

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. DEFINISI TRANSPORTASI

Transportasi adalah perpindahan orang dan atau barang dengan menggunakan kendaraan atau alat lain dari dan ke tempat terpisah secara geografis (Steen Brink, 1974).

2.2. DEFINISI DAN KLASIFIKASI JALAN

Menurut Undang-Undang No.13 Tahun 1980, Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu-lintas. Bagian jalan yang dimaksud adalah Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA), Daerah Milik Jalan (DAMIJA), Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA).

Klasifikasi jalan dibagi menurut fungsi, kelas jalan, medan jalan dan wewenang pembinaan jalan (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997).

Klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi atas:

1. **Jalan Arteri:** jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. **Jalan Kolektor:** jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. **Jalan Lokal:** jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton:

Tabel 2.1.
Klasifikasi menurut kelas jalan.

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	> 10
	II	10
	II A	8
Kolektor	III A	8
	III B	8

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2.
Klasifikasi menurut medan jalan.

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	< 3
2.	Perbukitan	B	3 – 25
3.	Pegunungan	G	> 25

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP No. 26/ 1985 adalah Jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa dan Jalan Khusus.

2.3. JALAN TOL

2.3.1. DEFINISI JALAN TOL

Menurut PP No. 15 Tahun 2005 tentang jalan tol, dijelaskan bahwa definisi jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Tol merupakan sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol.

Besarnya tarif tol berbeda untuk setiap golongan kendaraan dan ketentuan tersebut telah ditetapkan berdasarkan keputusan presiden. Sedangkan ruas jalan tol adalah bagian atau penggal dari jalan tol tertentu yang pengusahaannya dapat dilakukan oleh badan usaha tertentu.

Penyelenggaraan jalan tol dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan yang dapat dicapai dengan membina jaringan jalan yang dananya berasal dari pengguna jalan. Adapun tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi, guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya. Wewenang penyelenggaraan jalan tol berada pada pemerintah. Sebagian wewenang pemerintah dalam penyelenggaraan jalan tol yang berkaitan dengan pengaturan, pengusahaan dan pengawasan badan usaha dilaksanakan oleh Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT).

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI Tahun 1997) dijelaskan mengenai definisi jalan tol sebagai jalan untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, baik merupakan jalan terbagi ataupun tak-terbagi. Adapun tipe jalan tol yaitu dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2 UD), empat-lajur dua-arah terbagi (4/2 D) dan jalan tol terbagi dengan lebih dari empat lajur.

Jalan bebas hambatan yang dikenal dengan jalan tol memiliki beberapa kelebihan dibandingkan jalan biasa/jalan non-tol. Beberapa kelebihan ini meliputi:

1. Berkurangnya waktu tempuh jika dibandingkan pada jalan non-tol. Saat melewati persimpangan, pengguna jalan diharuskan berhenti dan menunggu. Sehingga kondisi tersebut menyebabkan banyak waktu yang terbuang.
2. Pertimbangan keselamatan lalu-lintas diprioritaskan. Tingkat kecelakaan pada jalan tol dipengaruhi oleh faktor geometrik jalan. Sebagai contoh, dengan pelebaran lajur, pelebaran bahu jalan, tersedianya lajur pendakian dan pemisah tengah (median) dapat mengurangi tingkat kecelakaan lalu-lintas.
3. Penghematan biaya operasi, konsumsi bahan bakar, polusi udara dan kebisingan. Pengoperasian kendaraan yang lebih halus dan penghentian kendaraan sesedikit mungkin dapat mengurangi konsumsi bahan bakar serta

operasi lainnya. Berkurangnya konsumsi bahan bakar selanjutnya mengurangi polusi udara.

4. Kendaraan dapat bergerak tanpa rintangan sepanjang waktu tanpa terhalang akibat adanya persimpangan atau perpotongan sebidang dengan jalan non-tol.

2.3.2. SYARAT-SYARAT JALAN TOL

Persyaratan jalan tol secara umum menyatakan bahwa jalan tol sebagai jalan lintas alternatif dari ruas jalan umum yang ada (sekurang-kurangnya mempunyai fungsi arteri atau kolektor). Namun jalan tol dapat tidak merupakan lintas alternatif jika pada kawasan yang bersangkutan belum ada jalan umum dan diperlukan untuk mengembangkan kawasan tertentu. Selain itu diperlukan adanya persyaratan teknis sebagai berikut sebagaimana diatur dalam PP No. 15 Tahun 2005 :

1. Jalan tol mempunyai tingkat pelayanan keamanan dan kenyamanan yang lebih tinggi dari jalan umum yang ada dan dapat melayani arus lalu-lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi.
2. Jalan tol yang digunakan untuk lalu lintas antar kota didesain berdasarkan kecepatan rencana minimum 80 km/jam dan untuk jalan tol di wilayah perkotaan didesain dengan kecepatan rencana minimum 60 km/jam.
3. Jalan tol didesain untuk mampu menahan muatan sumbu terberat (MST) paling rendah 8 ton.
4. Setiap ruas jalan tol harus dilakukan pemagaran dan dilengkapi dengan fasilitas penyeberangan jalan dalam bentuk jembatan atau terowongan.
5. Pada tempat-tempat yang dapat membahayakan pengguna jalan tol, harus diberi bangunan pengaman yang mempunyai kekuatan dan struktur yang dapat menyerap energi benturan kendaraan.
6. Setiap jalan tol wajib dilengkapi dengan aturan perintah dan larangan yang dinyatakan dengan rambu lalu lintas, marka jalan dan atau alat pemberi isyarat lalu lintas.
7. Pada setiap jalan tol harus tersedia sarana komunikasi, sarana deteksi pengamanan lain.

8. Pada jalan tol antar kota harus tersedia tempat istirahat dan pelayanan untuk kepentingan pengguna jalan tol. Disediakan paling sedikit satu untuk setiap jarak 50 km pada setiap jurusan.

Jalan tol harus mempunyai spesifikasi :

1. Tidak ada persimpangan sebidang dengan ruas jalan lain atau dengan prasarana transportasi lainnya.
2. Jumlah jalan masuk dan jalan keluar ke dan dari jalan tol dibatasi secara efisien dan semua jalan masuk dan jalan keluar harus terkendali secara penuh.
3. Jarak antarsimpang susun, paling rendah 5 km untuk jalan tol luar perkotaan dan paling rendah 2 km untuk jalan tol dalam perkotaan.
4. Jumlah lajur sekurang-kurangnya 2 lajur per arah.
5. Menggunakan pemisah tengah atau median dan lebar bahu jalan sebelah luar harus dapat dipergunakan sebagai jalan lalu-lintas sementara dalam keadaan darurat.

2.3.3. STANDAR PELAYANAN MINIMUM JALAN TOL

Standar Pelayanan Minimum (SPM) jalan tol mencakup kondisi jalan tol, kecepatan tempuh rata-rata, aksesibilitas, mobilitas dan keselamatan. Standar Pelayanan minimal jalan tol tersebut merupakan ukuran yang harus dicapai dalam pelaksanaan penyelenggaraan jalan tol serta dievaluasi secara berkala berdasarkan hasil pengawasan fungsi dan manfaat. (PP No. 15 Tahun 2005)

Ketentuan lebih lanjut mengenai Standar Pelayanan Minimum (SPM) jalan tol diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 392/PRT/M/2005.

Tabel 2.3.
Standar Pelayanan Minimum (SPM) Jalan tol

NO	SUBSTANSI PELAYANAN	STANDAR PELAYANAN MINIMUM		
		INDIKATOR	LINGKUP	TOLAK UKUR
1	2	3	4	5
1	Kondisi Jalan Tol	<ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan - Ketidakrataan - Tidak ada lubang 	<ul style="list-style-type: none"> - Seluruh Ruas Jalan Tol - Seluruh Ruas Jalan Tol - Seluruh Ruas Jalan Tol 	<ul style="list-style-type: none"> - 0,33 μm - IRI \leq 4 m/km - 100 %

NO	SUBSTANSI PELAYANAN	STANDAR PELAYANAN MINIMUM		
		INDIKATOR	LINGKUP	TOLAK UKUR
1	2	3	4	5
2	Kecepatan Tempuh Rata-rata	- Kecepatan Tempuh Rata-Rata	- Jalan Tol Dalam Kota - Jalan Tol Luar Kota	- $\geq 1,6$ kali kecepatan tempuh rata-rata Jalan Non Tol - $\geq 1,8$ kali kecepatan tempuh rata-rata Jalan Non Tol
3	Aksesibilitas	- Kecepatan Transaksi Rata-rata - Jumlah Gardu Tol	- Gerbang Tol Sistem Terbuka - Gerbang Tol Sistem Tertutup • Gardu Masuk • Gardu Keluar - Kapasitas Sistem Terbuka - Kapasitas Sistem Tertutup • Gardu Masuk • Gardu Keluar	- ≤ 8 detik setiap kendaraan - ≤ 7 detik setiap kendaraan - ≤ 11 detik setiap kendaraan - ≤ 450 kendaraan per jam per gardu - ≤ 500 kendaraan per jam - ≤ 300 kendaraan per jam

NO	SUBSTANSI PELAYANAN	STANDAR PELAYANAN MINIMUM		
		INDIKATOR	LINGKUP	TOLAK UKUR
1	2	3	4	5
4	Mobilitas	<ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan Penanganan Hambatan Lalu-Lintas 	<ul style="list-style-type: none"> - Wilayah Pengamatan/ Observasi Patroli - Mulai Informasi diterima Sampai ke Tempat Kejadian - Penanganan akibat kendaraan mogok - Patroli Kendaraan Derek 	<ul style="list-style-type: none"> - 30 menit per siklus pengamatan - ≤ 30 menit - Melakukan penderekan ke pintu gerbang terdekat/ bengkel terdekat dengan menggunakan derek resmi (gratis) - 30 menit per siklus pengamatan
5	Keselamatan	<ul style="list-style-type: none"> - Sarana Pengaturan Lalu-Lintas <ul style="list-style-type: none"> • Perambuan • Marka Jalan • <i>Guide Post</i>/ Reflektor 	<ul style="list-style-type: none"> - Kelengkapan dan Kejelasan Perintah dan Larangan serta Petunjuk - Fungsi dan Manfaat - Fungsi dan Manfaat 	<ul style="list-style-type: none"> - 100 % - Jumlah 100 % dan reflektifitas ≥ 80 % - Jumlah 100 % dan reflektifitas ≥ 80 %

NO	SUBSTANSI PELAYANAN	STANDAR PELAYANAN MINIMUM		
		INDIKATOR	LINGKUP	TOLAK UKUR
1	2	3	4	5
		<ul style="list-style-type: none"> • Patok Kilometer Setiap 1 km - Penerangan Jalan Umum (PJU) Wilayah Perkotaan - Pagar Rumija - Penanganan Kecelakaan - Penanganan dan Penegakan Hukum 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi dan Manfaat - Fungsi dan Manfaat - Fungsi dan Manfaat - Korban Kecelakaan - Kendaraan Kecelakaan - Ruas Jalan Tol 	<ul style="list-style-type: none"> - 100 % - Lampu menyala 100 % - Keberadaan 100 % - Dievakuasi gratis ke rumah sakit rujukan - Melakukan penderekan gratis sampai ke pool derek (masih di dalam jalan tol) - Keberadaan Polisi Patroli Jalan Raya (PJR) yang siap panggil 24 jam
6	Unit Pertolongan / Penyelamatan dan Bantuan Pelayanan	- Ambulans	- Ruas Jalan Tol	- 1 Unit per 25 km atau minimum 1 unit (dilengkapi standar P3K dan Paramedis)

NO	SUBSTANSI PELAYANAN	STANDAR PELAYANAN MINIMUM		
		INDIKATOR	LINGKUP	TOLAK UKUR
1	2	3	4	5
		<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan Derek - Polisi patroli Jalan Raya (PJR) - Patroli Jalan Tol (operator) - Kendaraan Rescue - Sistem Informasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Ruas Jalan Tol : <ul style="list-style-type: none"> • LHR > 100.000 kend/hari • LHR ≤ 100.000 kend/hari - Ruas Jalan Tol : <ul style="list-style-type: none"> • LHR > 100.000 kend/hari • LHR ≤ 100.000 kend/hari - Ruas Jalan Tol - Ruas Jalan Tol - Informasi Komunikasi Kondisi Lalu-Lintas 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 unit per 5 km atau minimum 1 unit - 1 unit per 10 km atau minimum 1 unit - 1 unit per 15 km atau minimum 1 unit - 1 unit per 20 km atau minimum 1 unit - 1 unit per 15 km atau minimum 2 unit - 1 unit per ruas Jalan Tol (dilengkapi dengan peralatan penyelamatan) - Setiap Gerbang Masuk

2.4. ASPEK LALU-LINTAS

2.4.1. TINGKATAN ANALISA

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI Tahun 1997) dijelaskan bahwa dimungkinkan analisa lalu-lintas dikerjakan pada satu dari dua tingkatan berikut:

1. **Analisa Operasional dan Analisa Perencanaan:** Penentuan kinerja segmen jalan bebas hambatan akibat kebutuhan lalu-lintas yang ada atau yang diproyeksikan. Kapasitas dapat dihitung, sebagaimana juga arus maksimum yang dapat disalurkan dengan mempertahankan kualitas lalu-lintas tertentu. Lebar jalan bebas hambatan atau jumlah lajur yang diperlukan untuk menyalurkan arus lalu-lintas tertentu, sambil mempertahankan kualitas lalu-lintas yang dapat diterima, dapat juga dihitung untuk keperluan perencanaan. Pengaruh pada kapasitas dan kinerja akibat sejumlah segi perencanaan lainnya, misalnya penyediaan median atau perubahan lebar bahu, dapat juga dilakukan. Analisa ini adalah tingkatan analisa yang paling rinci.
2. **Analisa Perancangan:** Sebagaimana untuk perencanaan, sasarannya adalah memperkirakan jumlah lajur yang diperlukan untuk suatu usulan jalan bebas hambatan, tetapi informasi tentang arus hanya LHRT perkiraan saja. Rincian geometri serta masukan lainnya bisa didapat dari taksiran, bisa juga dari nilai patokan yang dianjurkan.

Metode yang digunakan pada Analisa Operasional dan Analisa Perencanaan, dan metode yang digunakan pada Analisa Perancangan adalah berhubungan dan berbeda terutama pada tingkatan ketelitian masukan dan keluarannya. Langkah-langkah dalam Analisa Perancangan adalah sangat lebih sederhana dalam kebanyakan hal.

Prosedur perhitungan dalam **Analisa Operasional** memungkinkan dikerjakan pada satu dari dua tipe segmen jalan bebas hambatan yang berbeda, yaitu:

1. **Segmen Alinyemen Umum (biasa)** : Dalam hal ini segmen digolongkan dalam tipe medan yang mencerminkan kondisi lengkung horisontal dan vertikal umum dari segmen – datar, bukit atau gunung.
2. **Kelandaian Khusus** : Suatu bagian jalan yang curam menerus dan dapat memperkecil kapasitas pada kedua arah mendaki/ menurun serta mempengaruhi kinerja yang tidak sepenuhnya diperhitungkan, bila bagian curam digolongkan ke dalam tipe medan umum. Prosedur kelandaian khusus pada dasarnya hanya sesuai untuk jalan dua-lajur, dua-arah karena masalah kelandaian biasanya terburuk pada tipe jalan ini. Prosedur memungkinkan pengaruh kelandaian dihitung sebagai dasar untuk menentukan langkah perbaikan, seperti pelebaran atau penyediaan lajur pendakian.

2.4.2. KARAKTERISTIK LALU LINTAS

Karakteristik lalu lintas untuk jalan bebas hambatan dengan variabel sebagai berikut:

2.4.2.1. Arus dan Komposisi Lalu-Lintas (*Flow*)

Arus lalu-lintas (Q) atau volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada suatu ruas jalan per satuan waktu tertentu. Karakteristik arus lalu lintas secara mikroskopis di pengaruhi oleh *time headway* (ht) yaitu waktu antara kendaraan satu ke kendaraan lain pada satu titik yang ditinjau. Sedangkan volume (*flow rate*) merupakan karakteristik arus lalu lintas terpenting secara makroskopis.

Arus lalu-lintas menunjukkan beban atau muatan yang ditanggung atau ditampung oleh sistem transportasi, interaksi antara muatan tersebut dengan kapasitas prasarananya akan menentukan kinerja operasional suatu sistem. Variasi volume lalu lintas menurut waktu yaitu:

- a. Volume lalu lintas harian (*daily volume*) terdiri dari *Average Annual Daily Traffic (AADT)* selama satu tahun penuh dan *Average Annual Weekly Traffic (AAWT)* pada hari kerja selama satu tahun, *Average Daily Traffic (ADT)* dan *Average Weekly Traffic (AWT)*
- b. Volume lalu lintas dalam jam (*hourly volume*)
- c. *Subhourly volume/ flow rate*

Untuk melihat kinerja suatu jalan maka arus lalu-lintas dihitung per 5 menit sehingga akan diketahui arus lalu lintas pada saat jam puncak sebagai periode yang paling kritis (*peak hour flow*). Hubungan antara arus puncak per 5 menit dan volume 1 jam penuh dijelaskan pada persamaan di bawah ini:

$$PHF = \frac{\text{volume 1 jam penuh}}{12 \times (\text{volume puncak per 5 menit})} \dots\dots\dots (2-1)$$

Arus lalu-lintas mencerminkan komposisi lalu-lintas. Seluruh nilai arus lalu-lintas dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekuivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut:

- Kendaraan ringan (LV) merupakan kendaraan bermotor roda empat dengan dua gandar berjarak 2,0-3,0 m (meliputi kendaraan penumpang, opelet, minibus, truk kecil dan pick-up, sesuai klasifikasi Bina Marga).
- Kendaraan berat menengah (MHV) merupakan kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak gandar 3,5-5,0 m (meliputi truk dua as dan bus kecil, sesuai klasifikasi Bina Marga).
- Bus besar (LB) merupakan bus dua atau tiga gandar dengan jarak gandar 5,0-6,0 m.
- Truk besar (LT) meliputi truk tiga-gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m).

Pada jalan tol sendiri, kendaraan-kendaraan tersebut digolongkan menjadi :

- Golongan I : sedan, jip, pick-up, bus kecil, truk kecil dan minibus.
- Golongan IIA : truk besar dan bus besar (dengan dua-gandar).
- Golongan IIB : truk besar dan bus besar (dengan tiga-gandar atau lebih).

Emp mencerminkan pengurangan relatif kecepatan kendaraan ringan pada arus lalu-lintas campuran oleh penambahan satu unit tipe kendaraan khusus sebagaimana dibandingkan dengan pengurangan kecepatan yang disebabkan oleh penambahan sebuah kendaraan ringan. Pengaruh ini umumnya lebih tinggi pada tingkatan arus rendah daripada arus mendekati kapasitas sebab kebebasan pergerakan terhambat karena penambahan arus (yaitu derajat iringan yang tinggi).

Tabel 2.4.
Emp untuk Jalan Bebas Hambatan 4/2 D pada Alinyemen Umum

Tipe Alinyemen	Total arus (kend/jam)	Emp		
		MHV	LB	LT
datar	0	1.2	1.2	1.6
	1200	1.4	1.4	2.0
	2250	1.6	1.7	2.5
	≥ 2800	1.3	1.5	2.0
bukit	0	1.8	1.6	4.8
	900	2.0	2.0	4.6
	1700	2.2	2.3	4.3
	≥ 2250	1.8	1.9	3.5
gunung	0	3.2	2.2	5.5
	700	2.9	2.6	5.1
	1450	2.6	2.9	4.8
	≥ 2000	2.0	2.4	3.8

Sumber: MKJI, 1997

Meskipun jalan tol Semarang Seksi A merupakan jalan tol dengan dua lajur dua arah tak terbagi, tetapi dalam analisa pada Tugas Akhir ini menggunakan emp untuk jalan terbagi karena analisa untuk dua arah dikerjakan secara terpisah. Nilai emp untuk jalan bebas hambatan 2/2 UD pada kelandaian khusus untuk jurusan mendaki (jurusan 1) ditentukan sebagai berikut :

- Emp untuk kendaraan ringan (LV) selalu 1,0
- Emp untuk bus besar (LB) adalah 2,5 untuk arus lebih kecil dari 1.200 kend/jam dan 2,0 untuk keadaan lainnya
- Gunakan tabel II. 5. Untuk menentukan emp kendaraan berat menengah (MHV) dan truk besar (LT). Jika arus lalu lintas dua-arah lebih besar dari 1000 kend/jam. Nilai tersebut dikalikan 0,7

Tabel 2.5.
Emp untuk Jalan Bebas Hambatan 2/2 UD pada Kelandaian Khusus

Panjang (km)	Emp									
	kemiringan (%)									
	3		4		5		6		7	
	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT	MHV	LT
0.50	2.00	4.00	3.30	5.00	3.80	6.40	4.50	7.30	5.00	8.00
0.75	2.50	4.60	3.30	6.00	4.20	7.50	4.80	8.60	5.30	8.30
1.00	2.80	5.00	3.50	6.20	4.40	7.60	5.00	8.60	5.40	8.30
1.50	2.80	5.00	3.60	6.20	4.40	7.60	5.00	8.50	5.40	9.10
2.00	2.80	5.00	3.60	6.20	4.40	7.50	4.90	8.30	5.20	8.90
3.00	2.80	5.00	3.60	6.20	4.20	7.50	4.60	8.30	5.00	8.90
4.00	2.80	5.00	3.60	6.20	4.20	7.50	4.60	8.30	5.00	8.90
5.00	2.80	5.00	3.60	6.20	4.20	7.50	4.60	8.30	5.00	8.90

Sumber: MKJI, 1997

Untuk menentukan emp pada arah menurun (jurusan 2) dianggap sama seperti alinyemen umum (datar).

2.4.2.2. Kecepatan (*Speed*)

Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan per satuan waktu. Kecepatan merupakan dasar penilaian kinerja lalu lintas suatu jalan, selain itu digunakan pula dalam memperkirakan kebutuhan bahan bakar, kebisingan, *level of service*, analisis kecelakaan dan analisis ekonomi. Secara umum kecepatan diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

- Kecepatan setempat (*spot speed*): kecepatan seketika kendaraan di suatu titik pada ruas jalan tertentu.
- Running speed* : kecepatan rata-rata kendaraan selama bergerak
- Journey speed* : kecepatan rata-rata kendaraan yang dihitung dari jarak yang ditempuh dibagi dengan waktu yang dibutuhkan, termasuk waktu berhenti pada saat melewati lampu lalu lintas.

Karakteristik kecepatan kendaraan pada arus tidak terganggu (lokasi studi jauh dari persimpangan) biasanya diukur dan direkam, sehingga akan diperoleh data kecepatan kendaraan yang berbeda-beda sebagai sampel secara statistika. Dari sampel tersebut data dikelompokkan dan dihitung nilai rata-rata (\bar{X}) dan standar deviasi (S). Nilai rata-rata ini merupakan kecepatan rata-rata waktu (*time mean speed*).

$$\bar{u}_{TMS} = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{n} \quad (2-2)$$

dimana :

\bar{u}_{TMS} = *time mean speed*

u_i = kecepatan kendaraan

n = jumlah sampel

kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*) adalah kecepatan yang berhubungan dengan waktu perjalanan rata-rata melalui jarak tertentu, atau kecepatan rata-rata kendaraan di dalam suatu jarak tertentu dan waktu tertentu.

$$\bar{u}_{SMS} = \frac{d}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i} \quad (2-3)$$

dimana :

\bar{u}_{SMS} = *space mean speed* (km/jam)

d = jarak tempuh (km)

t_i = waktu tempuh kendaraan (*travel time*) (jam)

n = jumlah sampel

hubungan antara *time mean speed* dan *space mean speed* dapat dilihat pada persamaan berikut:

2.4.2.3. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati ruang lajur pada ruas jalan (kendaraan/km). *Spacing* atau *distance headway* (*hd*) adalah jarak bagian terdepan suatu kendaraan dengan bagian terdepan kendaraan yang ada didepannya. Hubungan antara *distance headway* dengan kepadatan sebagai berikut:

2.4.3. HUBUNGAN ANTARA VARIABEL VOLUME, KECEPATAN DAN KEPADATAN

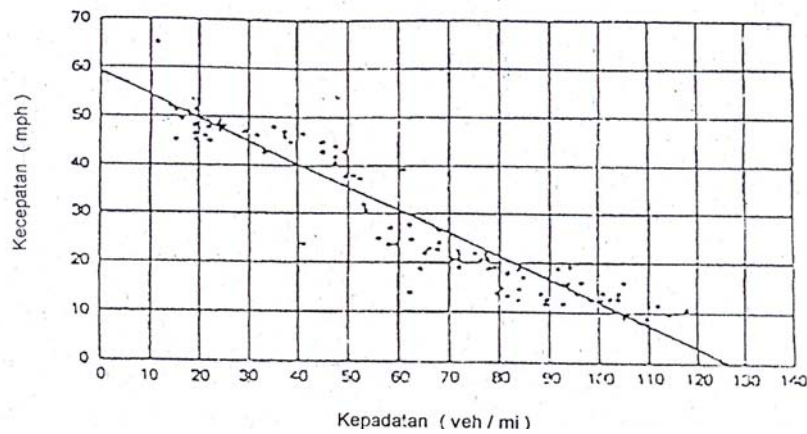
Hubungan antara variabel volume, kecepatan dan kepadatan dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$\boxed{\begin{matrix} \text{flow}(F) & = & \text{spacemean speed}(\bar{u} \text{ SMS}) \times \text{density}(D) \\ (\text{kend/ jam}) & & (\text{km/ jam}) & & (\text{kend/ km}) \end{matrix}} \dots\dots\dots (2-4)$$

Adapun beberapa ahli menguraikan hubungan antara *speed-flow-density* antara lain:

2.4.3.1. Metode Linier Greenshield

Metode ini paling mendasar dan sederhana dengan asumsi hubungan *speed-density* berbentuk linier, dimana semakin tinggi kepadatan maka akan semakin kecil kecepatan kendaraan. Sebagaimana dijelaskan dalam grafik berikut.



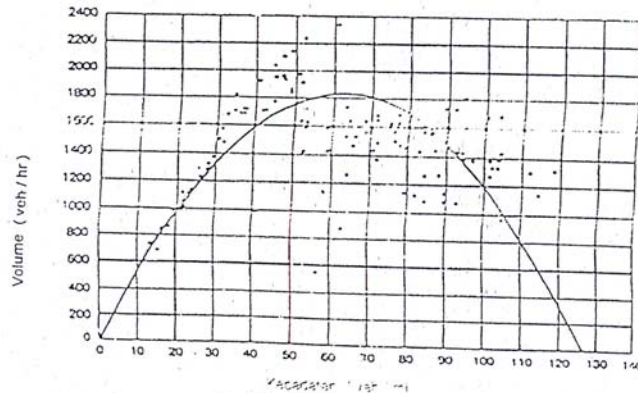
Gambar 2.1.
Grafik hubungan antara speed (*Us*)- density (*D*) Metode Linier Greenshield

Bila *density* = 0, maka *speed* maksimum (*Uf*) atau kecepatan arus bebas (*free flow speed*). Jika *density* maksimum (*Dj*), maka kecepatan = 0 sehingga terjadi kemacetan. Karena hubungan antara *speed-density* linier maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\boxed{\begin{matrix} D = Dj - \frac{\bar{U}_s}{U_f} \times Dj \\ \bar{U}_s = \left(1 - \frac{D}{D_j}\right) \times \bar{U}_f \end{matrix}} \Rightarrow \text{Hubungan antara speed-density} \dots\dots\dots (2-5)$$

Sedangkan untuk hubungan antara *flow(v)-density(D)* ditunjukkan dalam persamaan dan grafik di bawah ini:

$$\boxed{F = (\bar{U}_f \times D) - \left(\frac{\bar{U}_f}{D_j} \times D^2\right)} \Rightarrow \text{Hubungan antara flow-density} \dots\dots\dots (2-6)$$

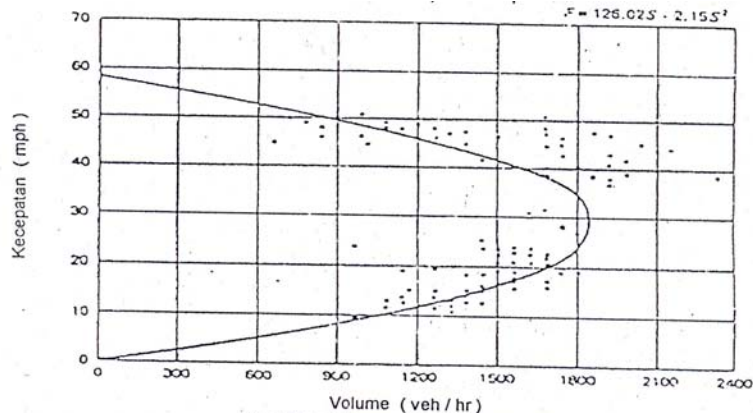


Gambar 2.2.
Grafik hubungan antara flow (V)- density (D) Metode Linier Greenshield

Berdasarkan grafik diatas, dapat dijelaskan bahwa ketika *density* bertambah maka *flow* juga bertambah. Pada suatu batas dimana *density* terus bertambah maka *flow* akan menurun karena sudah melebihi kapasitas (*over capacity*)

Adapun persamaan matematis yang menunjukkan hubungan antara *flow-speed* :

$$F = \left(Dj \times \bar{U}_s \right) - \left(\frac{Dj}{\bar{U}_f} \times \bar{U}_s^2 \right) \Rightarrow \text{Hubungan antara flow-speed} \dots\dots\dots (2-7)$$



Gambar 2.3.
Grafik hubungan antara flow (V)- speed (Us) Metode Linier Greenshield

Sehingga dari ketiga grafik hubungan antara *speed-flow-density* didapatkan *flow* maksimum atau kapasitas (*Vmax*).

$$F \text{ max} = \frac{1}{4} \times \bar{U}_f \times Dj \dots\dots\dots (2-8)$$

2.4.3.2. Metode Logaritmik Greenberg

Persamaan dasar dinyatakan sebagai berikut:

$$\boxed{\frac{d\bar{U}_s}{dt} = -\left(\frac{C}{D}\right) \times \frac{dD}{dx}} \dots\dots\dots (2-9)$$

dimana:

- \bar{U}_s = kecepatan rata-rata ruang (km/jam)
- D = kepadatan (kend/km)
- x = jarak (km)
- t = waktu yang diperlukan untuk menempuh X
- C = konstanta

Dengan menggunakan asumsi diatas, Greenberg menetapkan hubungan antara *speed*(U_s)-*density*(D) dalam bentuk logaritma sebagai berikut:

$$\boxed{\bar{U}_s = \bar{U}_m \times D_m \times (D_j / D)} \dots\dots\dots (2-10)$$

dimana:

- \bar{U}_m = kecepatan pada saat volume maksimum
- D_j = kepadatan pada saat macet

Untuk mendapatkan nilai konstanta \bar{U}_m dan D_j maka persamaan diatas diubah menjadi persamaan linier $y = a + bx$ sebagai berikut:

$$\boxed{\bar{U}_s = \bar{U}_m \times \ln D_j - \bar{U}_m \times \ln D} \dots\dots\dots (2-11)$$

Hubungan antara *flow-density* ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\boxed{F = \bar{U}_m \times D \times \ln\left(\frac{D_j}{D}\right)} \dots\dots\dots (2-12)$$

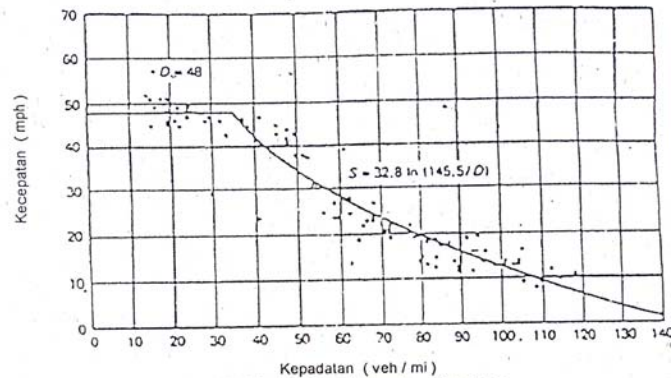
Hubungan antara *flow-speed* ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\boxed{F = \bar{U}_s \times D_j \exp\left(-\frac{\bar{U}_s}{U_m}\right)} \dots\dots\dots (2-13)$$

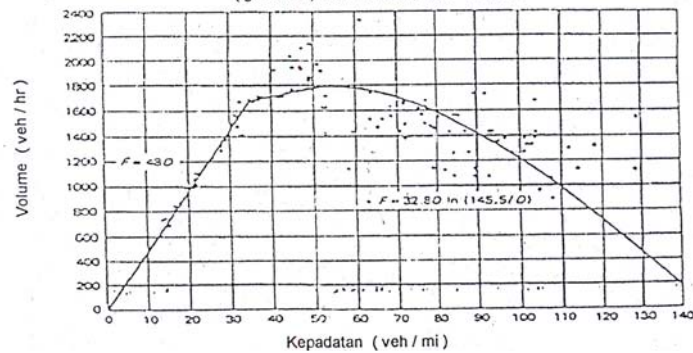
Arus maksimum untuk model Greenberg dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$\boxed{F_m = \frac{D_j}{e} \times U_m} \dots\dots\dots (2-14)$$

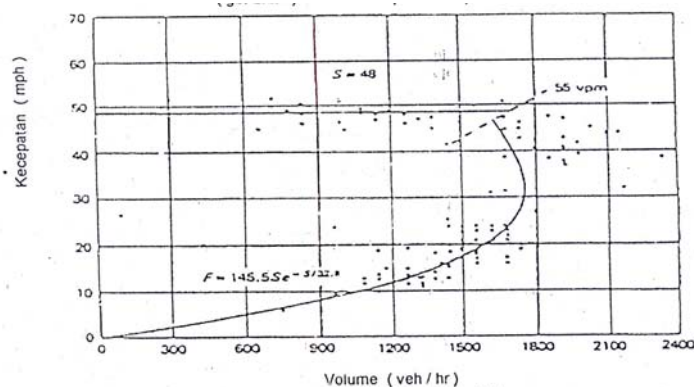
Grafik hubungan antara *speed-flow-density* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4.
Grafik hubungan antara *speed (Us)- density (D)* Metode Logaritmik Greenberg



Gambar 2.5.
Grafik hubungan antara *flow (V)- density (D)* Metode Logaritmik Greenberg



Gambar 2.6.
Grafik hubungan antara *flow (V)- speed (Us)* Metode Logaritmik Greenberg

2.4.3.3. Metode Eksponensial Underwood

Hubungan antara *speed-density* merupakan persamaan exponential sebagai berikut:

$$\bar{U}_s = \bar{U}f \times \exp\left(\frac{-D}{Dm}\right) \dots\dots\dots (2-15)$$

dimana:

$\bar{U}f$ = kecepatan pada kondisi arus bebas

Dm = kepadatan pada saat volume maksimum

untuk mendapatkan konstanta $\bar{U}f$ dan Dm , persamaan diatas dapat diubah menjadi persamaan linier $y = a + bx$ sebagai berikut:

$$\ln U_s = (\ln \times Uf) - \frac{D}{Dm} \dots\dots\dots (2-16)$$

hubungan *flow-density* ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$F = D \times \bar{U}f \times \exp\left(-\frac{D}{Dm}\right) \dots\dots\dots (2-17)$$

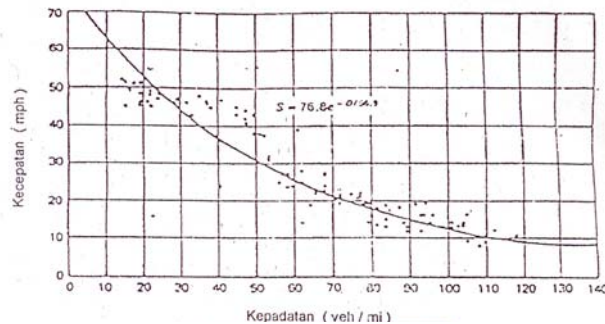
hubungan *flow-speed* ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$F = \bar{U}_s \times Dm \times \ln \times \left(\frac{\bar{U}f}{U_s}\right) \dots\dots\dots (2-18)$$

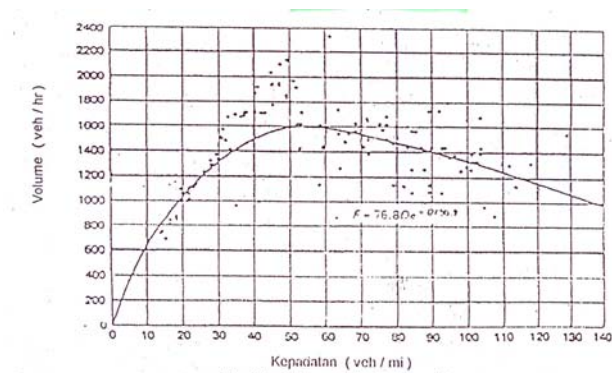
Volume maximum untuk model Underwood dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$F_{\max} = \frac{(Dj \times \bar{U}f)}{e} \dots\dots\dots (2-19)$$

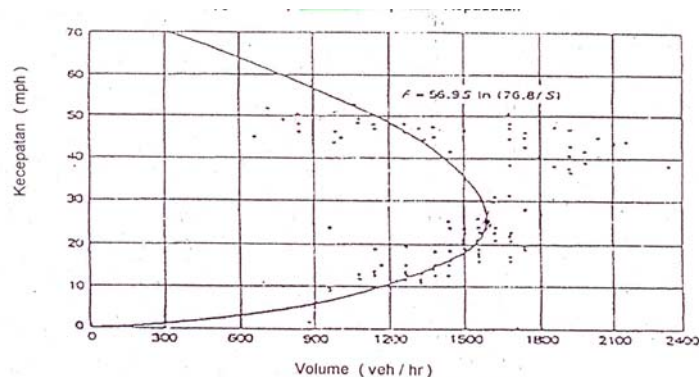
Grafik hubungan antara *speed-flow-density* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7.
Grafik hubungan antara speed (U_s)- density (D) Metode Eksponensial Underwood



Gambar 2.8.
Grafik hubungan antara *flow (V)*- *density (D)* Metode Eksponensial Underwood



Gambar 2.9.
Grafik hubungan antara *flow (V)*- *speed (Us)* Metode Eksponensial Underwood

Menurut MKJI tahun 1997, untuk jalan dua lajur tak terbagi hubungan kecepatan-arus seringkali mendekati linier dan dapat digambarkan dengan model linier sederhana.

2.4.4. ANALISA REGRESI

Bentuk umum persamaan matematis dari regresi linier sederhana adalah sebagai berikut :

$$y = a + bx \quad \dots\dots\dots (2-20)$$

dimana :

- y = variabel tak bebas
- x = variabel bebas
- a = konstanta
- b = konstanta

Nilai a dan b dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \dots\dots\dots (2-21) \\
 b &= \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}
 \end{aligned}$$

Pada metode Greenshield diperlukan modifikasi persamaan matematis agar dapat dikerjakan dengan analisis regresi linier. Adapun persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$\bar{U}_s = \bar{U}f - \left(\frac{\bar{U}f}{D_j} \right) \times D \dots\dots\dots (2-22)$$

$$y = \bar{U}_s ; x = D ; a = \bar{U}f ; b = \frac{\bar{U}f}{D_j}$$

Pada metode Greenberg diperlukan modifikasi persamaan matematis agar dapat dikerjakan dengan analisis regresi logaritmik. Adapun persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$\bar{U}_s = \bar{U}m \times LnD_j - \bar{U}m \times LnD \dots\dots\dots (2-23)$$

$$y = \bar{U}_s ; x = LnD ; a = \bar{U}m \times LnD_j ; b = \bar{U}m$$

Pada metode Underwood diperlukan modifikasi persamaan matematis agar dapat dikerjakan dengan analisis regresi eksponensial. Adapun persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$\bar{U}_s = \bar{U}f \times \exp\left(\frac{-D}{Dm}\right) \dots\dots\dots (2-24)$$

$$y = \bar{U}_s ; x = D ; a = Ln\bar{U}f ; b = \frac{-1}{Dm}$$

Berdasarkan asumsi di atas perhitungan statistik untuk ketiga metode tersebut diselesaikan dengan regresi linier, regresi logaritmik dan regresi eksponensial dengan program SPSS.

1. Greenshield : \bar{U}_s dan D
2. Greenberg : \bar{U}_s dan LnD
3. Underwood : $Ln\bar{U}_s$ dan D

Dari hasil regresi linier tersebut selanjutnya dicari model hubungan antara *speed-density*, *flow-speed* dan *flow-density*.

2.4.4.1. Nilai Korelasi

Hubungan antara variabel tidak bebas dan variabel bebas ditunjukkan dengan nilai korelasi (r). Nilai korelasi berkisar antar $-1 < r < +1$. Jika nilai r mendekati -1 dan $+1$, maka persamaan regresinya baik. Sebaliknya jika nilai korelasinya mendekati 0 maka persamaan regresinya lemah dan tidak ada hubungan.

$$r = \frac{n \sum X_i \sum Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n(\sum X_i)^2 - (\sum X_i)^2)(n(\sum Y_i)^2 - (\sum Y_i)^2)}} \dots\dots\dots (2-25)$$

Jika nilai r dikuadratkan, maka akan didapatkan nilai r^2 yang disebut sebagai koefisien determinasi atau koefisien penentu. Dinamakan demikian karena $100 r^2\%$ variasi yang terjadi dalam variabel tak bebas (y) dapat dijelaskan oleh variabel bebas (x) dengan adanya regresi linier y atas x .

2.4.4.2. Uji Signifikansi

Pengujian koefisien variabel bebas dan tak bebas dilakukan dengan uji t dan Uji F . Uji t digunakan untuk menentukan apakah variabel bebas (x) secara individual berpengaruh terhadap variabel tak bebas (y). Semakin besar nilai t perhitungan dibandingkan dengan t tabel, maka variabel bebas (x) semakin berpengaruh terhadap variabel tak bebas (y). Nilai t dapat dihitung dengan rumus :

$$t = \frac{\overline{X1} - \overline{X2}}{S / \sqrt{n}} \dots\dots\dots (2-26)$$

dimana :

- t = *student's test*
- $X1$ = mean dari variabel 1
- $X2$ = mean dari variabel 2
- S = standar deviasi
- n = jumlah sampel

Uji F digunakan untuk mengetahui tingkat signifikansi antara kedua *variance* yang dihasilkan oleh kedua variabel. *Variance* merupakan kuadrat dari simpangan baku yang ada dalam variabel. Nilai F dapat dihitung dengan rumus :

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \dots\dots\dots (2-27)$$

dimana :

F = *variance ratio test*

S1 = standar deviasi variabel 1

S2 = standar deviasi variabel 2

2.5. SURVEI LALU-LINTAS

2.5.1. SURVEI VOLUME LALU-LINTAS

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan menghitung masing-masing jenis kendaraan yang lewat disuatu titik dalam interval waktu di jalan. Adapun metode yang digunakan antara lain:

- a. *Manual count* : perhitungan lalu lintas dengan tenaga manusia.
- b. Detektor : alat yang dapat mendeteksi kendaraan yang lewat dan memberikan syarat tertentu.
- c. *Automatic count* : peralatan perhitungan lalu lintas otomatis yang dapat mencatat kendaraan selama 24 jam.

2.5.2. SURVEI KECEPATAN

2.5.2.1. Pengukuran *spot speed*

Pengukuran *spot speed* dengan metode antara lain:

- a. Enoscope: alat ini merupakan cermin yang dipasang dalam kotak terbuka dan dilengkapi kaki landasan. Biasanya diletakkan di tepi jalan untuk membelokkan garis pandangan kearah tegak lurus jalan. Pengamat di satu ujung potongan jalan dan enoscope diletakkan diujung lainnya, lalu diukurlah waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk menempuh jarak tersebut dengan menggunakan stopwatch dengan ketelitian 0,1 detik. Yang diukur sebenarnya bukanlah *spot speed*, tetapi dianggap cukup mendekati untuk keperluan praktek.
- b. Peralatan elektronis: pada dasarnya juga merupakan pengukuran waktu untuk menempuh jarak pendek tertentu. Pada ujung-ujung jarak pendek tersebut dipasang detektor kendaraan. Alat pengukur menghitung jumlah

getaran dari osilator yang lainnya dan setelah dikalibrasi menurut jarak dan frekuensi osilator diperoleh kecepatannya.

- c. Radar meter: alat ini bekerja menurut suatu asas fisika, dimana gelombang yang dipantulkan oleh benda yang bergerak, panjang gelombangnya berubah dan besar perubahannya tergantung dari kecepatan benda tersebut bergerak.
- d. Pemotretan udara: apabila dilakukan pemotretan dari udara dengan waktu antara yang tertentu, maka dari perpindahan kendaraan akan dapat dihitung kecepatannya. Salah satu cara pengukuran adalah dengan memproyeksikan kedua gambar tersebut pada suatu layar yang sudah mempunyai pembagian skala.

Penentuan panjang jalan untuk studi *spot speed* menurut Bina Marga Jalan Perkotaan sebagai berikut:

Tabel 2.6.

Rekomendasi panjang jalan untuk *spot speed*

Perkiraan Kecepatan rata-rata arus lalu-lintas (km/jam)	Penggal jalan (m)
< 40	25
40 – 65	50
> 65	75

Sumber : Dirjen DPU Bina Marga, 1990

Untuk mendapatkan kecepatan setempat pada penggal jalan tertentu, rumus yang digunakan adalah:

$$U = \frac{3,6J}{W} \dots\dots\dots (2-28)$$

dimana :

U = kecepatan setempat (km/jam)

J = panjang jalan (km)

W = waktu tempuh (detik)

2.5.2.1. Pengukuran *running speed* dan *journey speed*

Kecepatan ini diukur sepanjang suatu rute. Dengan mencatat nomor kendaraan dan waktu yang dibutuhkan, bisa diperoleh kecepatannya. Kalau daerahnya bisa diamati dari tempat yang strategis, maka pekerjaan ini dapat

dilakukan oleh seorang saja. Untuk *running speed*, waktu berhenti di lampu lalu lintas tidak diperhitungkan. Panjang rute bisa diukur dengan mudah. Adapun beberapa metode yang digunakan antara lain:

- a. *Floating car method*: dengan metode ini si pengamat ikut dengan kendaraannya ke dalam arus lalu lintas, lalu dicatat waktu-waktu berhenti dan bergerak.
- b. *Tachograph*: alat ini dipasang pada panil kendaraan dan memuat data kecepatan, waktu bergerak dan diam, jarak yang ditempuh dan lain-lain keterangan yang perlu untuk mengawasi pengoperasian suatu kendaraan. Semua data dicantumkan secara grafis pada suatu grafik melingkar yang berputar secara teratur menurut skala waktu.

2.6. ASPEK GEOMETRIK JALAN RAYA

Aspek geometrik jalan raya yang menjadi dasar perencanaan adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan, pengemudi yang mengendalikan gerakannya dan karakteristik arus lalu-lintas.

Yang perlu dicermati dari kondisi jalan tol seksi A yang ada sekarang adalah adanya jalur tanjakan dengan kelandaian yang sangat besar serta panjang jalur tanjakan tersebut yang masih perlu disesuaikan lagi dengan persyaratan yang ada. Dari data yang ada, pada ruas jalan sepanjang 8 km hampir separuhnya ($\pm 50\%$) adalah ruas jalan yang memiliki kelandaian $\geq 4\%$, maka hal ini perlu diperbaiki.

Mengingat letak ruas jalan tersebut adalah di daerah peralihan antara perbukitan dan dataran pantai maka diperlukan perbaikan alinyemen dan pelebaran jalan dimana akan memerlukan pekerjaan galian dan timbunan yang cukup besar.

Adapun aspek geometrik jalan raya untuk jalan bebas hambatan adalah sebagai berikut:

2.6.1. ALINYEMEN HORIZONTAL

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal atau dikenal juga dengan nama trase jalan. Alinyemen horisontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung

tersebut terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja.

Kendaraan yang bergerak pada lengkung horisontal akan mengalami gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal tersebut diimbangi dengan gaya gesekan antara ban dan muka jalan serta komponen berat kendaraan sehingga dibuatlah superelevasi (kemiringan melintang muka jalan di tikungan).

2.6.1.1. Jari-jari Lengkung Minimum

Jari-jari lengkung minimum untuk kecepatan rencana yang berlainan, didasarkan pada superelevasi maksimum dan gesekan sisi dengan rumus:

$$R = \frac{V^2}{127(f_m + e)} \dots\dots\dots (2-29)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

Untuk V_R antara 80-112 km/jam

$$f_m = (- 0.00125V_R) + 0.24 \dots\dots\dots (2-30)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

Untuk $V_R < 80$ km/jam

$$f_m = (- 0.00065V_R) + 0.192 \dots\dots\dots (2-31)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

dimana :

R = Jari-jari lengkung minimum (m)

V = Kecepatan rencana (km/jam)

e = Super elevasi (%)

f_m = Koefisien gerakan melintang

Tabel 2.7 dapat dipakai untuk menetapkan R_{min} ,

**Tabel 2.7.
Panjang Jari-jari Minimum (dibulatkan)**

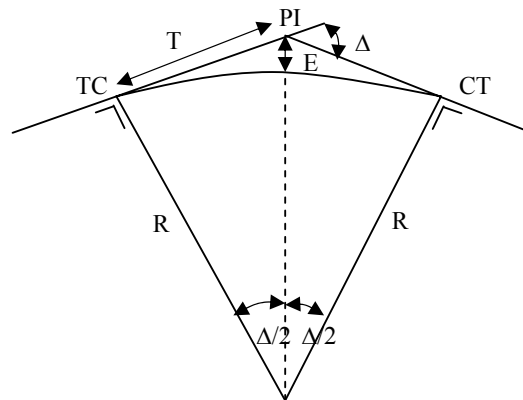
VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-Jari Minimum R_{min} (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

2.6.1.2. Bentuk Geometri Tikungan

Ada tiga parameter bentuk geometri yang digunakan dalam alinyemen horizontal, yaitu:

1. Lingkaran Penuh (*Full Circle*)



Gambar 2.10.
Lengkung *Full Circle*

Rumus – rumus :

$$T = R \tan (\Delta/2)$$

$$E = \sqrt{R^2 + T^2} - R$$

$$L = \Delta \cdot Rc. \pi / 180^0$$

(2-32)

Sumber : *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman*

dimana :

PI = Titik perputaran garis tangent

R = Jari – jari busur lingkaran

Δ = sudut tangent (0)

TC = titik peralihan dari tangent ke lingkaran (circle)

CT = titik peralihan dari lingkaran ke tangent

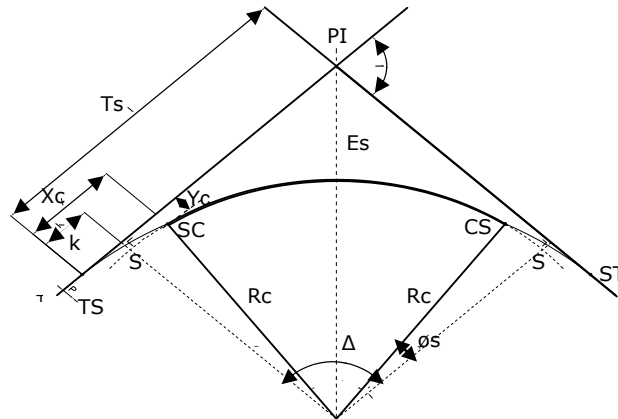
T = Jarak Tc atau CT ke PI

L = Panjang busur lengkung lingkaran

E = Jarak PI ke busur lengkung lingkaran

2. Lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

Bentuk tikungan type ini digunakan pada tikungan yang tajam dan mempunyai sudut tangent yang besar.



Gambar 2.11.
Lengkung Spiral – Circle – Spiral

Rumus – rumus :

Tikungan dengan bentuk *spiral – circle – spiral* mempunyai dua buah bentuk lengkung yaitu lengkung peralihan (spiral) dan lengkung *circle*.

- Lengkung spiral

$$\begin{aligned}
 Ls_{\min} &= 0,02143 \frac{V^3}{R.C.10e} \\
 \theta_s &= \frac{Ls}{2.Rc} \cdot \frac{360}{2\pi} \\
 Xc &= Ls - \frac{Ls^3}{40.Rc^2} \\
 Yc &= \frac{Ls^2}{6Rc} \\
 p &= Yc - Rc(1 - \cos \theta_s) \\
 k &= Xc - Rc.\sin \theta_s \\
 Es &= (Rc + p)\sec \frac{1}{2}\Delta - R \\
 Ts &= (Rc + p)tg \frac{1}{2}\Delta + k
 \end{aligned}
 \tag{2-33}$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

- Lengkung circle

$$\begin{aligned}
 \Delta_c &= \Delta - 2\theta_s \\
 Lc &= \frac{\Delta_c}{360} 2.\pi.Rc
 \end{aligned}
 \tag{2-34}$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

maka panjang tikungan :

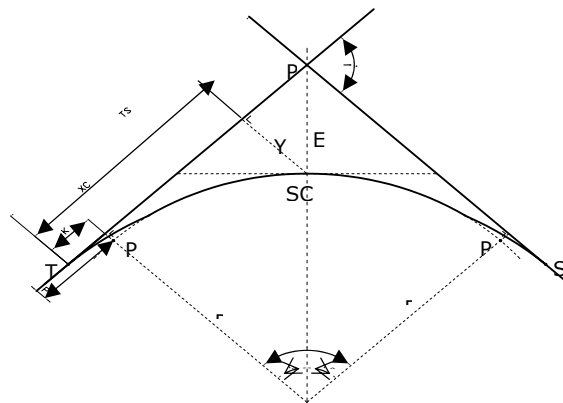
$$L = L_c + 2 L_s \quad \dots\dots\dots (2-35)$$

Sumber : *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman*

dimana :

- PI = titik perpotongan garis tangent utama
- TS = titik perubahan dari garis ke spiral
- SC = titik perubahan dari spiral ke lingkaran
- CS = titik perubahan dari lingkaran ke spiral
- ST = titik perubahan dari spiral ke tangent
- Re = jari – jari lengkung lingkaran
- Ls = panjang lengkung spiral
- Ts = panjang tangent utama
- Es = panjang eksternal total dari PI ke tengah busur lingkaran
- Xc = jarak dari TS ke titik proyeksi pusat lingkaran pada tangent
- Yc = jarak dari SC ke garis tangent utama
- Δ = sudut pertemuan antara tangent utama
- Δ_c = sudut pertemuan antara tangent lingkaran dengan sudut pusat lingkaran
- θ_s = sudut spiral
- Xc, Yc = koordinat SC atau S terhadap TS – PI atau PI – TS

3. Lengkung *Spiral-Spiral*



Gambar 2.12.
Lengkung *Spiral – Spiral*

Rumus-rumus:

$$\begin{aligned}
 \Delta &= 2 \theta_s \\
 L_s &= 2 L_s \text{ dimana } L_s = \frac{2\pi R}{360} \cdot 2\theta_s \\
 X_c &= L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R c^2} \\
 Y_c &= \frac{L_s^2}{6 R c} \\
 p &= Y_c - R c (1 - \cos \frac{1}{2} \Delta) \\
 k &= X_c - R c \cdot \sin \frac{1}{2} \Delta
 \end{aligned}
 \tag{2-36}$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

Selanjutnya harga Ts dan Es dihitung:

$$\begin{aligned}
 E_s &= (R c + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - R \\
 T_s &= (R c + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k
 \end{aligned}
 \tag{2-37}$$

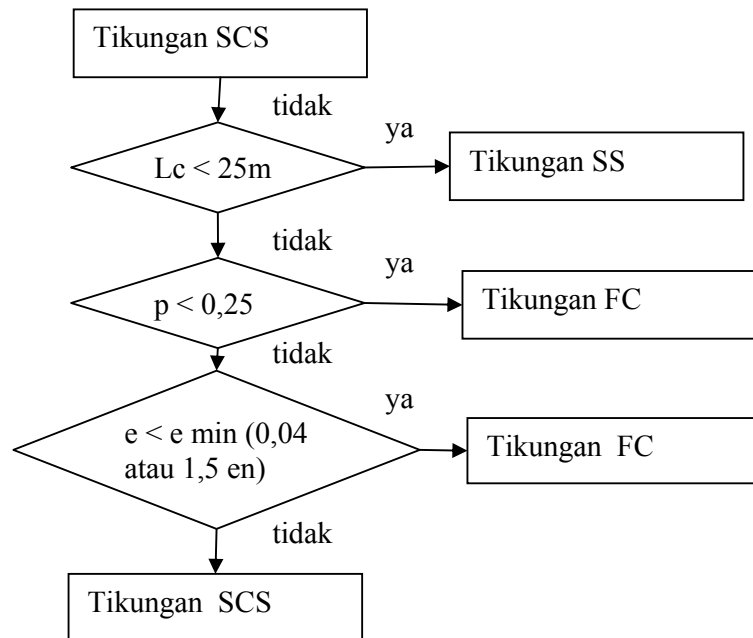
Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

dimana :

- PI = perpotongan garis tangent
- R = jari – jari spiral
- Δ = sudut pertemuan antara dua garis tangent
- θ_s = sudut lengkung spiral
- Ts = jarak dari TS atau ST ke PI
- TS = titik perubahan dari spiral ke garis tangent
- Es = jarak PI ke lengkung busur spiral
- Xc = jarak dari TS ke SC=CS pada tangent
- Yc = jarak dari SCS ke tegak lurus tangent
- K = jarak dari TS ke titik dimana tangent utama bersinggungan dengan tegak lurus dengan R

2.6.1.3. Penentuan Tipe Tikungan

Dalam menentukan tipe tikungan ada beberapa langkah yang harus dicermati, sebagaimana yang digambarkan dalam diagram alir di bawah ini :



Gambar 2.13.
Diagram Alir Pemilihan Tipe Tikungan

▪ Penentuan Lengkung *Spiral* (L_s)

Besar lengkung spiral ditentukan berdasarkan beberapa ketentuan. Lengkung spiral yang dipilih adalah yang terbesar.

1. Gaya Sentrifugal

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{Rc * c} - 2,727 \frac{V_R * e}{c} \dots\dots\dots (2-38)$$

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

dimana :

- L_s = Lengkung *spiral* (m)
- Rc = Jari – jari lengkung yang dipakai (m)
- V_R = kecepatan rencana (km/jam)
- e = superelevasi (%)
- c = peubah pecahan (1-3 m/s³)

2. Waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R * T}{3,6} \dots\dots\dots (2-39)$$

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

dimana :

L_s = Lengkung *spiral* (m)

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu tempuh lengkung peralihan (3 detik)

3. Tingkat pencapaian peubah kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) * V_R}{3,6 * Re} \dots\dots\dots (2-40)$$

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997*

dimana :

L_s = Lengkung *spiral* (m)

e_m = Superelevasi maksimum (%)

e_n = Superelevasi normal (%)

Re = perubahan kemiringan melintang jalan (0,035 %)

▪ Penentuan Lengkung *Circle* (L_c)

$$L_c = \frac{\Delta c}{360} * 2\pi * R_c \dots\dots\dots (2-41)$$

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997*

dimana :

L_c = Lengkung *circle* (m)

Δc = Sudut tangen ($^{\circ}$)

R_c = Jari – jari lengkung yang dipakai (m)

Lengkung dengan R lebih besar atau sama dengan yang ditunjukkan pada tabel 2.8, tidak memerlukan lengkung peralihan.

Tabel 2.8.

Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-Jari Minimum R_{min} (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997*

▪ Penentuan besar P

$$P = \frac{L_s^2}{24 * R_c} \dots\dots\dots (2-42)$$

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997*

2.6.1.4. Tikungan Gabungan

Pada perencanaan alinyemen horizontal dikenal dua macam tikungan gabungan, yaitu tikungan gabungan searah dan tikungan gabungan berbalik arah.

Tikungan gabungan searah adalah gabungan dua atau lebih tikungan dengan arah putaran sama tetapi dengan jari-jari yang berbeda. Berdasarkan *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Tahun 1997* dan *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, penggunaan tikungan gabungan searah tergantung pada perbandingan R_1 dan R_2 :

$$\frac{R_1}{R} > \frac{2}{3}, \text{ tikungan gabungan searah harus dihindarkan}$$

$$\frac{R_1}{R} < \frac{2}{3}, \text{ tikungan gabungan searah harus dilengkapi dengan bagian lurus}$$

sepanjang paling tidak 20 m.

Tikungan gabungan searah atau sering disebut dengan tikungan berganda, memberikan rasa ketidaknyamanan pada pengemudi. Oleh karena itu, jika terpaksa diadakan, sebaiknya masing-masing tikungan mempunyai tipe SCS sehingga terdapat tempat penyesuaian keadaan.

Tikungan gabungan berbalik arah adalah gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda. Setiap tikungan jenis ini harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 20 m. Seperti halnya pada tikungan gabungan searah, masing-masing tikungan pada tikungan gabungan berbalik arah sebaiknya bertipe SCS agar terdapat tempat perubahan pencapaian kemiringan melintang.

2.6.2. ALINYEMEN VERTIKAL

Alinyemen Vertikal adalah perpotongan antara bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan. Untuk jalan dua lajur, alinyemen vertikal adalah perpotongan antara bidang vertikal dengan sumbu/as jalan. Sedangkan untuk jumlah lajur yang banyak atau menggunakan median, alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal melalui tepi dalam masing-masing perkerasan.

Di dalam perencanaan geometri jalan harus diusahakan agar alinyemen vertikal mendekati permukaan tanah asli yang secara teknis berfungsi sebagai tanah dasar, untuk mengurangi pekerjaan tanah. Agar tidak terjadi kesulitan dalam masalah pengaliran air drainase permukaan jalan, sedapat mungkin diusahakan agar permukaan jalan berada di atas permukaan tanah asli. Namun demikian, perlu juga diperhatikan aspek lain, yang berkaitan dengan alinyemen horisontal.

Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai 0 (datar).

2.6.2.1. Kelandaian Jalan

Dalam perencanaan disarankan menggunakan kelandaian datar untuk jalan di atas tanah timbunan yang tidak mempunyai kerb, kelandaian 0,15 % untuk jalan di atas timbunan yang mempunyai kerb dan kelandaian minimum sebesar 0,3 – 0,5 % dianjurkan untuk jalan di daerah galian yang memakai kerb. Pada kelandaian 3 % mulai memberikan pengaruh kepada gerakan kendaraan berat, sehingga kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Adapun kelandaian maksimum dari berbagai kecepatan rencana ditunjukkan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9.
Persyaratan Kelandaian Maksimum

V_R (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kelandaian Maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Kelandaian jalan memiliki persyaratan panjang kritis yang berkaitan dengan kecepatan rencana. Panjang kritis adalah panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa sehingga penurunan kecepatannya tidak lebih dari separuh kecepatan rencana

(V_R). Lama perjalanan ditetapkan tidak lebih dari satu menit. Persyaratan panjang kritis seperti yang tercantum pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10.
Persyaratan Panjang Kritis dari Kelandaian

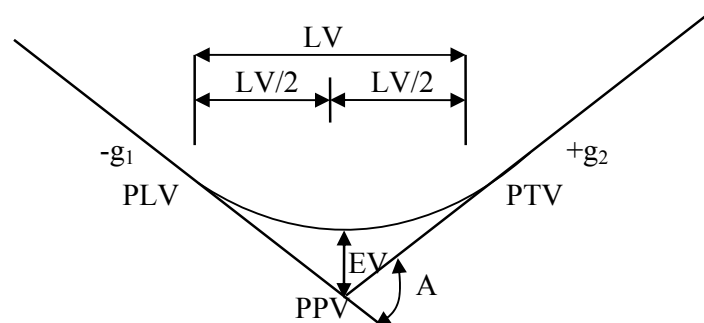
Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

2.6.2.2. Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal merupakan lengkung yang digunakan untuk menyerap guncangan akibat perubahan kelandaian dan untuk menyediakan jarak pandang henti, sehingga lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian. Lengkung vertikal diberikan sebagai lengkung parabola sederhana yang ukurannya ditentukan oleh panjangnya. Yang penting dalam pembuatan lengkung vertikal yaitu menghindari bagian lurus yang pendek antara dua lengkung vertikal dengan tikungan yang arahnya sama. Dilihat dari perpotongannya, lengkung vertikal dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

1. **Lengkung vertikal cekung**, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.



Gambar 2.14.
Lengkung vertikal cekung

dimana :

EV = pergeseran vertikal (m)

A = perbedaan aljabar kelandaian (%)

LV = jarak horisontal antara PLV dan PTV selanjutnya disebut sebagai panjang lengkung vertikal (m)

$$\boxed{EV = \frac{A * LV}{800}} \dots\dots\dots (2-43)$$

$$\boxed{A = g_1 - g_2}$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

Bentuk lengkung vertikal cekung ini ditentukan oleh :

a. Syarat keamanan, berdasarkan jarak pandang henti pada malam hari

$$\boxed{S < LV : LV = \frac{A * S^2}{150 + 3,5S}} \dots\dots\dots (2-44)$$

$$\boxed{S > LV : LV = 2S - \frac{150 + 3,5S}{A}} \dots\dots\dots (2-45)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

b. Berdasarkan jarak pandang bebas di bawah bangunan

$$\boxed{S < LV : LV = \frac{A * S^2}{3480}} \dots\dots\dots (2-46)$$

$$\boxed{S > LV : LV = 2S - \frac{3480}{A}} \dots\dots\dots (2-47)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

c. Faktor kenyamanan pengemudi

$$\boxed{LV = 3 * \frac{V}{3,6}} \dots\dots\dots (2-48)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

d. Keluwesan bentuk

$$\boxed{LV = \frac{A * V^2}{380}} \dots\dots\dots (2-49)$$

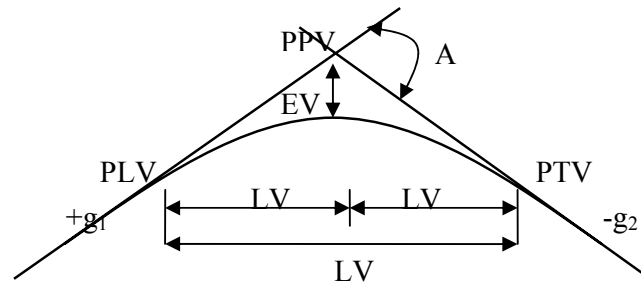
Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

e. Syarat drainase

$$\boxed{LV = 50 * A} \dots\dots\dots (2-50)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

2. **Lengkung vertikal cembung**, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan.



Gambar 2.15.
Lengkung vertikal cembung

Bentuk lengkung ini ditentukan oleh :

- a. Syarat keamanan, berdasarkan :

- Jarak pandangan henti

$$S < LV \rightarrow L_v = \frac{A * S^2}{399} \dots\dots\dots (2-51)$$

$$S > LV \rightarrow L_v = 2S - \frac{399}{A} \dots\dots\dots (2-52)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

- Jarak pandang menyiap

$$S < LV \rightarrow L_v = \frac{A * S^2}{960} \dots\dots\dots (2-53)$$

$$S < LV \rightarrow L_v = 2S - \frac{960}{A} \dots\dots\dots (2-54)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

- b. Faktor kenyamanan pengemudi

$$LV = 3 * \frac{V}{3,6} \dots\dots\dots (2-55)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

- c. Syarat drainase

$$LV = 50 * A \dots\dots\dots (2-56)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua jarak pandang, yaitu jarak pandang henti (JPH) dan jarak pandang mendahului (JPM).

Menurut Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman dijelaskan pengertian jarak pandang henti adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraannya. Jarak pandang henti minimum adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan pada lajur jalannya. Besarnya jarak pandang henti (JPH) dirumuskan sebagai berikut:

$$JPH = \frac{V_R}{3,6} T * \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2gf} \dots\dots\dots (2-57)$$

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

dimana :

- V_R = kecepatan rencana (km/jam)
- T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik
- g = percepatan gravitasi, 9,8 m/detik³
- f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35 -0,55

Persyaratan jarak pandang henti dinyatakan pada tabel 2.11.

Tabel 2.11.

Persyaratan Jarak Pandang Henti Minimum

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Henti (m)
120	250
100	175
80	120
60	75
50	55
40	40
30	27
20	16

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Jarak pandang menyiap adalah jarak yang dibutuhkan pengemudi sehingga dapat melakukan gerakan menyiap dengan aman dan dapat melihat kendaraan dari arah depan dengan bebas. Jarak pandang menyiap standar dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$JPM = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots (2-58)$$

Sumber : *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman*

$$d_1 = 0,278t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right) \dots\dots\dots (2-59)$$

Sumber : *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman*

dimana :

d_1 = jarak yang ditempuh kendaraan yang hendak menyiap selama waktu reaksi dan waktu membawa kendaraannya yang hendak membelok ke lajur kanan.

t_1 = waktu reaksi yang tergantung dari kecepatan yang dapat ditentukan dengan korelasi $t_1 = 2,12 + 0,026 V$

m = perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap 15 km/jam

V = kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap, dalam perhitungan dapat dianggap sama dengan kecepatan rencana

a = percepatan rata-rata yang besarnya tergantung dari kecepatan rata-rata kendaraan yang menyiap yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $a = 2,052 + 0,0036 V$

$$d_2 = 0,278V * t_2 \dots\dots\dots (2-60)$$

Sumber : *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman*

dimana :

d_2 = jarak yang ditempuh selama kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan

t_2 = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan mempergunakan korelasi $t_2 = 6,56 + 0,048V$

d_3 = diambil 30 - 100m

d_4 = $\frac{2}{3} d_2$

Adapun ketentuan jarak pandang menyiap tercantum pada tabel 2.12.

Tabel 2.12.
Persyaratan Jarak Pandang Menyiap

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Standar (m)
120	800
100	670
80	550
60	350
50	250
40	200
30	150
20	100

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

Panjang lengkung vertikal minimum bisa ditentukan langsung sesuai Tabel 2.13 didasarkan pada kecepatan rencana dan perbedaan kelandaian memanjang.

Tabel 2.13.
Persyaratan Minimum Lengkung Vertikal

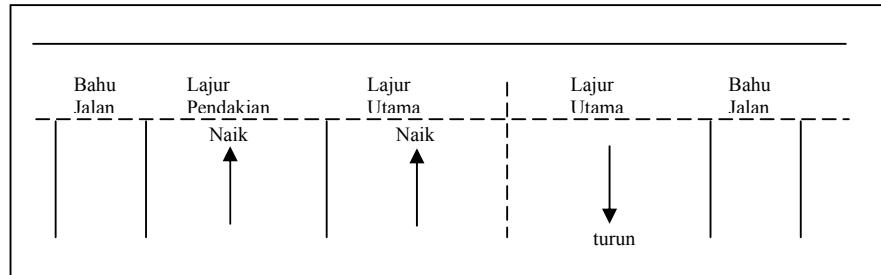
Kecepatan Rencana (km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
< 40	1	20 - 30
40 - 60	0.6	40 - 80
> 60	0.4	80 - 150

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997

2.6.2.3. Lajur Pendakian

Pada ruas jalan dengan kelandaian besar dan volume yang tinggi, seringkali kendaraan berat yang bergerak dengan kecepatan di bawah kecepatan rencana menghalangi kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan rencana. Untuk menghindari hal tersebut perlu dibuat suatu lajur pendakian. Lajur pendakian adalah lajur yang dikhususkan untuk truk bermuatan berat atau kendaraan lain yang berjalan dengan kecepatan lebih rendah, sehingga kendaraan lain dapat mendahului kendaraan yang lebih lambat tanpa mempergunakan lajur lawan.

Lebar lajur pendakian adalah sama dengan lajur utama dan panjang lajur pendakian harus 200 m atau lebih. Lajur pendakian diperlihatkan pada Gambar 2.16. di bawah ini.



Sumber: Teknik Jalan Raya I, Clrakso H. Oblesby

Gambar 2.16.
Lajur Pendakian

2.6.3. PENAMPANG MELINTANG JALAN

Penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian-bagian jalan. Bagian-bagian jalan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

2.6.3.1. Jalur Lalu-Lintas

Jalur lalu-lintas (*travelled way/carriage way*) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu-lintas kendaraan. Jalur lalu-lintas terdiri dari beberapa lajur (*lane*) kendaraan. Lajur kendaraan adalah bagian dari jalur lalu-lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan baik itu beroda empat atau lebih dalam satu arah.

Lebar lajur lalu lintas merupakan lebar kendaraan ditambah dengan ruang bebas antara kendaraan yang besarnya sangat ditentukan oleh keamanan dan kenyamanan yang diharapkan. Makin tinggi kecepatan rencana suatu jalan maka makin lebar juga lajur lalu lintas yang dibutuhkan. Untuk jalan tol daerah perkotaan ditetapkan lebar lajur minimal 3,50 meter, sedangkan untuk jalan tol untuk daerah luar kota sekurang-kurangnya 3,60 meter.

Pada jalur lalu-lintas diperlukan suatu kemiringan melintang terutama untuk kebutuhan drainase jalan. Kemiringan melintang pada jalan biasanya berkisar antara 2% - 4%. Untuk daerah tikungan dibutuhkan kemiringan melintang yang berbeda dengan daerah yang alinyemennya lurus. Hal ini dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang bekerja.

2.6.3.2. Bahu Jalan

Bahu jalan terletak berdampingan dengan jalur lalu-lintas. Fungsi utama bahu jalan adalah untuk melindungi bagian utama jalan. Selain itu juga sebagai tempat berhenti sementara bagi kendaraan-kendaraan yang mogok sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan dan sebagai ruangan pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan..

Lebar bahu jalan harus ditentukan dengan mempertimbangkan manfaat dan kemampuan pembiayaan pembangunan. Bahu jalan harus berada pada ketinggian yang sama dengan tepi perkerasan jalur lalu-lintas dengan kemiringan melintang 4%. Bahu jalan ada yang diperkeras dan ada juga yang tidak diperkeras, tergantung dengan kebutuhan.

II.6.3.3. Median

Fungsi utama median adalah untuk memisahkan dua jurusan arus lalu-lintas demi keamanan dan keselamatan lalu-lintas. Menurut Ketentuan Teknik Tata Cara Pembangunan dan Pemeliharaan Jalan Tol, Kepmen Kimpraswil Nomor : 353/KPTS/M/2001 tanggal 22 Juni 2001, median jalan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Lebar median harus didesain sekurang-kurangnya 5,50 meter untuk daerah luar kota dan 3,00 meter untuk daerah perkotaan, diukur dari garis tepi dalam lajur lalu lintas.
2. Dalam hal dilaksanakan konstruksi bertahap, median harus didesain untuk dapat menampung penambahan lajur dengan lebar median sekurang-kurangnya 13 meter untuk daerah luar kota dan 10 meter untuk daerah perkotaan.
3. Untuk median dengan lebar minimum tersebut harus menggunakan pengaman lalu-lintas.

2.6.3.4. Saluran Samping

Saluran samping berguna untuk :

1. Mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan ataupun dari bagian luar jalan.
2. Menjaga supaya konstruksi jalan selalul berada dalam keadaan kering tidak terendam air.

Pada umumnya bentuk saluran samping berupa trapesium atau empat persegi panjang. Saluran samping dibuat dari pasangan batu kali atau hanya dengan tanah asli. Lebar dasar saluran disesuaikan dengan besarnya debit yang diperkirakan akan mengalir pada saluran tersebut, minimum sebesar 30 cm. Talud untuk saluran yang berbentuk trapesium dan tidak diperkeras adalah 2H:1V atau sesuai dengan kemiringan yang memberikan kestabilan lereng yang aman. Untuk yang menggunakan pasangan batu kali, talud dibuat dengan perbandingan 1:1.

2.6.3.5. Talud/Kemiringan Lereng

Talud jalan umumnya dibuat 2H : 1V, tetapi untuk tanah-tanah yang mudah longsor talud jalan harus dibuat sesuai dengan besarnya landai aman, yang besarnya diperoleh dari perhitungan kestabilan lereng.

Berdasarkan keadaan tanah pada lokasi jalan tersebut, talud bisa berupa bronjong, dinding penahan tanah, lereng bertingkat (*berm*) ataupun hanya ditutupi dengan rumput saja.

2.6.3.6. Pengaman Tepi

Pengaman tepi bertujuan untuk memberikan ketegasan tepi badan jalan. Jika terjadi kecelakaan dapat mencegah kendaraan keluar dari badan jalan. Umumnya digunakan di sepanjang jalan yang menyusuri jurang, pada tanah timbunan dengan tikungan tajam, pada tepi-tepi jalan dengan tinggi timbunan lebih besar dari 2,5 meter dan pada jalan-jalan dengan kecepatan tinggi. Pengaman tepi bisa berupa *guard rail*, beton parapet ataupun dari batu kali.