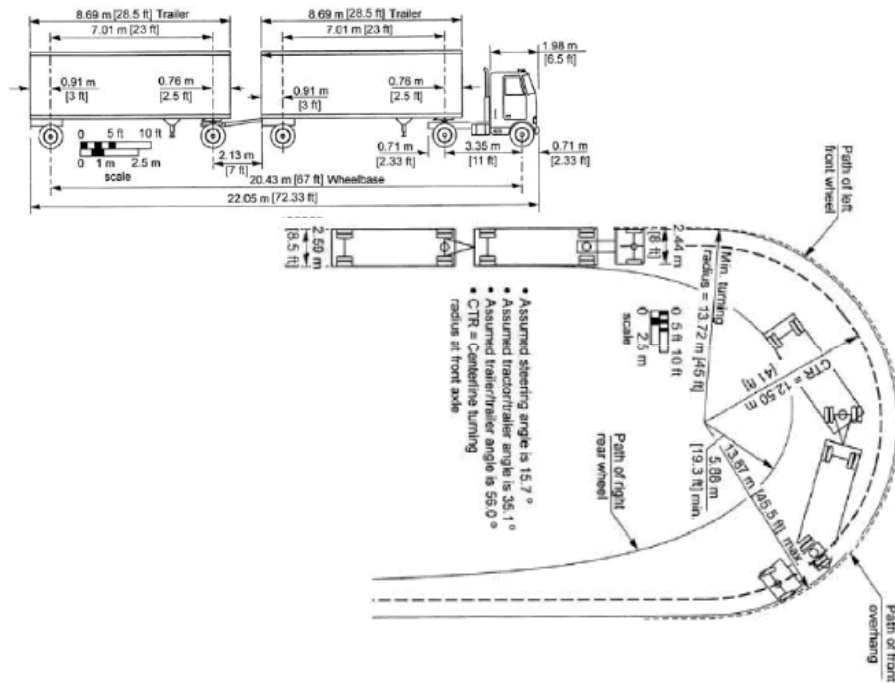
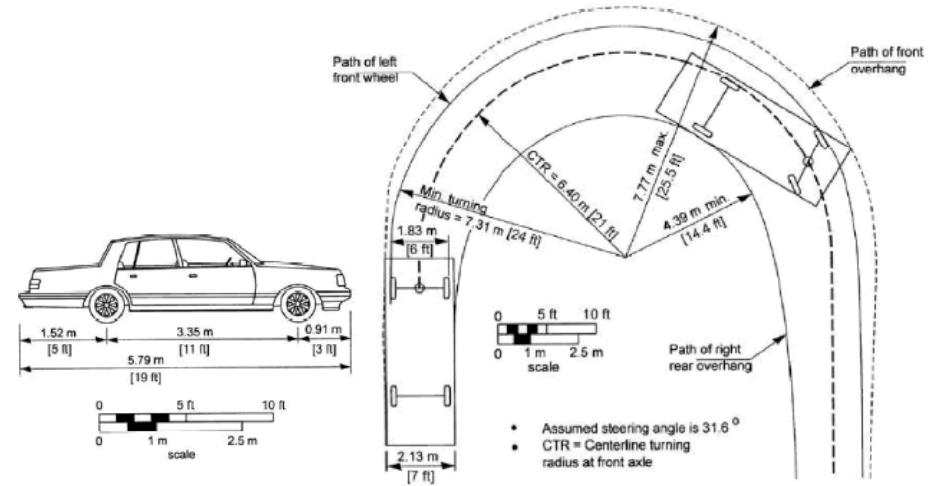
- W = berat kendaraan
 f_s = koefisien radius putar
 g = gravitasi
 u = kecepatan
 R = radius putar
 α = sudut
 $e = \tan \alpha$ (superelevasi)
 T = lebar track
 H = tinggi dari pusat gravitasi

Design Speed (mi/h)	Coefficients of Side Friction, f_s
30	0.20
40	0.16
50	0.14
60	0.12
70	0.10

Karakteristik Radius Putar (AASHTO)

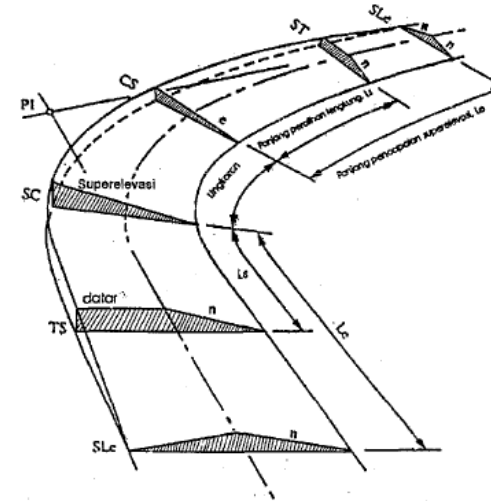
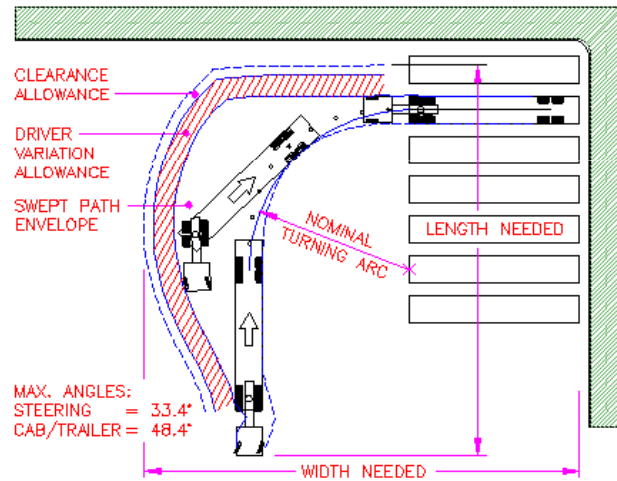


Contoh: Radius Putar untuk Passenger Car dan Double Trailer



Karakteristik Radius Putar (RSNI – Jalan Perkotaan)

50



- PI = Titik perpotongan sumbu jalan
- TS = Titik tangen spiral
- Sle = Titik permulaan pencapaian superelevasi
- SC = Titik peralihan spiral ke lengkung lingkaran
- Ls = Panjang spiral, TS ke SC (m)
- n = Superelevasi manual (%)
- e = Superelevasi

51

R (m)	V _a = 30 km/h			V _a = 40 km/h			V _a = 50 km/h			V _a = 60 km/h			V _a = 70 km/h			V _a = 80 km/h			V _a = 90 km/h			V _a = 100 km/h		
	e (%)	Lr (m)	Lr (m)	e (%)	Lr (m)	Lr (m)	e (%)	Lr (m)	Lr (m)	e (%)	Lr (m)	Lr (m)	e (%)	Lr (m)	Lr (m)	e (%)	Lr (m)	Lr (m)	e (%)	Lr (m)	Lr (m)	e (%)	Lr (m)	Lr (m)
7000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0
5000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0
3000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	16	25
2500	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	15	23	RC	16	25
2000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	14	22	2.1	16	24	2.5	20	31
1500	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	13	20	2.2	16	24	2.7	21	31	3.1	25	38
1400	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	13	20	2.4	17	26	2.8	21	32	3.3	27	41
1300	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	12	18	2.1	14	21	2.6	18	27	3.0	23	34	3.5	29	43
1200	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	12	18	2.2	14	22	2.7	19	29	3.2	25	37	3.7	30	45
1000	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2.1	13	19	2.6	17	26	3.1	22	33	3.6	28	41
900	NC	0	0	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2.3	14	21	2.8	18	27	3.4	24	37	3.9	30	45
800	NC	0	0	NC	0	0	RC	11	17	2.5	15	23	3.1	20	30	3.5	26	39	4.2	32	48	4.9	40	60
700	NC	0	0	RC	10	15	2.1	12	17	2.8	17	25	3.4	22	33	4.0	29	43	4.6	35	53	5.2	43	64
600	NC	0	0	RC	10	15	2.4	13	20	3.1	19	28	3.8	25	37	4.3	31	46	5.0	38	57	5.6	46	69
500	NC	0	0	RC	10	15	2.8	15	23	3.5	21	32	4.2	27	41	4.8	35	52	5.4	41	62	5.9	48	72
400	RC	10	14	2.5	13	19	3.3	18	27	4.0	24	36	4.7	31	46	5.3	38	57	5.9	45	66			
300	RC	10	14	3.1	16	24	3.9	22	32	4.6	28	41	5.4	35	53	5.9	42	64						
250	2.3	11	17	3.5	18	27	4.2	23	35	5.0	30	45	5.8	38	57	6.0	43	65						
200	2.6	13	20	3.9	20	30	4.7	26	39	5.5	33	50	6.0	39	59									
175	3.0	14	22	4.1	21	32	5.0	28	42	5.8	35	52												
150	3.3	16	24	4.4	23	34	5.3	29	44	6.0	36	54												
140	3.5	17	25	4.5	23	35	5.4	30	45	6.0	36	54												
130	3.6	17	26	4.6	24	35	5.6	31	47															
120	3.8	18	27	4.8	25	37	5.7	32	47															
110	3.9	19	28	5.0	26	39	5.8	32	48															
100	4.1	20	30	5.2	27	40	6.0	33	50															
90	4.2	20	30	5.4	28	42	6.0	33	50															
80	4.5	22	32	5.6	29	43																		
70	4.7	23	34	5.8	30	45																		
60	5.0	24	36	6.0	31	46																		
50	5.4	26	39																					
40	5.8	28	42																					
30	6.0	29	43																					
20																								

52

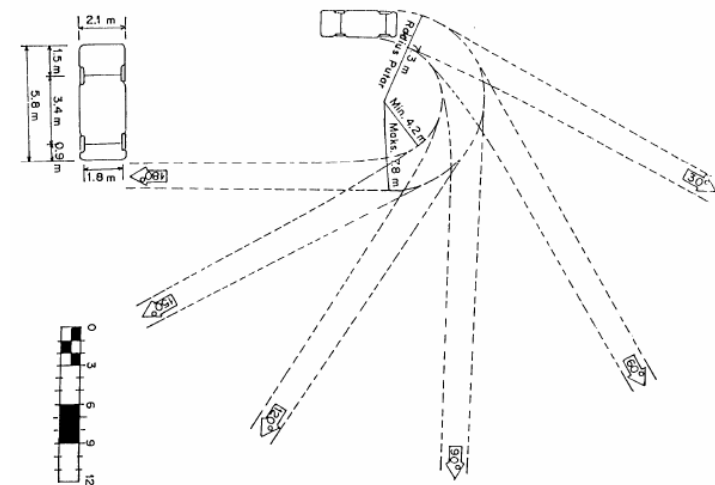
- Radius putar minimum juga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$R = \frac{u^2}{15(e + f_s)}$$

e max = Superelevasi maksimum 6 %
 R = Jari-jari lengkung
 V_a = Asumsi kecepatan rencana
 e = Tingkat superelevasi
 Lr = Panjang minimum pencapaian superelevasi run off (tidak termasuk panjang pencapaian superelevasi run out)
 NC = Lerenq normal
 RC = Lerenq luar diputar sehingga perkerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng normal

Contoh Soal 1.

Sebuah tikungan memiliki radius 465 ft, dengan kecepatan kendaraan yang diijinkan adalah 61,5% dari kecepatan rencana. Jika diinginkan kecepatan kendaraan dapat melaju lebih cepat saat di tikungan tersebut yaitu sama dengan nilai kecepatan rencananya, tentukan nilai radius putarnya, jika diketahui nilai superelevasinya adalah 0,08 baik untuk kondisi eksisting maupun kondisi skenario !

Karakteristik Radius Putar (SNI – Jalan Antar Kota)**2. KARAKTERISTIK KINEMATIK KENDARAAN**

- Yaitu kemampuan kendaraan untuk akselerasi
- Berguna untuk menentukan *gap acceptance* dan *passing maneuvers*/panjang lajur untuk menyiap
- Kecepatan ($u = \dot{x}$) dan percepatan ($a = \ddot{x}$) kendaraan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt}$$

$$\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

- Dimana x adalah jarak dan t adalah waktu

- Ada 2 asumsi yang digunakan terkait penentuan percepatan

1. Percepatan adalah konstan

$$\ddot{x}_i = a$$

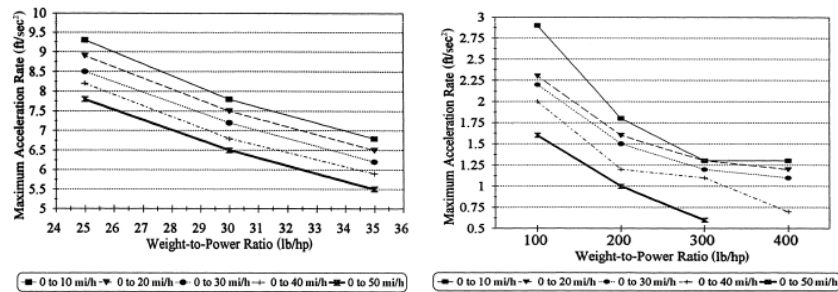
$$\frac{d\dot{x}}{dt} = a$$

$$\dot{x} = at + C_1$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + C_1t + C_2$$

Dimana C1 dan C2 adalah konstanta

2. Percepatan adalah fungsi dari kecepatan
Saat kendaraan dengan kecepatan lambat, akselerasi dapat lebih tinggi dibandingkan saat kendaraan cepat.



Mobil Penumpang

Truk Semi Trailer

- Persamaan yang digunakan :

$$\frac{du_t}{dt} = \alpha - \beta u_t$$

$$u_t = \frac{\alpha}{\beta}(1 - e^{-\beta t}) + u_0 e^{-\beta t}$$

$$x = \int_0^t u_t dt = \int_0^t \left[\frac{\alpha}{\beta}(1 - e^{-\beta t}) + u_0 e^{-\beta t} \right] dx$$

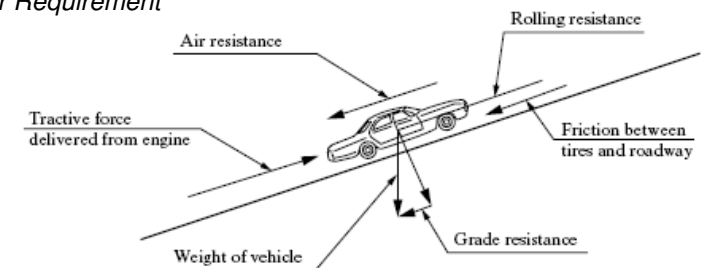
$$= \left(\frac{\alpha}{\beta} \right) t - \frac{\alpha}{\beta^2}(1 - e^{-\beta t}) + \frac{u_0}{\beta}(1 - e^{-\beta t})$$

- Contoh Soal 2.** Percepatan kendaraan mengikuti pers. berikut:

$$\frac{du_t}{dt} = 33 - 0.04u$$

Dimana u adalah kecepatan kendaraan dalam satuan ft/detik. Jika kecepatan kendaraan saat itu adalah 45 mil/jam, hitunglah kecepatannya setelah 5 detik dilakukan akselerasi, dan berapakah jarak yang ditempuh selama waktu tersebut?

- Terdiri atas:
 - Air Resistance
 - Grade Resistance
 - Rolling Resistance
 - Curve Resistance
 - Power Requirement



3. KARAKTERISTIK DINAMIS KENDARAAN

- *Air Resistance* (Tahanan Udara)

$$R_a = 0.5 \frac{(2.15 \rho C_D A u^2)}{g} \quad \dots \text{Satuan lb}$$

ρ = kepadatan udara (0,0766 lb/ft³)

C_D = koefisien aerodynamic (0,4 untuk mobil penumpang, 0,5-0,8 untuk truk)

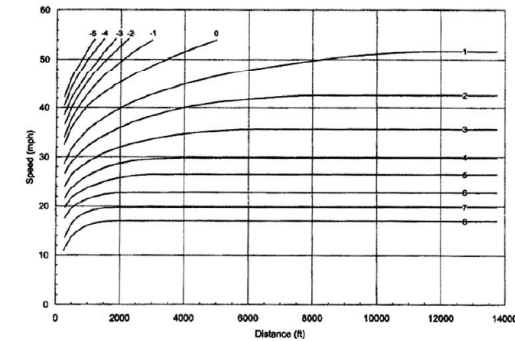
A = *frontal cross sectional area* (ft²)

u = kecepatan kendaraan (mil/jam)

g = gravitasi (32,2 ft/detik²)

- *Grade Resistance* (Tahanan Kemiringan)

Digunakan persamaan = Berat Kendaraan x Kemiringan



Contoh: grafik untuk truk 200 lb/hp saat tanjakan dan turunan

- *Rolling Resistance* (Tahanan Menggelinding)

$$R_r = (C_{rs} + 2.15 C_{rv} u^2) W \quad \dots \text{Untuk mobil penumpang (lb)}$$

$$R_r = (C_a + 1.47 C_b u) W \quad \dots \text{Untuk truk (lb)}$$

$C_{rs} = C_a$ = konstanta (0,012 untuk mobil penumpang dan 0,02445 untuk truk)

$C_{rv} = C_b$ konstanta (0,65x10⁻⁶ untuk mobil penumpang dan 0,00044 untuk truk)

u = kecepatan kendaraan (mil/jam)

W = berat kotor kendaraan (lb)

- *Curve Resistance* (Tahanan Membelok)

$$R_c = 0.5 \frac{(2.15 u^2 W)}{g R} \quad \dots \text{Satuan lb}$$

u = kecepatan kendaraan (mil/jam)

W = berat kotor kendaraan (lb)

R = radius belok (ft)

g = gravitasi (32,2 ft/detik²)

- Kekuatan yang dibutuhkan kendaraan untuk menahan tahanan

$$P = \frac{1.47 Ru}{550} \quad \dots \text{ Satuan } horsepower \text{ (hp)}$$

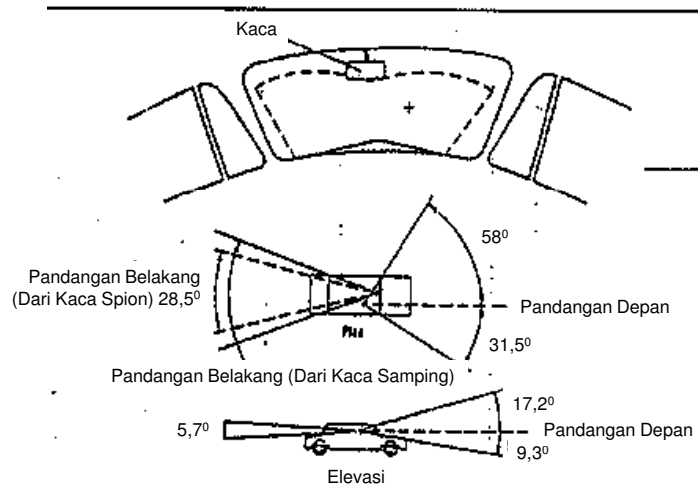
u = kecepatan kendaraan (mil/jam)

R = jumlah tahanan yang terjadi

Contoh Soal 3.

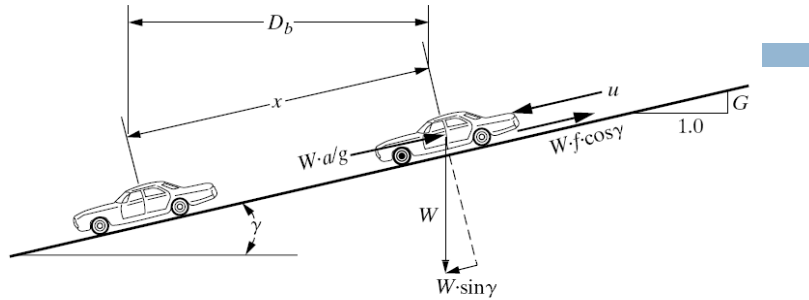
Tentukan jumlah tenaga yang dibutuhkan oleh sebuah mobil penumpang yang melaju pada jalan yang lurus dengan tanjakan 5% jika diketahui berat kendaraan 4000 lb dan *cross sectional area* nya 40 ft². Kecepatan kendaraan 65 mil/jam

AREA PANDANG DARI MOBIL PENUMPANG



KINERJA PERLAMBATAN KENDARAAN

- Otomatis terjadi bila pedal gas dilepas, karena efek memperlambat dari tahanan gerak, termasuk kompresi mesin
- Perlambatan kendaraan dapat dibedakan menjadi 2 macam:
 1. Perlambatan tanpa pengereman
 2. Perlambatan dengan pengereman



W = berat kendaraan	Db = jarak pengereman
f = koefisien gesek	γ = sudut tanjakan/turunan
g = gravitasi	G = gradien atau $\tan \gamma$ (% grade/100)
a = akselerasi kendaraan	x = jarak yang ditempuh kendaraan
u = kecepatan awal	selama proses pengereman

$$D_b = \frac{u_1^2 - u_2^2}{30(f \pm G)}$$

- u_1 = kecepatan awal, u_2 = kecepatan yang diinginkan dengan perlambatan (mil/jam)
- f (koefisien gesek) = a/g , dimana AASHTO menggunakan nilai $a = 11,2 \text{ ft/dtk}^2$ (pengemudi merasa nyaman dalam melakukan akselerasi/deselerasi)
- Beberapa studi yang lain menggunakan $a = 14,8 \text{ ft/dtk}^2$

- Sedangkan jarak pandang henti dihitung dengan persamaan berikut:

$$S(\text{ft}) = 1.47ut + \frac{u^2}{30\left(\frac{a}{g} \pm G\right)}$$

Kecepatan (u) dalam satuan mil/jam dan waktu (t) dalam detik

Contoh Soal 4.

Di suatu ruas jalan, kecepatan sebuah kendaraan adalah 65 mil/jam. Dikarenakan ada batasan kecepatan, maka pengemudi akan mengurangi kecepatannya menjadi 35 mil/jam. Pada jarak berapa pengemudi harus mengerem kendaraannya jika diketahui kondisi jalan adalah menurun sebesar 3% ?

Contoh Soal 5.

Sebuah kendaraan dengan kecepatan 55 mil/jam berjalan di sebuah ruas jalan yang memiliki turunan 5%. Tiba-tiba, truk yang berada di depan mengalami kecelakaan sehingga menutupi ruas jalan. Jika diharapkan kendaraan berhenti pada jarak 30 ft dari truk yang mengalami kecelakaan tersebut, berapa jarak pandang henti yang dibutuhkan oleh pengemudi, jika diketahui waktu PIEV nya 2,5 detik ?

EMP dan SMP

- Penggunaan setiap tipe kendaraan pada ruang jalan akan berbeda tergantung pada dimensi kendaraan dan kecepatannya
- $\text{kend/jam} \xrightarrow{\text{emp}} \text{smp/jam}$
- Tingkat emp dipengaruhi oleh: gradient dan area (rural/urban)
- Misal: 1 truk pada jalan luar kota dengan gradient 8% = 7 smp, pada gradient 0% = 2 smp

Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan perkotaan satu arah dan terbagi

Tipe Jalan	Arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1) dan empat lajur terbagi (4/2D)	0 s.d. 1.050	1,3	0,40
	> 1.050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1) dan enam lajur terbagi (6/2D)	0 s.d. 1.100	1,3	0,40
	> 1.100	1,2	0,25

Sumber: MKJI 1997

Keterangan:

HV: Kendaraan berat; kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bus, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi)

MC: Sepeda motor; kendaraan bermotor beroda dua atau tiga.

Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan perkotaan tak terbagi (UD)

Tipe Jalan	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	HV	emp	
			MC	
			Lebar jalur lalu lintas Wc (m)	
			≤ 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0 s.d. 1.800	1,3	0,50	0,40
	> 1.800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0 s.d. 3.700	1,3	0,40	
	> 3.700	1,2	0,25	

Sumber: MKJI 1997

Ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan luar kota dua lajur dua arah tak terbagi (2/2UD)

77

Tipe alinyemen	Arus Total (kend/jam)	MHV	LB	LT	MC		
					Lebar Jalur Lalu Lintas (m)		
					< 6 m	6 – 8 m	> 8 m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber: MKJI 1997

78

Contoh Soal 6.

Terdapat 2 tipe ruas jalan perkotaan: 4/2D dan 4/2UD. Jumlah kendaraan masing-masing lajur sebesar 1000 kendaraan/jam, dengan komposisi HV:LV:MC = 20:30:50. Lebar masing-masing lajur adalah 7 meter. Tentukan nilai emp dan smp untuk kedua tipe ruas jalan tersebut !