

ANALISA LALU LINTAS DAN PENGARUHNYA PADA KONSTRUKSI JALAN RAYA (STUDY LITERATUR)

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu Persyaratan
untuk mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik**

Oleh :

**VIVI HANDAYANI HUTASUHUT
NIM : 10. 811. 0039**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2013**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)19/7/24

**ANALISA LALU LINTAS DAN PENGARUHNYA
PADA KONSTRUKSI JALAN RAYA
(STUDY LITERATUR)**

SKRIPSI

Oleh :

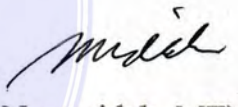
**VIVI HANDAYANI HUTASUHUT
NIM : 10. 811. 0039**

Disetujui :

Pembimbing I,

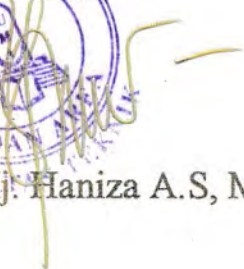

(Ir. Melloukey Ardan, MT)

Pembimbing II,


(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui :

Dekan


(Ir. Hj. Haniza A.S, MT)

Ka. Program Studi Sipil


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

ABSTRAK

Permukaan perkerasan Jalan raya yang telah dibangun perlu dipelihara agar tetap mulus untuk memberikan keamanan dan kenikmatan bagi sipemakai. Yang mempengaruhi kerusakan jalan raya adalah cuaca, berat kendaraan, kecepatan kendaraan, volume lalu lintas. Faktor yang mempengaruhi perencanaan tebal perkerasan yaitu umur rencana, angka ekivalen, kondisi lalu lintas, daya dukung tanah, dan faktor regional. Perencanaan perkerasan jalan raya disesuaikan dengan fungsi dan klasifikasi jalan raya tersebut. Besarnya beban yang dilimpahkan roda kendaraan pada permukaan jalan raya tergantung dari berat total kendaraan tersebut. Beban tersebut akan lewat berulang – ulang sesuai dengan banyaknya lalu lintas perhari dan pertambahannya sampai selama umur rencana.

Kata kunci : Konstruksi Perkerasan Jalan



ABSTRAC

Surface of Roadway Ossifying which have been develop builded require to be looked after remain to smoothly to give the security and enjoyment for sipemakai. influencing roadway damage weather, heavy of kendaraan, speed kendaraan, traffic volume. Factor influencing thick planning is ossifying that is age plan the, number ekivalen, traffic condition, energy support the land ground, and factor regional.

Planning of roadway Ossifying adapted for by function and the klasifikasi roadway. Level of burden overflowed by wheel kendaraan of at roadway surface depended from total weight of the kendaraan. The burden will pass recuring - repeat as according to to the number of traffic perhari and its accretion until during age plan.

Keyword : Road Construction Pavement



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karuniaNya yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun penulisan Tugas Akhir ini dengan Judul: **“Analisa Lalu Lintas dan Pengaruhnya pada Konstruksi Jalan Raya (Studi Literatur)”**.

Tujuan penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kurikulum guna mencapai gelar Sarjana pada Program Studi Jurusan Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Ya'kub Matondang, MA Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Ir. Hj. Haniza A.S, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT Selaku Ketua Program Studi jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Ir. Nurmaidah, MT Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area yang telah mendidik, membimbing, dan membantu penulis selama masa studi.

7. Kedua orang tua, yang banyak memberikan dukungan baik moral amupun materi serta doa selama ini.
8. Seluruh Rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, dan semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini disebabkan karena keterbatasan pengetahuan dalam literature yang ada untuk itu penulis mengharapkan adanya kritikan dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan Penulisan Tugas Akhir.



Medan, Oktober 2013

Penulis

Vivi Handayani Hutasuhut

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR GRAFIK	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Permasalahan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan	3
BAB II PERENCANAAN LALU LINTAS	4
2.1 Lalu Lintas	4
2.1.1 Perhitungan Tangan	4
2.1.2 Perhitungan Mekanis	5
2.1.3 Satuan Mobil Penumpang (SMP)	7
2.1.4 Kecepatan	8
2.2 Analisa Kapasitas Jalan	9
2.2.1 Perhitungan Kapasitas Jalan	11

2.3 Konstruksi Jalan	12
2.3.1 Sejarah Perkerasan Jalan Raya	12
2.4 Konstruksi Kesamping (Geometrik Jalan Raya)	15
2.4.1 Kriteria – kriteria Dalam Perencanaan Geometrik	16
2.4.2 Bagian – bagian Konstruksi	23
2.5 Konstruksi Kebawah (Konstruksi Perkerasan Jalan)	41
2.5.1 Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)	43
2.5.2 Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>)	45
2.5.3 Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	48
2.5.4 Lapisan Pondasi Bawah (<i>Sub Base</i>)	50
2.5.5 Tanah Dasar Yang dipadatkan (<i>Sub Grage</i>)	52

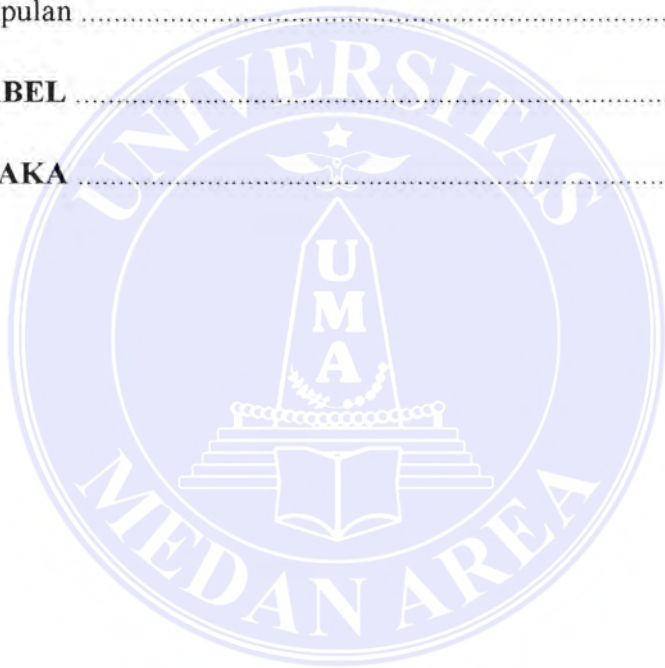
BAB III PENGARUH LALU LINTAS TERHADAP KONSTRUKSI

JALAN	53
3.1 Klasifikasi Jalan	53
3.2 Jumlah Jalur	56
3.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya	56
3.3.1 Faktor – faktor yang mempengaruhi Perencanaan	58
3.3.2 Umur Rencana	58
3.3.3 Angka Ekvivalen	58
3.3.4 Kondisi Lalu Lintas	59
3.3.5 Daya Dukung Tanah Dasar	59
3.3.6 Faktor Regional (FR)	60
3.3.7 Indeks Permukaan (Serviceability Index)	66

BAB IV PEMBAHASAN..... 63

4.1 Contoh Perhitungan	63
4.2 Perhitungan dengan Alat Benkelman Beam	66

4.3 Perhitungan Lendutan Balik pada setiap Segmen	73
4.4 Perhitungan CBR Segmen	78
4.5 Perhitungan Lalu Lintas Rencana	80
4.6 DTN (Design Traffic Number) Kendaraan	82
4.7 Menghitung tebal lapisan tambahan dengan metode HRODI / metode RDS	83
BAB V PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan	93
LAMPIRAN TABEL	94
DAFTAR PUSTAKA	97



DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1. Perbedaan Perhitungan Lalu Lintas Cara Tangan dan Cara Mekanik	6
2. Tabel 2.2. Pengisian Perhitungan Lalu Lintas Cara Tangan	7
3. Tabel 2.3. Angka Ekvivalen Satuan Mobil Penumpang (SMP)	7
4. Tabel 2.4. Ekvivalen Mobil Penumpang Bus dan Truk Pada Jalan Dua Lajur	11
5. Tabel 2.5. Perbedaan Kecepatan Rencana Metode AASHTO dengan Bina Marga	30
6. Tabel 2.6. Kelandaian Maksimum Jalan	37
7. Tabel 2.7. Persyaratan Gradasi Kelas A Untuk Lapisan Pondasi Atas	49
8. Tabel 2.8. Persyaratan Gradasi Kelas B dan C Untuk Lapisan Pondasi Atas	49
9. Tabel 2.9. Persyaratan Gradasi Kelas A Untuk Lapisan Pondasi Bawah	51
10. Tabel 2.10. Persyaratan Gradasi Kelas B Untuk Lapisan Bawah	51
11. Tabel 2.11. Persyaratan Gradasi Kelas C Untuk Lapisan Pondasi Bawah	52
12. Tabel 3.1 Klasifikasi Jalan	54
13. Tabel 3.2 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan	56
14. Tabel 3.3 Kondisi Jalan yang berbeda antara Jalan yang satu dengan yang lain	60
15. Tabel 3.4 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana	61
16. Tabel 3.5 Indeks Permukaan bervariasi dari 0-5, masing –masing angka menunjukan Fungsi pelayanan	62
17. Tabel 3.6 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana	62

18. Tabel 4.1 Data – data Lalu Lintas Harian Rata – rata (LHR)80

19. Tabel 4.2 Lintas Ekuivalen dengan umur rencana 5 tahun dan
dan pertumbuhan lalu lintas 8 % 81

20. Tabel 4.3 Lintas Ekuivalen dengan umur rencana 8 tahun
dan pertumbuhan lintas 8 % 87

21. Tabel 4.4 Patokan praktis ketebalan lapisan untuk desain peningkatan dengan
LHR < 8000 smp pada tengah umur desain 92



DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Perkerasan pada Awal Abad IV SM s.d IV M	13
2. Gambar 2.2. Konstruksi Mc. Adam	13
3. Gambar 2.3. Perkerasan Lentur	14
4. Gambar 2.4. Gaya – gaya yang bekerja pada Lengkung Horizontal	27
5. Gambar 2.5. Panjang Lengkung Peralihan menurut Bina Marga dan AASHTO	29
6. Gambar 2.6. Perubahan Kemiringan Melintang	33
7. Gambar 2.7. Tikungan Full Circle	34
8. Gambar 2.8. Lengkung Spiral – Lingkaran – Spiral	35
9. Gambar 2.9. Lengkung Spiral – Spiral	36
10. Gambar 2.10. Jenis Lengkung Vertikal dilihat dari Titik Perpotongan Kedua Tangen	39
11. Gambar 2.11. Penyebaran Gaya dan Daya Dukung Tanah	44
12. Gambar 2.12. Lapisan Perkerasan Lentur	45

DAFTAR GRAFIK

1. Grafik 2.1. Korelasi antara Koefisien Gesekan Melintang Maksimum dan Kecepatan Rencana 24

2. Grafik 2.2. Landai relatif maksimum berdasarkan Bina Marga 31

3. Grafik 2.3. Landai relatif maksimum berdasarkan AASHTO '90 31

4. Grafik 2.4. Panjang Lengkung Vertikal Cekung 40

5. Grafik 2.5. Panjang Lengkung Vertikal Cembung 40

6. Grafik 2.6. Panjang Lengkung Vertikal Cembung (Untuk Jalan Raya 2 Jalur) 41



DAFTAR NOTASI

a	= Indeks masing – masing Bahan Lapisan Perkerasan
C	= Koefisien Distribusi Kendaraan
CBR	= California Bearing Ratio
D	= Tebal masing – masing Lapisan Perkerasan
DDT	= Daya Dukung Tanah Dasar
E	= Kelandaian Jalan
F	= Koefisien Gesekan antara Roda dan Jalan
FR	= Faktor Regional
G	= Gaya Gravitasi Buni
I	= Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
IP	= Indeks Pemukaan
LET	= Litas Ekvivalen Tengah
LEP	= Lintas Ekvivalen Permulaan
LER	= Lintas Ekvivalen Rencana
LHR	= Lintas Harian Rata – rata
SMP	= Satuan Mobil Penumpang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah suatu lintasan dilewati (dilintasi) kendaraan lalu lintas dalam rangka mengangkat atau memindahkan barang dan manusia dari suatu tempat ke tempat lain. Adapun persyaratan dasar dari suatu jalan adalah untuk menyediakan lapisan permukaan selalu rata, kuat, menjamin keamanan dan kenyamanan yang tinggi bagi sipemakai jalan, serta masa pakai yang sesuai umur rencana jalan dengan pemeliharaan yang sekecil – kecilnya. Sering kita lihat banyaknya jalan – jalan yang rusak sebelum umur rencananya habis, kerusakan jalan ini sering terjadi akibat faktor – faktor lalu lintas dan pertumbuhan lalu lintas yang besar. Juga kendaraan yang lewat mengangkut beban melebihi kapasitas jalan.

Disamping itu kerusakan jalan dapat dipengaruhi oleh keadaan tanah dasar yang kurang baik, dimana bila musim hujan, kadar air pada tanah tersebut menjadi tinggi dan akan berpengaruh kepada kepadatan tanah dan daya dukung tanah. Demikian juga kelas yang tidak sesuai dengan lalu lintas dan perkembangannya, yang dapat menyebabkan perkerasan yang telah dibangun tidak kuat untuk menahan beban kendaraan yang kuat diatasnya. Selain dari itu, kemacetan – kemacetan lalu lintas yang sering terlihat pada jalan – jalan disebabkan juga oleh perencanaan yang kurang diperhatikan pembangunan lalu lintas.

Maka dalam penulisan ini akan diuraikan tentang Analisa Lalu Lintas Dan Pengaruhnya Pada Konstruksi Jalan Raya. Untuk mendapatkan suatu jalan yang kuat , ekonomis, aman dan nyama, serta lancar bagi pemakai jalan.

Jaringan jalan banyak yang dibangun dengan perencanaan yang kurang baik dan dibangun secara tradisional. Dimana pada pembangunan jalan faktor-faktor lalu lintas kurang diperhatikan. Kalau kita lihat kasus – kasus kerusakan jalan raya sebagian besar akibat faktor-faktor lalu lintas, selain dari faktor – faktor cuaca dan iklim seperti :

- a. Berat Kendaraan
- b. Kecepatan Kendaraan
- c. Volume Lalu lintas

Kasus – kasus kemacetan lalu lintas tidak kalah pentingnya dalam perencanaan jalan raya. Dimana kemacetan lalu lintas merupakan permasalahan ketidaknyamanan bagi para pemakai jalan. Hal tersebut disebabkan oleh perencanaan jalan yang kurang memperhitungkan perkembangan lalu lintas.

1.2 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah mengetahui sejauh mana pengaruh lalu lintas terhadap konstruksi jalan raya setelah dibuka baik dari segi perkerasan ataupun kelancaran lalu lintas.

1.3 Permasalahan

Lalu lintas adalah segala sesuatu yang melewati / melintasi suatu jalan, untuk mendapatkan lalu lintas yang aman, nyaman, dan lancar. Banyak timbul permasalahan – permasalahan yang harus dihadapi dimana permukaan jalan banyak yang rusak, kemudian banyak terjadinya kemacetan pada lalu lintas jalan.

Adapun permasalahan – permasalahan yang timbul tersebut antara lain :

1. Pengaruh lalu lintas pada perencanaan geometrik jalan raya.
2. Pengaruh lalu lintas pada perencanaan tebal perkerasan.

1.4 Batasan Masalah

Melihat banyaknya permasalahan yang timbul dari pokok – pokok masalah diatas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penulisan ini akan dibatasi yaitu :

- a. Pengaruh lalu lintas pada perencanaan klasifikasi jalan.
- b. Pengaruh lalu lintas pada perencanaan tebal perkerasan.

1.5 Metode Penulisan

Metode yang dipakai pada penulisan ini adalah studi kepustakaan (studi literatur), dimana bertitik tolak pada teori yang diperoleh dari bahan perkuliahan serta buku – buku acuan lainnya yang berkaitan dengan judul tugas akhir penulis.

Data dan tabel yang dilampirkan dan diperbaharui berdasarkan pengetahuan yang didapat pada kuliah dan buku – buku literatur yang dipakai seperti yang tercantum dalam pustaka.

BAB II

PERENCANAAN LALU LINTAS

2.1. Lalu Lintas

Lalu lintas adalah gerak kendaraan sepanjang jalan dengan listrik. Dapat dibandingkan lalu lintas sepanjang jalan dengan listrik sepanjang seutas kawat atau aliran sepanjang batang pipa. Seperti halnya kita mengukur arus lalu lintas. Hanya dengan pengukuran ini dapat menentukan ukuran kawat, pipa atau jalan yang diperlukan untuk menampung arus itu. Seperti halnya air yang mengalir dalam kuantitas yang berbeda – beda yang tergantung atas tekanan pada berbagai titik pada suatu waktu, maka demikian pula arus lalu lintas berfluktuasi.

Oleh karena itu diperkirakan perhitungan arus kendaraan sepanjang tahun, pada dasarnya ada 2 (dua) cara untuk melakukannya yaitu :

1. Perhitungan tangan
2. Perhitungan mekanik

2.1.1 Perhitungan Tangan

Perhitungan lalu lintas dengan cara ini secara sederhana menghitung setiap kendaraan yang melalui setiap titik tertentu pada jalan. Pada umumnya perhitungan tangan menggunakan pena atau pensil dan kertas.

Pada pengisian perhitungan tangan ini, kendaraan dikelompokan atas beberapa jenis antara lain :

- a. Mobil : yang disebut juga kendaraan pribadi mencakup sedan, taksi, sepeda motor dengan gandengan samping, semua kendaraan beroda 4 (empat) dengan berat kosong sampai lebih kurang 1 ½ ton.

- b. HVG (*Heavy Good Vehicle*) : kendaraan barang berat, yaitu lebih berat dari 1 ½ ton dan biasanya dengan enam roda atau lebih 1 ½ ton.
- c. PSV (*Public Service Vehicle*) : mencakup bus, tram, bus panjang.

2.1.2 Perhitungan Mekanis

Perhitungan mekanis terdiri atas dua elemen, yaitu sebuah detektor dan sebuah penghitung. Pada umumnya ada 5 (lima) macam detektor, yaitu sebagai berikut :

1. Detektor hubungan positif (*Positive Contact Detector*), roda kendaraan akan menyebabkan dua metal bersinggungan dan terjadilah sirkuit listrik, jenis detektor ini sulit dipelihara.
2. Detektor Pnuematik (*Pneumatic Detector*), roda kendaraan menyengkleng (crossing) tabung, menyebabkan impuls dalam tabung.
3. Detektor Hidrolik (*Hydrolik Detector*), sama dengan garis pnuematik, tetapi tabungnya diisi suatu cairan.
4. Detektor Magnetik (*Magnetic Detector*), sebuah kumparan kawat ditanamkan (dikubur) dibawah muka jalan. Bila kendaraan lewat diatasnya, medan magnet akan terganggu sangat berguna instalasi tetap.
5. Mata Photo Listrik (*Photo Electric Eyes*), radar, infra merah atau sinar ultra sonic. Seberkas sinar melintang jalan dan akan terputus bila kendaraan melewatinya.

Jenis detektor yang paling sering dipakai adalah detektor pnuematik.

Detektor ini terdiri atas sebuah tabung karet berdinding tebal kira – kira 12 mm atau ½ inch, garis tengah 3 mm yang dipasang atau ditempelkan pada muka pada

muka jalan dengan kanvas yang kuat dipaku dengan interval kira – kira 1 m. Salah satu ujung tabung ini dihubungkan dengan menghitung, sedangkan ujung lainnya disumbat berlubang kecil untuk menghilangkan impul balik. Bila roda kendaraan menggilas, maka tabung tertekan dan tekanan ini menyebabkan desakan udara kedua ujung tabung. Tiupan udara yang menyebabkan tiupan udara keujung lain dibuang melalui lubang pada sumbat.

Alat penghitung otomatis hanya mencatat setengah dari pada roda yang menggilas tabung. Alat penghitung juga tidak mampu menggolongkan lalu lintas, tidak pula bisa membedakan kendaraan yang mempunyai poros lebih dari seperti truk gandeng.

Tabel 2.1 Perbedaan Perhitungan Lalu Lintas Cara Tangan dan Cara Mekanik

Perhitungan Lalu Lintas	Tangan	Mekanik
Keuntungan	- Luwes dapat dipindahkan dari suatu lokasi ke lokasi lain sesuai dengan keinginan - Sederhana dan cepat tidak memerlukan pengaturan secara keterampilan khusus. - Dapat "mengelompokkan" lalu lintas menurut jenis.	- Tidak pernah "mengikuti" dapat dilakukan dalam segala cuaca untuk waktu yang lama dengan tingkat ketepatan yang tinggi. - Tepat bila diperihara secara teratur
Kerugian	- Mahal untuk perhitungan yang lama diluar jam kerja misalnya malam hari.	-Biaya pemasangan mahal untuk penggunaan yang singkat Menurut tenaga terlatih atau terdidik - Klasifikasi tetap dilakukan dengan tangan (manual) - Peralatan Mahal sekali

Sumber : Rekayasa lalu lintas, Ir. Suwardjoko Warpani

Tabel 2.2 Pengisian Perhitungan Lalu Lintas Cara Tangan

WILAYAH KOTA NEWTON						
KLASIFIKASI PERHITUNGAN LALU LINTAS						
Jalan no. A932						
Pengamat : Bill Bloggs, Cuaca : Mendung Cerah						
Waktu		Kendaraan		Kendaraan		Kendaraan
Datang	Berangkat	Pribadi		Berat		Umum
9.30	10.00	III	III	III	III	I
		III	III			
		III	III			
		III	III			
		38		11		6
10.00	10.30	III	III	III	III	III
		III	III	III	III	II
		III	III	III		
		III	III			
		35		15		12

Sumber : Rekayasa lalu lintas, Ir. Suwardjoko Warpani

2.1.3. Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Cara lain menyatakan klasifikasi arus lalu lintas adalah dengan menyatakan lalu lintas bukan dalam jumlah kendaraan per jam melainkan dalam satuan mobil penumpang (SMP) per jam. Sebuah bus besar pasti menyita jauh lebih luas permukaan jalan dibandingkan dengan apa yang disita oleh sebuah mobil sedan. Metode satuan mobil penumpang memperhitungkan hal ini dengan memandang sebuah bus, misalnya angka ekivalen, pada sebuah jalan didalam kota, dengan tiga mobil dan satuan yang lain adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Angka Ekuivalen Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Jenis Kendaraan	SMP
Sepeda	0,5
Mobil penumpang / sepeda motor	1
Truk ringan (berat kotor < 5 ton)	2
Truk Sedang > 5 ton	2,5
Bus	3
Truk berat > 10 ton	3
Kendaraan tak bermotor	7

Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya

Pada sebuah jalan raya yang volume lalu lintasnya sebanyak 350 kendaraan yang terdiri dari 250 mobil penumpang, 50 truk ringan, 25 bus, 10 truk berat, 10 truk kendaraan tak bermotor dan 5 sepeda dinyatakan dalam SMP/jam.

2.1.4. Kecepatan

Banyak orang mengira bahwa hanya ada satu kecepatan gerak sepanjang jalan atau setidaknya – tidaknya kecepatan rata – rata, namun sebenarnya tidak kemudian. Petunjuk kecepatan pada kendaraan menunjukkan kecepatan akan berubah – ubah dari waktu ke waktu sepanjang jalan yang kita sebut kecepatan sesaat (*short speed*). Bila seseorang berkendara dari rumah ke tempat kerja, seseorang lebih memperhatikan waktu keseluruhan untuk menyelesaikan perjalanannya, termasuk tiap hambatan karena kemacetan dan sebagainya. Inilah kecepatan yang didefinisikan sebagai kecepatan perjalanan. Sebagian dari kerja ahli lalu lintas adalah meningkatkan kecepatan perjalanan.

Agar kecepatan perjalanan itu dapat lebih bermanfaat artinya, dapatlah lebih terperinci menjadi kecepatan rata – rata pada sepenggal jalan. Dalam hal ini tidak diperhitungkan hambatan pada persimpangan dan penyebrangan pejalan

kaki. Kecepatan masih tetap merupakan ukuran kemacetan sepanjang jalan tetapi hal ini jangan dikacaukan dengan hambatan pada persimpangan jalan. Kecepatan ini disebut kecepatan gerak.

Ada lima cara untuk mengukur kecepatan sesaat. Metode pengukuran kecepatan sesaat ini cukup jelas. Metode yang lain untuk mengukur kecepatan sesaat antara lain : metode dengan menggunakan eneskope, dengan alat elektronik, dengan radar dan dengan pemotretan.

Untuk mengukur kecepatan perjalanan dan kecepatan gerak dilakukan dengan tiga cara. Cara pertama adalah pengembangan cara pengukuran kecepatan sesaat. Cara ini dikenal dengan teknik *elevated observer*. Seorang pengamat berada dipuncak sebuah gedung yang tinggi atau naik helikopter dan kendaraan diukur waktunya sepanjang ruas jalan. Sedangkan metode yang lain antara lain dengan mencatat nomor kendaraan yang digunakan dalam studi asal tujuan. Dan dengan metode ikut arus (*floating vehicle*).

Metode yang sering digunakan adalah metode ikut arus. Pada metode ini, kendaraan pengamat mondar mandir sepanjang jalan yang diamati dan supir diharuskan mengikuti arus lalu lintas, misalnya mendahului kendaraan lain bila mungkin. Demikian, pengamat didalam kendaraan akan dengan mudah mencatat waktu sepanjang arus jalan itu dan dapat mengukur waktu – waktu berhenti sepanjang lintasan. Dengan demikian, terukur pulalah kecepatan gerak.

2.2 Analisa Kapasitas Jalan

Kapasitas suatu jalan adalah volume kendaraan maksimum yang dapat ditampung oleh suatu jalan tersebut. Daya tampung jalan terhadap kendaraan yang

akan melalui jalan tersebut terpengaruh kepada volume dan tingkat pelayanan yang menyangkut masalah keamanan, kenyamanan dan tingkat kecelakaan.

Seperti telah disebutkan diatas, kapasitas suatu jalan akan berhubungan erat atau berpengaruh kepada kecepatan optimum. Dimana pengemudi yang memakai jalan tersebut, masih merasa aman dengan kecepatan tertentu pada arus kendaraan yang melalui jalan itu. Dengan semakin padatnya kendaraan atau volume kendaraan yang semakin maksimum pada jalan tersebut.

Dan apabila keadaan tersebut terus berlangsung, maka akan terjadi kemacetan arus lalu lintas. Untuk dapat menghindari kemacetan tersebut, maka perlu diketahui hubungan antara kecepatan dan volume maksimum yang dapat ditampung oleh suatu ruang jalan.

Umumnya kecepatan dan volume kendaraan yang melalui suatu ruas jalan memiliki sifat saling bergantung yang memberikan keadaan sebagai berikut :

1. Untuk mencapai kecepatan yang tinggi maka kendaraan yang lewat harus renggang sehingga pengemudi merasa bebas mengemudi kendaraannya, yang berarti volume kendaraan yang melalui ruas jalan adalah rendah.
2. Bila pada ruas jalan tersebut terjadi kemacetan maka kecepatan kendaraan menuju nol dan volume lalu lintas yang dapat melewati ruas jalan tersebut juga kecil tetapi pada volume ruas jalan tersebut besar (kecepatan tinggi).

Jadi suatu keadaan kepadatan kendaraan yang dapat memberikan suatu kecepatan aman yang memungkinkan volume lalu lintas maksimum yang dapat melalui ruas jalan tersebut.

2.2.1. Perhitungan Kapasitas Jalan

Untuk memperhitungkan kapasitas jalan, dapat digunakan rumus matematika seperti berikut :

$C = 2000 \cdot N \cdot W \cdot T_c \cdot B_c$

Langkah – langkah perjalanan tersebut sebagai berikut :

1. Cari harga ratio volume terhadap kapasitas (V/C) dimana volume lalu lintas diambil sebesar 15 % dari LHR.
2. Kemudian dengan menggunakan grafik 2.5 harga V/C diatas dimasukan sebagai asbes dan dengan melihat kurva, didapat tingkat pelayanan pada kondisi itu.
3. Bandingkan tingkat pelayanan rencana dengan tingkat pelayanan yang didapat diatas. Bila tingkat pelayanan yang dapat lebih rendah maka dapat diketahui bahwa jalan yang akan dibuat akan terdapat kemacetan. Atau jumlah jalur rencana ditambah.

Tabel 2.4. Nilai ekivalen mobil penumpang, bus dan truk pada jalan dua lajur

		Ekivalen untuk		
Ekivalen	Tingkat Pelayanan	Medan Datar	Medan Bergelombang	Medan Pegunungan
ET, untuk Truk	A	3	4	7
	B dan C	2,5	5	10
	D dan E	2	5	12
EB, untuk Bus	Semua tingkatan	2	4	6

Sumber : Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, penerbit Erlangga, 1991

2.3 Konstruksi Jalan

Perencanaan konstruksi jalan adalah suatu bangunan jalan, lengkap dengan sarana dan prasarannya. Jadi yang termasuk konstruksi jalan raya bukan hanya badan jalannya saja, tetapi termasuk : bahu jalan, parit kiri kanan jalan, lampu penerangan, lampu – lampu rambu lalu lintas, median dan lain – lain.

Perencanaan konstruksi jalan dapat dibagi dalam 2 bagian yaitu :

1. Konstruksi kesamping (Geometrik Jalan Raya).
2. Konstruksi kebawah (Perkerasan Jalan)

Yang dimaksud dengan konstruksi kesamping adalah suatu konstruksi jalan yang ditinjau dari tikungan – tikungan, tanjakan dan penurunan jalan atau lebih dikenal dengan Geometrik Jalan Raya. Sedangkan konstruksi kebawah adalah suatu konstruksi jalan yang ditinjau dari lapisan – lapisan perkerasan.

Sampai sekarang ilmu mengenai perencanaan konstruksi jalan raya ini dapat dibagi 3 (tiga) bagian yang penting yaitu :

1. Perencanaan tebal perkerasan
2. Perencanaan Geometrik Jalan Raya
3. Konstruksi perkerasan dan lapisan penutup (aspalan).

2.3.1 Sejarah Perkerasan Jalan Raya

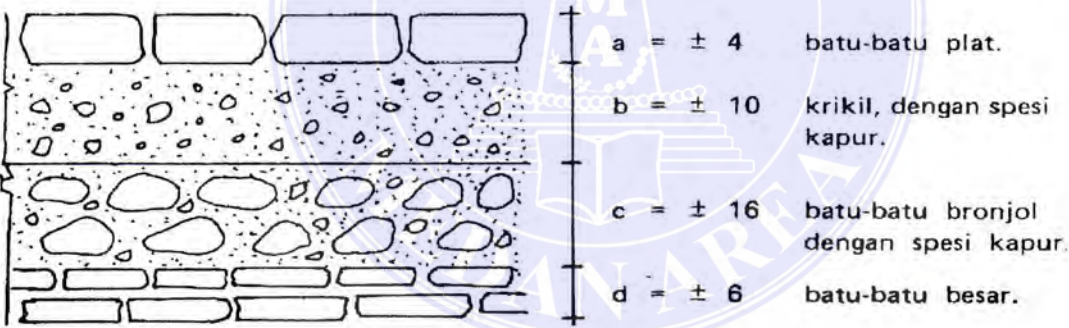
Sejak manusia berkelompok – kelompok disuatu tempat yang tetap, mulailah dikenal arti jarak jauh dan dekat. Maka dalam membuat jalan, selalu diusahakan mencari jarak yang paling dekat dengan mengatasi rintangan – rintangan yang mesti mereka atasi. Misalnya melewati tanjakan – tanjakan curam,

mereka membuat tangga – tangga dan bila melewati tempat yang berlumpur, disusun batu – batu disana sini agar dapat berjalan diatasnya dengan nyama.

Setelah manusia mengenal hewan sebagai alat pengangkut, maka konstruksi jalan berkembang seperti antara lain :

- a. Bentuk jalan yang bertangga – tangga dibuat agar lebih mendatar
- b. Batu – batu yang ditempatkan ditempat yang kurang baik (lumpur) dibuat banyak dan menutup rapat, sehingga dengan demikian lahirlah apa yang dinamakan konstruksi jalan.

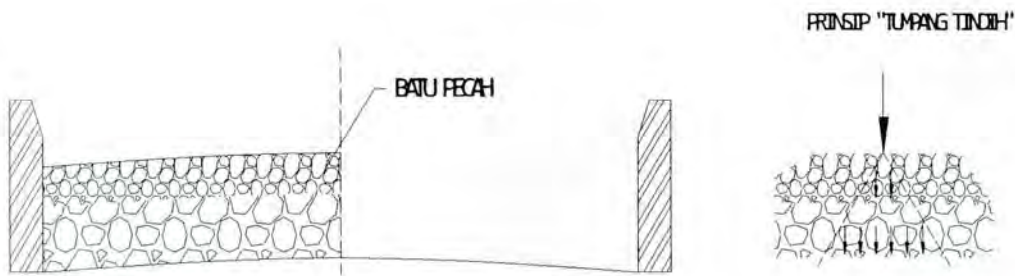
Setelah manusia mengenal kendaraan beroda, maka bangsa Romawi pada abad IV SM sampai abad IV M telah membuat jalan dengan perkerasan ukuran tebal 3-5 feet (1 s/d 1,7 m) dan lebarnya 35 feet ($\pm$ 12 m). Perkerasan tersebut dibuat berlapis – lapis seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.1. Perkerasan Pada Abad IV SM s/d IV M

Sumber : Konstruksi Jalan Raya, Ir. Joko Untung Soedarsono, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Kemudian pada waktu itu pula Jhon London Mc. Adam (1756 – 1836) memperkenalkan konstruksi perkerasan dengan prinsip "tumpang tindih" dengan mempergunakan batu – batu pecah dengan ukuran 3.



Gambar 2.2. Konstruksi Mc. Adam

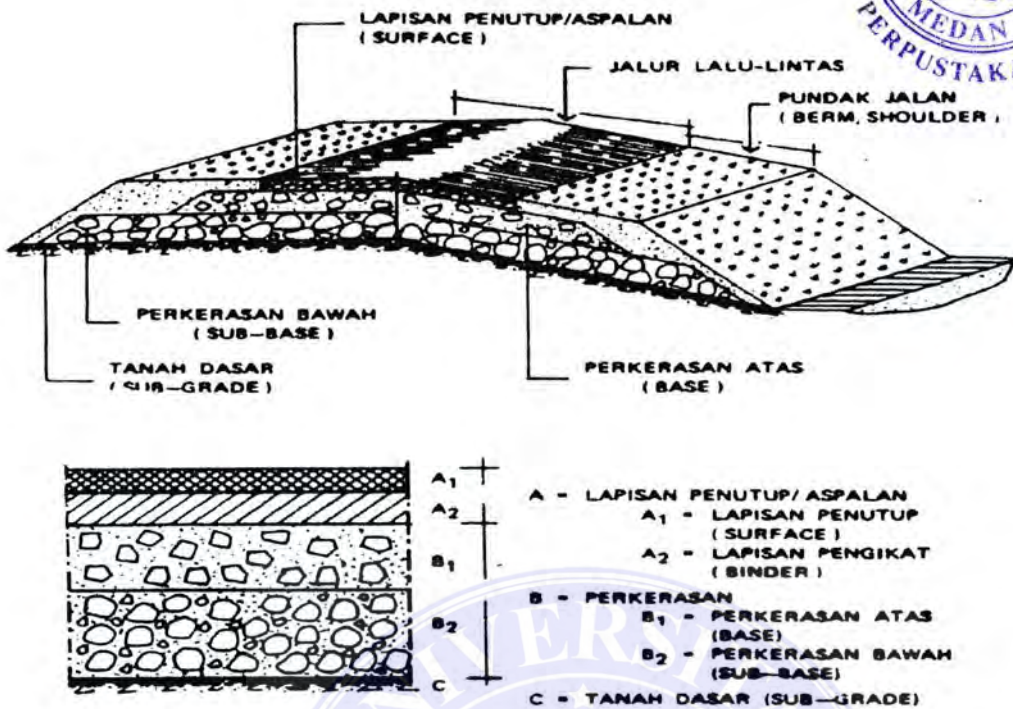
Sumber : Konstruksi Jalan Raya, Ir. Joko Untung Soedarsono, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Disamping itu pula untuk orang membuat alat – alat berat / alat – alat besar untuk membuat jalan, sehingga mudah dengan kualitas yang lebih baik. Dan pada perang dunia ke II untuk keperluan militer telah dibangun jalan sepanjang beribu – ribu kilometer secara modern di beberapa negara. Hal inilah yang mendorong berkembangnya pengetahuan konstruksi jalan raya. Sampai sekarang ini ilmu konstruksi jalan dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

- a. Perhitungan tebal perkerasan
- b. Perencanaan geometrik jalan
- c. Konstruksi perkerasan dan lapisan penutup

Karena berkembangnya ilmu dan teknologi yang menuju ke arah spesialisasi, maka kemudian konstruksi perkerasan dan lapisan penutup dikembangkan sendiri – sendiri sehingga sekarang menjadi :

- a. Perhitungan tebal konstruksi perkerasan
- b. Konstruksi perkerasan
- c. Lapisan penutup
- d. Perencanaan geometrik jalan raya.



Gambar 2.3. Perkerasan Lentur

Sumber : Konstruksi Jalan Raya, Ir. Joko Untung Soedarsono, Badan Penerbit Pekerjaan Umum

Pada akhir abad XII, maka sejarah perkembangan jalan (Konstruksi Perkerasan) berkembang lagi menjadi perkerasan kaku, dimana sebelumnya jenis perkerasan adalah fleksibel (Perkerasan Lentur). Adapun munculnya sistem perkerasan kaku ini disebabkan beberapafaktor antara lain :

- Menipisnya jumlah persediaan aspal, jadi menuntut pemakaian aspal seminim mungkin atau tidak sama lain.
- Tuntutan perkerasan yang lebih kuat.
- Keadaan dan daya dukung tanah dasar (subgrade) yang tidak baik, dimana diperkirakan lebih praktis dan lebih ekonomis dibuat perkerasan dilakukan perbaikan / penggantian tanah tersebut.

2.4 Konstruksi Kesamping (Geometrik Jalan Raya)

Konstruksi kesamping sering disebut juga dengan Geometrik Jalan Raya. Geometrik Jalan Raya ini seperti dijelaskan diatas adalah suatu konstruksi jalan yang ditinjau dari tikungan – tikungan, tanjakan – tanjakan dan penurunan jalan. Geometrik Jalan ini merupakan bagian dari yang mencerminkan sebagian besar keadaan jalan.

Dalam perencanaan, geometrik jalan raya meliputi :

- a. Perencanaan tikungan (Alinyemen Horizontal)
- b. Perencanaan tanjakan dan turunan jalan (Alinyemen Vertikal)

Dalam perencanaan geometrik, perlu disesuaikan dengan keadaan setempat. Sehingga dalam perencanaan geometrik tersebut akan memberikan hasil yang sesuai, dengan tingkat pelayanan yang diharapkan dan biaya pelaksanaan yang semurah – mudahnya.

Selain itu, juga perlu diperhatikan faktor pengemudi dan cara pengendalian kenderaannya. Dalam hal ini, toleransi dalam perencanaan perlu diadakan agar didapat faktor keamanan dan kenyamanan yang baik dengan biaya yang pantas dan sesuai.

2.4.1. Kriteria – kriteria Dalam Perencanaan Geometrik

Adapun kriteria – kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan geometrik jalan adalah :

1. Topografi
2. Volume lalu lintas
3. Komposisi lalu lintas

4. Kecepatan rencana
5. Kapasitas jalan
6. Tingkat pelayanan jarak pandang

1. Topografi

Topografi adalah tinggi rendahnya permukaan tanah, topografi ini merupakan faktor penting dalam menentukan lokasi jalan dan pada umumnya mempengaruhi alinyemen sebagai standart perencanaan geometrik seperti landai jalan, jarak pandang, penampang melintang, alinyemen horizontal dan vertikal, biaya konstruksi dan lain – lainnya. Faktor – faktor alam seperti sungai, gunung / bukit, lembah merupakan pembantu bagi perencanaan geometrik.

Karena begitu pentingnya topografi bagi perencanaan jalan maka data – data topografi harus sudah tersedia pada awal perencanaan. Survey yang dapat dilakukan biasanya survey udara (dengan foto udara) yang menghasilkan peta yang berskala 1 : 5000 sampai skala 1 : 10000 dan ini sudah dapat memberikan hasil memuaskan.

Untuk keadaan tanah yang datar, akan menyebabkan :

1. Topografi tidak banyak memberikan alternatif lokasi dan trase jalan.
2. Memberikan kesulitan dalam perencanaan drainase.

2. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas biasanya bervariasi dalam periode tertentu. Pada perencanaan geometrik, volume lalu lintas akan mempengaruhi kecepatan lalu lintas rata – rata yang dapat ditempuh dan kapasitas jalan yang akan direncanakan.

3. Komposisi Lalu Lintas

Komposisi lalu lintas akan mempengaruhi keadaan dari karakter lalu lintas. Komposisi lalu lintas biasanya dikelompokkan menurut jenis dan diekivalenkan ke mobil penumpang. Keseluruhan kendaraan ini diekivalenkan menjadi mobil penumpang yang kita kenal dengan satuan mobil penumpang (SMP) dengan koefisien yang besarnya tergantung pada jenis kendaraan masing – masing.

4. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang ditentukan dan dipakai untuk perencanaan jalan (geometrik) sehubungan dengan keamanan dan kenyamanan pengemudi serta penumpang kendaraan yang lewat pada jalan yang bersangkutan. Dengan kata lain, kecepatan rencana adalah kecepatan maksimum kendaraan yang lewat di jalan tersebut yang memberi keamanan dan kenyamanan bagi penumpangnya. Untuk membuat tikungan, ketajaman tikungan akan dipengaruhi oleh kecepatan, juga dalam perencanaan peralihan permukaan.

Kecepatan rencana direncanakan dan disesuaikan terhadap beberapa faktor :

1. Keadaan medan yang akan dilalui jalan
2. Kelas Jalan yang direncanakan

3. Volume lalu lintas yang diperkirakan (khususnya didalam kota)

Dalam perencanaan geometrik, kecepatan rencana digunakan untuk perencanaan :

- a. Lengkung horizontal dan vertikal
- b. Superelevasi
- c. Jarak Pandang

5. Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan perlu diketahui untuk menampung volume jam puncak dari lintas yang akan ditampung oleh ruas jalan. Adapun dua hal yang perlu diperhatikan sehubungan dengan kapasitas jalan ini yakni :

- a. Jumlah jalur yang dibutuhkan
- b. Kapasitas persimpangan sebidang dari jalan yang direncanakan.

6. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan faktor yang berhubungan dengan faktor – faktor sebelumnya dan tingkat pelayanan yang ingin dicapai harus dipenuhi oleh faktor dari kriteria – kriteria yang lain.

Bila salah satu faktor dan kriteria sebelumnya tidak terpenuhi, maka kemungkinan tingkat pelayanannya juga menurun.

Faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan tersebut adalah :

1. Kecepatan dan waktu perjalanan
2. Antrian atau halangan lalu lintas yang membuat kendaraan berhenti atau penurunan kecepatan secara tiba – tiba

3. Kebebasan untuk pindah jalur
4. Keamanan
5. Mengemudi dengan baik (faktor geometrik dan perkerasan)
6. Ekonomi yang menyangkut biaya perjalanan.

Faktor – faktor diatas relatif sifatnya terhadap masing – masing pengemudi dan maksud dari perjalanan. Tetapi untuk menentukan penilaian tingkat pelayanan ini maka diambil beberapa faktor yang dapat dipakai sebagai tolak ukur dan langsung dapat diamati yaitu :

- a. Kecepatan atau waktu perjalan yang dipengaruhi oleh kecepatan dan keadaan arus lalu lintas.
- b. Perbandingan jalan yang akan menggambarkan kepadatan jalan tersebut.

Untuk dapat membayangkan paduan faktor – faktor diatas, tingkat pelayanan dibagi beberapa tingkat sesuai dengan karakteristik yang diberikan oleh faktor – faktor diatas.

Skala tingkat pelayanan dibagi atas 6 tingkat yaitu :

1. Tingkat pelayanan A, dengan ciri – ciri :
 - a. Arus kendaraan bebas berlalu
 - b. Volume rendah yang memungkinkan pengemudi mengendarai kenderaannya dengan kecepatan tinggi.
 - c. Pengemudi bebas memilih kecepatan yang diinginkan.

2. Tingkat Pelayanan B

- a. Arus kendaraan stabil
- b. Kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, tetapi masih memberikan kecepatan konstan.

c. Keadaan volume baik untuk perencanaan jalan didalam kota.

3. Tingkat pelayanan C

- a. Arus kendaraan stabil
- b. Kecepatan dibatasi oleh alalu lintas
- c. Volume yang terjadi untuk perencanaan jalan didalam kota

4. Tingkat pelayanan D

- a. Arus kendaraan mendekati tidak stabil
- b. Kecepatan rendah, perbedaan kecepatan dapat terjadi

5. Tingkat pelayanan E

- a. Arus kendaraan tidak stabil
- b. Kecepatan rendah sering terjadi beda kecepatan
- c. Volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan

6. Tingkat pelayanan F

- a. Arus yang terhambat dan terjadi antrian (sering berhenti)
- b. Kecepatan rendah
- c. Volume dibawah kapasitas

7. Jarak Pandangan

Jarak pandangan adalah jarak kedepan bagi pengemudi untuk memilih kecepatan sehubungan adanya halangan tidak terduga. Ada 2 jarak pandangan yang merupakan syarat bagi perencanaan :

- 1. Jarak pandangan henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraannya yang sedang melaju setelah melihat rintangan pada jalur yang dilewatinya. Konsep pengukuran jarak pandangan

itu sendiri berdasarkan penggambaran umum yang ada mobil penumpang yaitu :

- a. Tinggi mata pengemudi rata – rata 125 cm dari permukaan jalan
- b. Tinggi penghalang (tidak bergerak), 10 cm diatas jalan
- c. Berlaku juga pada lengkung – lengkung horizontal dan vertikal. Pada lengkung horizontal, dibatasi oleh tebing dan pada lengkung cembung dibatasi oleh permukaan jalan.

Jarak pandangan henti ini dapat dengan menggunakan rumus :

$$D = D1. D2 \tag{2.1}$$

$$=0,278 . V.t$$

$$D2 = \frac{V^2}{254 (f \pm e)} \tag{2.2}$$

Dimana :

- D = Jarak pandangan henti (m)
- D1 = Jarak yang ditempuh kendaraan mulai dari waktu pengemudi melihat benda sampai menginjak rem.
- D2 = Jarak yang diperlukan untuk berhenti akibat penginjakan rem.
- V = Kecepatan rencana (km/jam)
- t = Waktu untuk menempuh D1
- t1 = Waktu sadar yaitu waktu antara melihat halangan sampai pengambilan keputusan untuk mengerem (diatas t₁ = 1,5 detik)
- t2 = Waktu reaksi mengerem (diambil t₂ = 1 detik)
- f = Koefisien gesekan antara ban dan jalan
- e = Kelandaian jalan {tanda (-) untuk jalan menurun, tanda (+) untuk jalan mendaki}

2. Jarak pandang menyiap adalah jarak minimum yang diperlukan untuk menyusul kendaraan lain dengan aman (dibutuhkan untuk jalan dua arah).

Rumus matematika ari jarak pandang menyiap :

$D = D1 + D2 + D3 + D4$ (2.3)

Dimana :

D1= Jarak pengamatan (meter)

$= 0,278 t1 (v - m + 0,5 a.t1)$

D2= Jarak yang ditempuh selama menyusul (meter)

$= 0,278 . v. t1$

D3= Jarak antara kendaraan yang telah menyusul dengan kendaraan lawan

D4= Jarak yang ditempuh kendaraan lawan (meter) = 2/3. D3

Dalam perhitungan jarak pandang menyiap diambil dengan anggapan – anggapan :

- a. Kecepatan kendaraan yang bersiap
- b. Kecepatan mula – mula kendaraan yang akan menyiap sama dengan kecepatan kendaraan yang akan siap.
- c. Adanya waktu berpikir apakah pengemudi aman untuk menyiap.
- d. Pada waktu kendaraan menyiap kejalur asal, masih ada jarak yang aman kendaraan lawan.

2.4.2. Bagian – bagian Konstruksi Jalan

A. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan tepat lurus pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama situasi jalan atau

trase jalan. Alinyemen horizontal terdiri dari garis – garis yang dihubungkan dengan garis – garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja. Alinyemen horizontal meliputi beberapa faktor yaitu :

1. Gaya Sentrifugal

Apabila suatu kendaraan bergerak dengan kecepatan tetap V pada bidang datar atau miring dengan lintasan berbentuk suatu lengkung seperti lingkaran, maka pada kendaraan tersebut bekerja gaya kecepatan V dan gaya sentrifugal F . Gaya sentrifugal mendorong kendaraan secara radial keluar dari jalur jalannya, berarah tegak lurus terhadap gaya kecepatan V . Gaya ini menimbulkan rasa tidak nyaman pada sipengemudi.

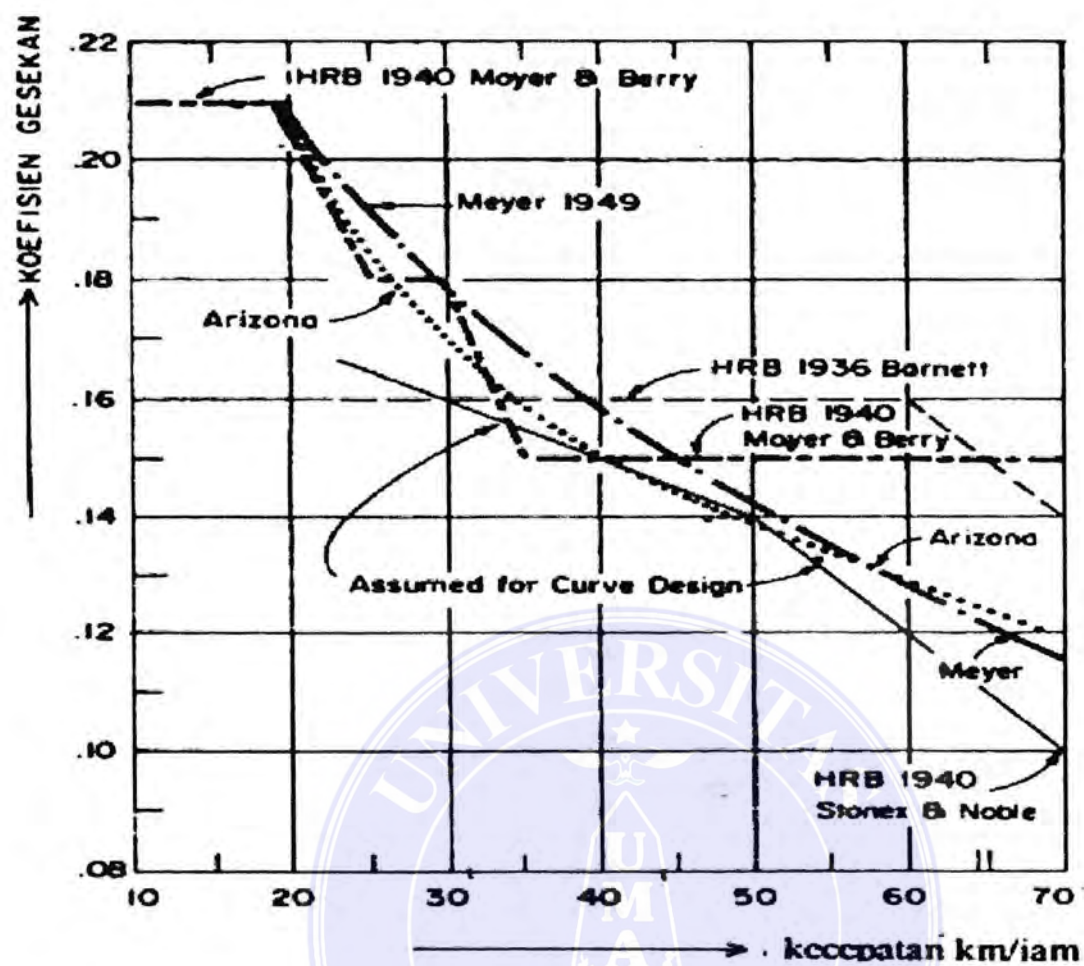
Gaya yang mengimbangi gaya sentrifugal tersebut dapat berasal dari :

- a. Gaya gesekan melintang antara ban kendaraan dengan permukaan jalan.
- b. Komponen berat kendaraan akibat kemiringan melintang permukaan jalan.

Gaya sentrifugal meliputi beberapa bagian seperti :

1. Gaya Gesekan Melintang (F_s) antara Ban Kendaraan dan Permukaan Jalan

Gaya gesekan melintang (F_s) adalah besarnya gesekan yang timbul antara ban dan permukaan jalan dalam arah melintang jalan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal. Perbandingan antara gaya gesekan melintang dan gaya normal yang bekerja disebut koefisien gesekan melintang.



Sumber : Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA

Grafik 2.1 Korelasi antara Koefisien Gesekan Melintang Maksimum dan Kecepatan Rencana

Besarnya koefisien gesekan melintang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis dan kondisi ban, tekanan ban, kekasaran permukaan perkerasan, kecepatan kendaraan, dan keadaan cuaca.

Dapatnya faktor – faktor yang membatasi serta timbulnya hal – hal tersebut tidaklah sama untuk setiap tempat, maka dengan demikian akan dapat beragam nilai superelevasi maksimum jalan yang diperbolehkan untuk setiap tempat dan negara.

Untuk daerah yang licin akibat sering turun hujan atau kabut sebaiknya e maksimum 8 %, dan didaerah perkotaan dimana sering kali terjadi kemacetan

dianjurkan menggunakan e maksimum 4 – 6 %. Pada daerah persimpangan tempat pertemuan beberapa jalur jalan, e maksimum yang dipergunakan sebaiknya rendah, bahkan dapat tanpa superelevasi. AASTHO menganjurkan pemakaian beberapa nilai superelevasi maksimum yaitu 0,04, 0,06, 0,08, 0,10, dan 0,12. Indonesia pada saat ini umumnya mengambil nilai 0,08 dan 0,10. Bina marga (luar kota) menganjurkan superelevasi maksimum 10 % untuk kecepatan rencana > 30 km/jam dan 8 % untuk kecepatan rencana 30 km/jam, sedangkan untuk jalan didalam kota dapat dipergunakan superelevasi maksimum 6 %.

b. Kemiringan Melintang Permukaan Pada Lengkung Horizontal (Superelevasi)

Komponen berat kendaraan untuk mengimbangi gaya sentrifugal diperoleh dengan membuat kemiringan melintang jalan. Kemiringan melintang jalan pada lengkung horizontal yang bertujuan untuk memperoleh komponen berat kendaraan guna mengimbangi gaya sentrifugal biasanya disebut superelevasi.

Semakin besar superelevasi semakin besar pula komponen berat kendaraan yang diperoleh.

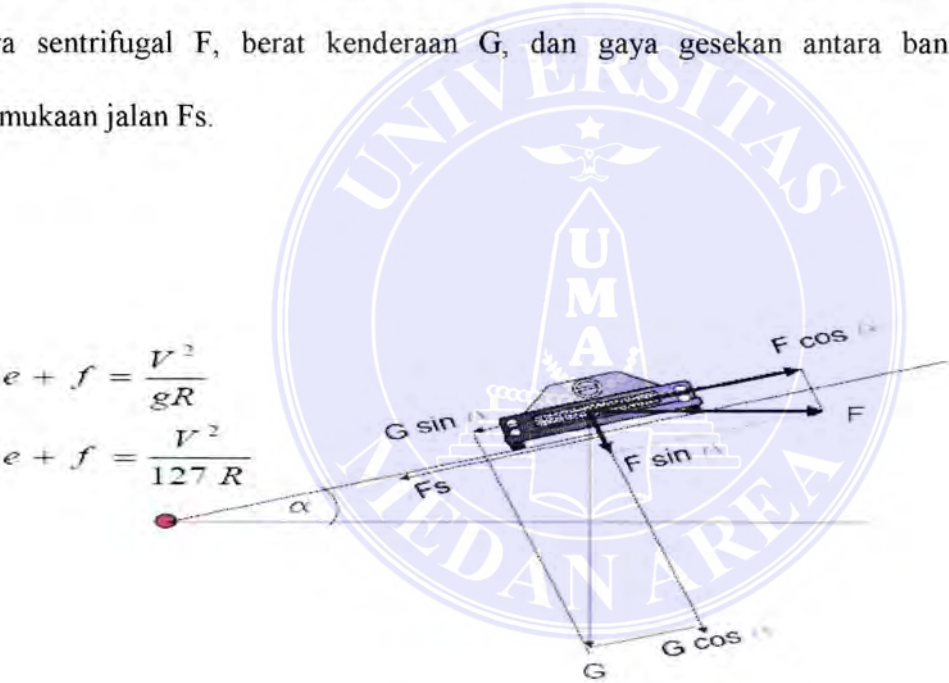
Superelevasi maksimum yang dapat dipergunakan pada suatu jalan raya dibatasi oleh beberapa keadaan seperti :

1. Keadaan cuaca, seperti sering turun hujan, berkabut. Didaerah yang memiliki 4 musim, superelevasi maksimum yang dipilih dipengaruhi juga sering dan banyaknya salju yang turun.
2. Jalan yang berada di daerah yang sering turun hujan, berkabut, atau sering turun salju, superelevasi maksimum lebih rendah dari pada jalan yang berada di daerah yang selalu bercuaca baik.

3. Keadaan Medan, seperti datar, berbukit – bukit atau pegunungan, Didaerah datar superelevasi maksimum dapat dipilih lebih tinggi dari pada didaerah berbukit – bukit, atau di daerah pegunungan.

Gaya melintang antara ban kendaraan dengan permukaan jalan bersama – sama dengan komponen berat kendaraan akibat adanya kemiringan melintang lengkung horizontal digunakan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang timbul.

Gaya – gaya yang bekerja digambarkan seperti gambar dibawah ini, yaitu gaya sentrifugal F , berat kendaraan G , dan gaya gesekan antara ban dan permukaan jalan F_s .



Gambar 2.4 Gaya – gaya yang bekerja pada lengkung horizontal

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA

c. Kemiringan Melintang Jalan Lurus (Kemiringan Melintang Normal)

Pada jalan lurus kendaraan bergerak tanpa membutuhkan kemiringan melintang jalan. Besarnya kemiringan melintang normal ini sangat tergantung pada jenis lapis permukaan yang dipergunakan. Semakin kedap air muka

jalan tersebut semakin landai kemiringan melintang jalan yang dibutuhkan. Sebaliknya lapis permukaan yang mudah dirembesi oleh air harus mempunyai kemiringan melintang jalan yang cukup besar, sehingga kerusakan konstruksi perkerasan dapat dihindari. Besarnya kemiringan melintang ini (en) berkisar antara 2 – 4 %.

2. Lengkung Peralihan

Bentuk lengkung peralihan yang memberikan bentuk sama dengan jejak kendaraan ketika beralih dari jalan lurus ketikungan berbentuk busur lingkaran yang sebaliknya, dipengaruhi oleh sifat pengemudi, kecepatan kendaraan, radius lengkung, dan kemiringan melintang jalan. Bentuk lengkung spiral atau clothoid adalah bentuk yang banyak digunakan saat ini.

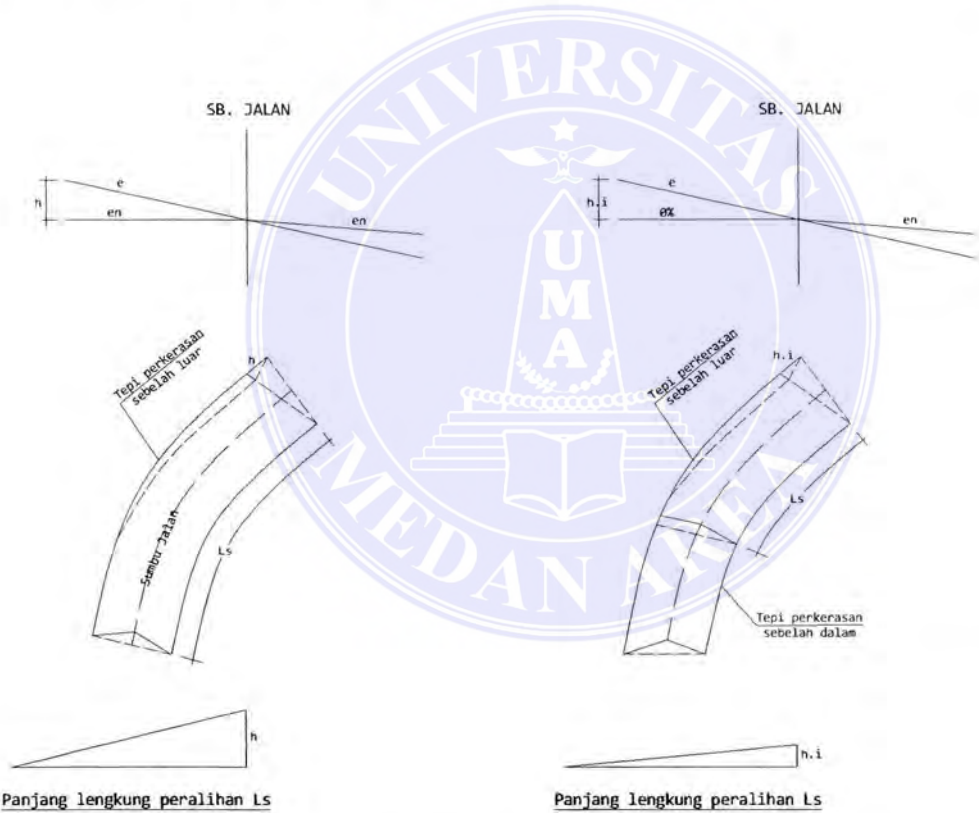
Keuntungan dari penggunaan lengkung peralihan pada alinyemen horizontal adalah :

1. Pengemudi dapat dengan mudah mengikuti jalur yang telah disediakan untuknya, tanpa melintasi lajur lain yang berdampingan.
2. Memungkinkan keadaan perubahan dari lerang jalan normal ke kemiringan sebesar superelevasi secara berangsur – angsur sesuai dengan gaya sentrifugal yang timbul.
3. Memungkinkan mengadakan peralihan pelebaran perkerasan yang diperlukan dari jalan lurus ke kebutuhan yang lebar perkerasan pada tikungan – tikungan yang tajam.
4. Menambah keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi, karena sedikit kemungkinan pengemudi keluar dari jalur.

5. Menambah keindahan bentuk jalan tersebut, menghindari pesan patahnya jalan pada batasan bagian lurus dan lengkung busur lingkaran.

Panjang lengkung peralihan menurut Bina Marga diperhitungkan sepanjang mulai dari penampang melintang berbentuk crown  sampai penampang melintang dengan kemiringan sebesar superelevasi.

Sedangkan AASHTO '90 memperhitungkan panjang lengkung peralihan dari penampang melintang  sampai penampang melintang dengan kemiringan sebesar superelevasi.



Gambar 2.5 Panjang Lengkung Peralihan Menurut Bina Marga dan AASHTO

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometrik jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA

3. Landai Relatif

Landai relatif (1/m) adalah besarnya kelandaian akibat perbedaan elevasi tepi perkerasan sebelah luar sepanjang lengkung peralihan. Perbedaan elevasi dalam hal ini hanya berdasarkan tinjauan perubahan bentuk penampang melintang jalan, belum merupakan gabungan dari perbedaan elevasi akibat kelandaian vertikal jalan.

Pada jalan berlajur banyak maka pencapaian kemiringan tidak dapat dipergunakan data diatas begitu saja. Dari pengmatan secara empiri diperoleh bahwa pencapaian kemiringan untuk jalan 3 lajur adalah 1,2 kali panjang pencapaian kemiringan untuk jalan 3 lajur adalah 1,2 kali panjang pencapaian kemiringan untuk jalan 2 lajur, jalan dengan 4 lajur memerlukan panjang mencapai 1,5 kali panjang pencapaian untuk jalan 2 lajur, dan untuk 6 lajur panjang pencapaian yang diperlukan adalah 2 kali panjang pencapaian untuk jalan 2 lajur.

Tabel 2.5 Perbedaan kecepatan rencana metode AASHTO dengan Bina Marga

Kecepatan Rencana Km / Jam	1 / m AASHTO 1990	Kecepatan Rencana	Kelandaian Relative Maksimum
		Km / Jam	Bina Marga (luar kota)
32	1/33	20	1/50
48	1/150	30	1/75
64	1/175	40	1/100
80	1/200	40	1/115
88	1/213	60	1/125
96	1/222	80	1/150
104	1/244	100	
112	1/250		

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometrik jalan, Silvia Sukirman,Penerbit NOVA

Menurut Bina Marga

Landai relative $1 = h/Ls$

$1/m = \frac{(e + en) B}{Ls}$

Dimana :

$1/m$ = landai relative

Ls = panjang lengkung peralihan

B = lebar jalur 1 arah, m

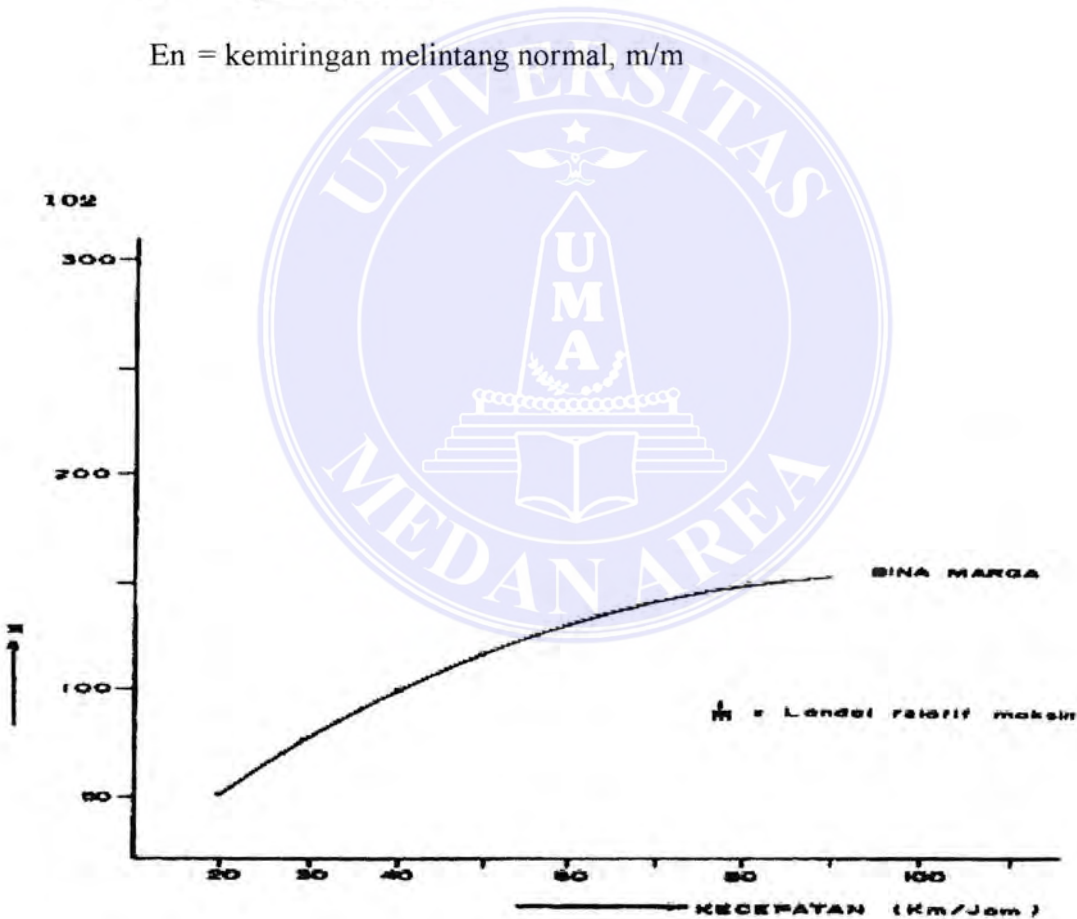
e = superelevasi, m/m

En = kemiringan melintang normal, m/m

Menurut AASHTO

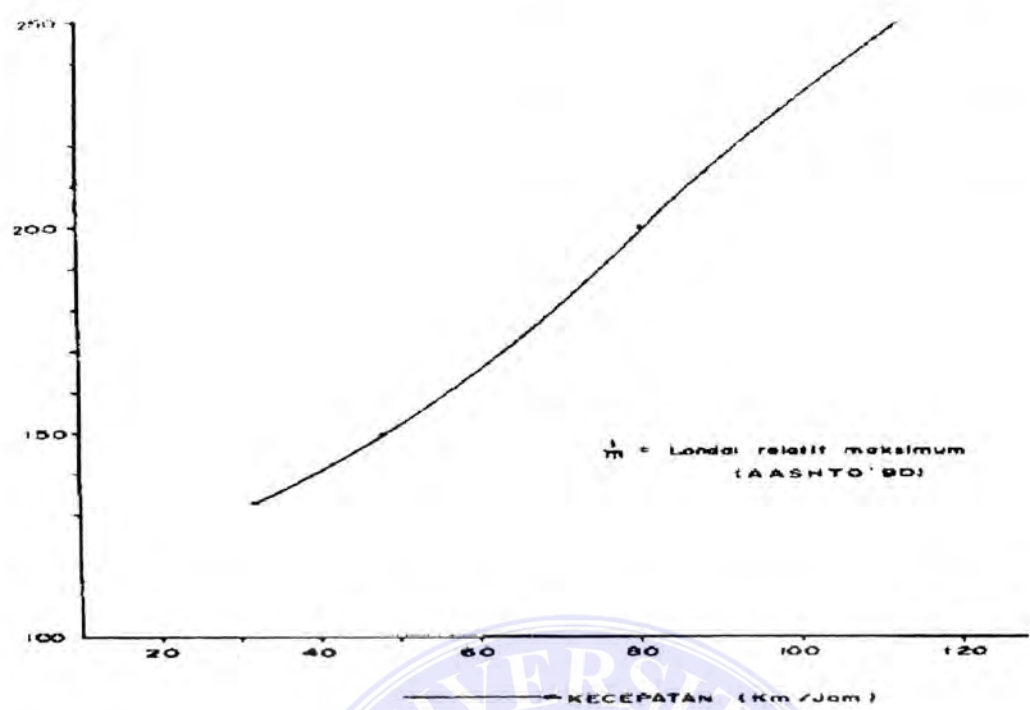
landai relative $1/m = hl/Ls$

$1/m = \frac{(e)B}{Ls}$



Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA.

Grafik 2.2 Landai relatif maksimum berdasarkan Bina Marga



Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA.

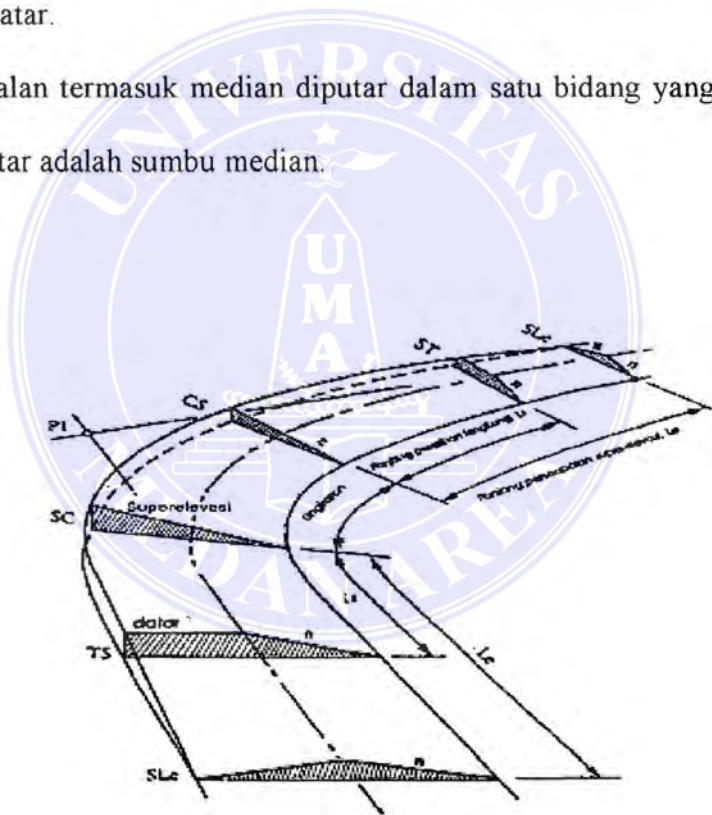
Grafik 2.3 Landai relatif maksimum berdasarkan AASHTO ‘90

4. Diagram Superelevasi

Diagram superelevasi menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal ke superelevasi penuh, sehingga dengan mempergunakan diagram superelevasi dapat ditentukan bentuk penampang melintang pada setiap titik disuatu lengkung horizontal yang direncanakan. Diagram superelevasi digambar berdasarkan elevasi sumbu jalan sebagai garis nol. Elevasi tepi perkerasan diberi tanda positif atau negatif ditinjau dari ketinggian sumbu jalan. Tanda positif untuk elevsi tepi perkerasan yang terletak lebih tinggi dari sumbu jalan dan tanda negatif untuk elevasi tepi perkerasan yang terletak lebih rendah dari sumbu jalan.

Untuk jalan raya dengan median (jalan raya terpisah) cara pencapaian kemiringan tersebut, tergantung dari lebar serta bentuk penampang melintang median yang bersangkutan dan dapat dilakukan dengan salah satu dari tiga cara berikut :

1. Masing – masing perkerasan diputar sendiri – sendiri dengan sumbu masing – masing jalur jalan sebagai sumbu putar.
2. Kedua perkerasan masing – masing diputar sendiri – sendiri dengan sisi – sisi median sebagai sumbu putar, sedang median dibuat tetap dalam keadaan datar.
3. Seluruh jalan termasuk median diputar dalam satu bidang yang sama, sumbu putar adalah sumbu median.



Gambar 2.6 Perubahan Kemiringan Melintang

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA.

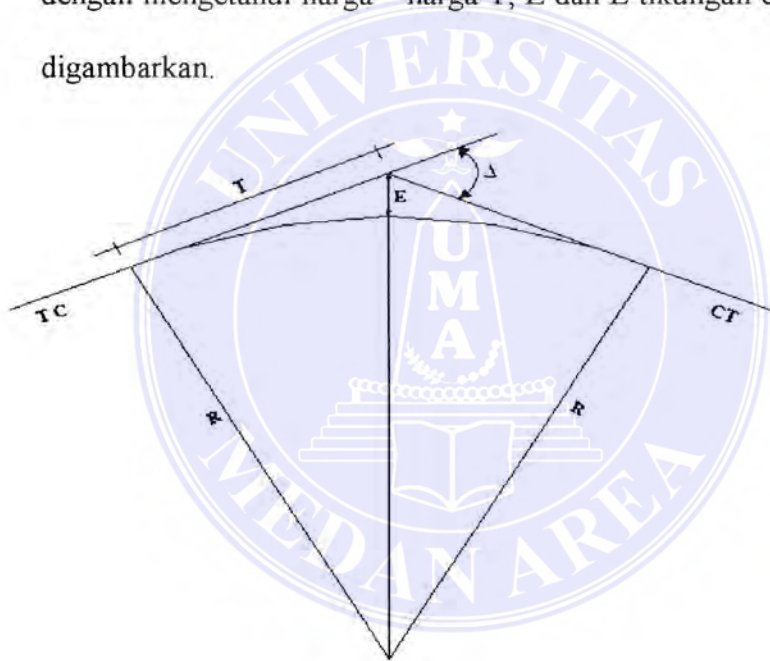
5. Bentuk – bentuk Lengkung Horizontal

Ada 3 (tiga) bentuk – bentuk lengkung horizontal yang biasa digunakan adalah :

a. Lengkung busur lingkaran sederhana (*Full Circle*)

Full circle adalah lengkung dengan jari – jari tikungan yang besar, sehingga tidak diperlukan lengkung peralihan. Rumus – rumus yang dipakai dalam full circle adalah sebagai berikut :

Harga diukur dari gambar atau dihitung ditentukan (dipilih), maka dengan mengetahui harga – harga T, E dan L tikungan circle dapat digambarkan.



Full Circle

Gambar 2. 7 Tikungan Full Circle

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA.

b. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*Spiral – Circle – Spiral*)

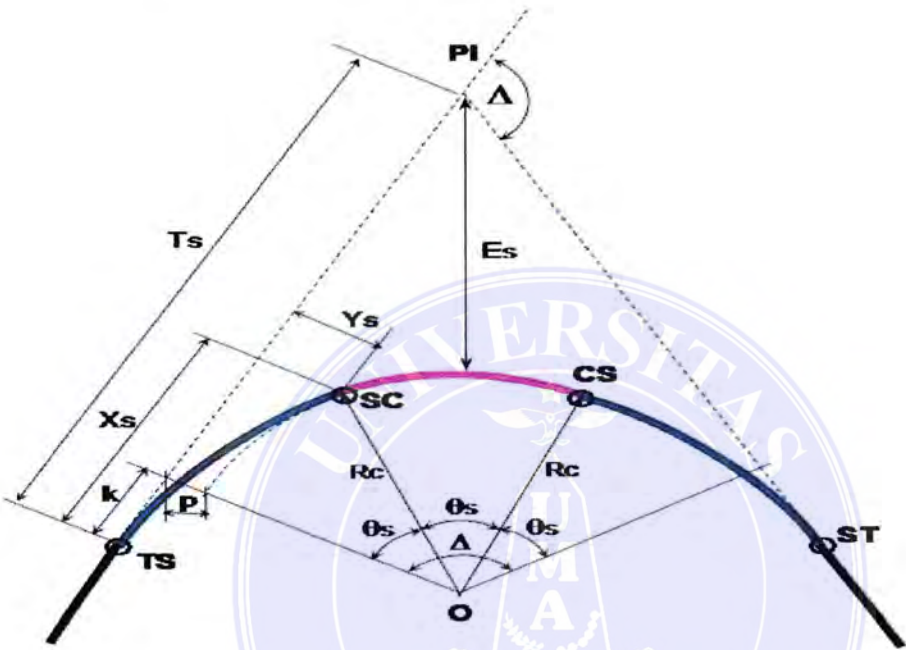
Lengkung SCS adalah lengkung dengan jari – jari tikungan yang sedang dengan lengkung peralihan dengan rumus :

$T_s = (R + P) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + K \dots\dots\dots (2.4)$

$E_s = (R_c + P) \cos \frac{1}{2} \Delta - R_c \dots\dots\dots (2.5)$

$L_c = (c/360) 2 \pi R \text{ atau } 0,00745 R (c) \dots\dots\dots (2.6)$

$L = 2. L_s + L_c$



Gambar 2. 8. Lengkung Spiral – Lingkaran – Spiral

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA.

c. Lengkung peralihan (Spiral – spiral)

Bentuk tikungan ini umumnya dipergunakan pada tikungan yang tajam, sehingga lengkung circle tidak ada, yang berarti $L_c = 0$

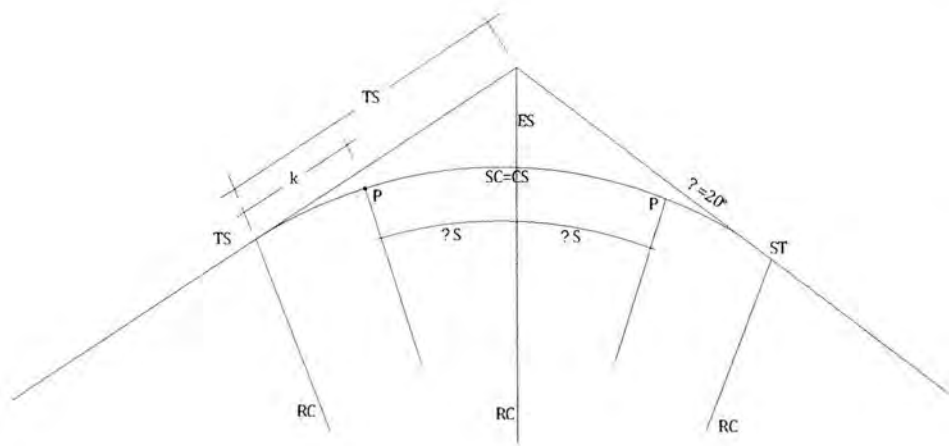
Rumus – rumus yang dipergunakan :

$T_s = (R_c + P) \tan \frac{1}{2} + K \dots\dots\dots (2.4)$

$E_s = (R_c = P) \sec \frac{1}{2} - R \dots\dots\dots (2.4)$

$L_c = 0$

$L = 2. L_s$



Gambar 2.9. Lengkung Spiral – spiral

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA

B. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau melalui tepi dalam masing – masing perkerasan untuk jalan dengan median. Sering kali juga disebut sebagai penampang jalan memanjang jalan.

Alinyemen vertikal yang mengikuti muka tanah asli akan mengurangi pekerjaan tanah, tetapi mungkin saja akan mengakibatkan jalan itu terlalu banyak mempunyai tikungan. Jalan yang terletak pada lapisan tanah yang lunak harus pula diperhatikan akan kemungkinan besarnya penurunan dan perbedaan penurunan yang mungkin terjadi. Dengan demikian penarikan alinyemen vertikal sangat mempengaruhi oleh berbagai pertimbangan seperti :

- 1. Kondisi tahah dasar
- 2. Keadaan medan
- 3. Fungsi jalan
- 4. Muka air banjir

- 5. Muka air tanah
- 6. Kelandaian yang masih memungkinkan

Alinyemen vertikal disebut juga penampang memanjang jalan yang terdiri dari garis – garis lurus dan garis – garis lengkung.

Garis lurus tersebut dapat datar, medaki, atau menurun, biasa disebut berlandai. Landai jalan dinyatakan dengan persen.

A. Panjang Kritis dan Kelandaian

Jika pada alinyemen horizontal daerah kritis adalah pada tikungan, maka pada alinyemen vertikal daerah kritisnya justru pada daerah lurus yang memiliki kelandaian. Kelandaian besar akan mengakibatkan penurunan kecepatan truk yang cukup berarti jika kelandaian tersebut dibuat pada panjang yang cukup panjang, tetapi kurang berarti jika panjang jalan dengan kelandaian tersebut hanya pendekatan saja.

Tabel 2.6. Kelandaian Maksimum Jalan

Kecepatan		Jalan Arteri Luar Kota (AASHTO '90)		Jalan Antar Kota (Bina Marga)	
Rencana Km / Jam	Datar	Perbukitan	Pegunungan	Kelandaian Maksimum Standart (%)	Kelandaian Maksimum Mutlak (%)
40				7	11
40				6	10
64	5	6	8		
690					9
80	4	5	7	5	8
96	3	4	6	4	
113	3	4	5		

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA.

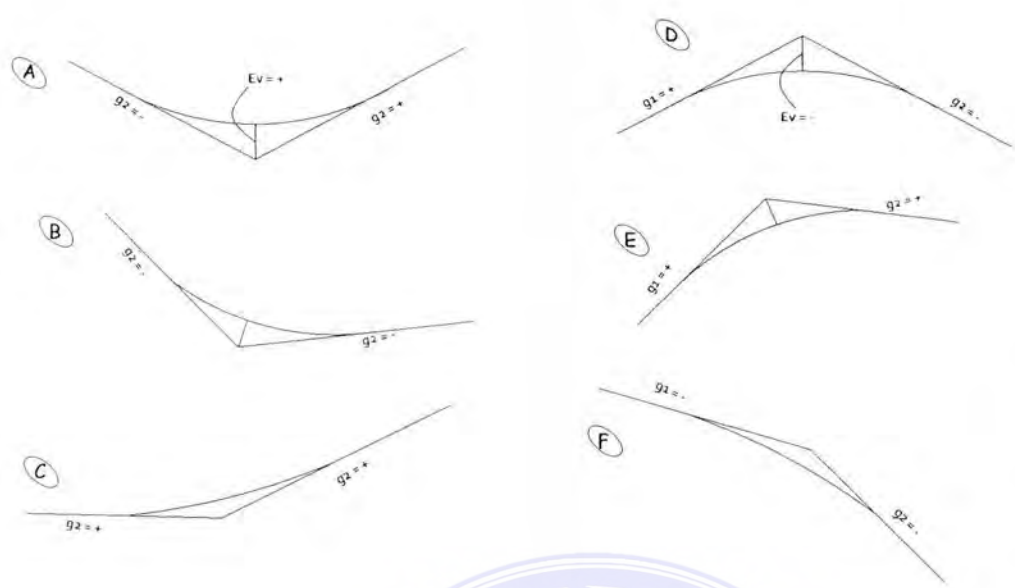
Batas kritis umumnya diambil jika kecepatan truk berkurang mencapai 30 – 75 % kecepatan rencana, atau kendaraan terpaksa menggunakan gigi rendah. Pengurangan kecepatan truk dipengaruhi oleh besarnya kecepatan rencana dan kelandaian. Kelandaian pada kecepatan rencana yang tinggi akan mengurangi kecepatan truk sehingga berkisar antara 30 – 50 % kecepatan rencana selama 1 menit perjalanan. Tetapi pada kecepatan rencana rendah, kelandaian tidak begitu mengurangi kecepatan truk. Kecepatan truk selama 1 menit perjalanan, pada kelandaian $\pm 10 \%$, dapat mencapai 75 % kecepatan rencana.

B. Lengkung Vertikal

Jenis lengkung vertikal dilihat dari letak titik perpotongan kedua bagian lurus (tangen), adalah :

1. Lengkung vertikal cekung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada dibawah permukaan jalan.
2. Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan yang bersangkutan.

Lengkung vertikal dapat berbentuk salah satu dari enam kemungkinan pada gambar dibawah ini :



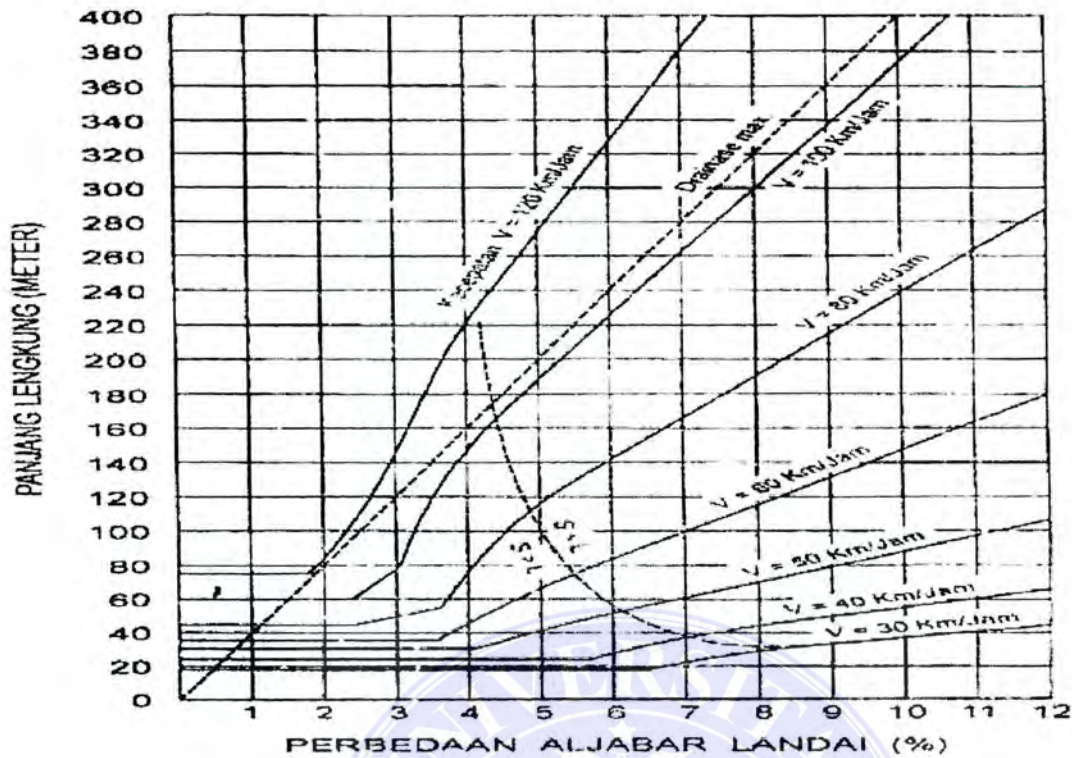
Gambar 2.10. Jenis Lengkung Vertikal dilihat dari Titik Perpotongan Kedua Tangen

Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometric jalan, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA.

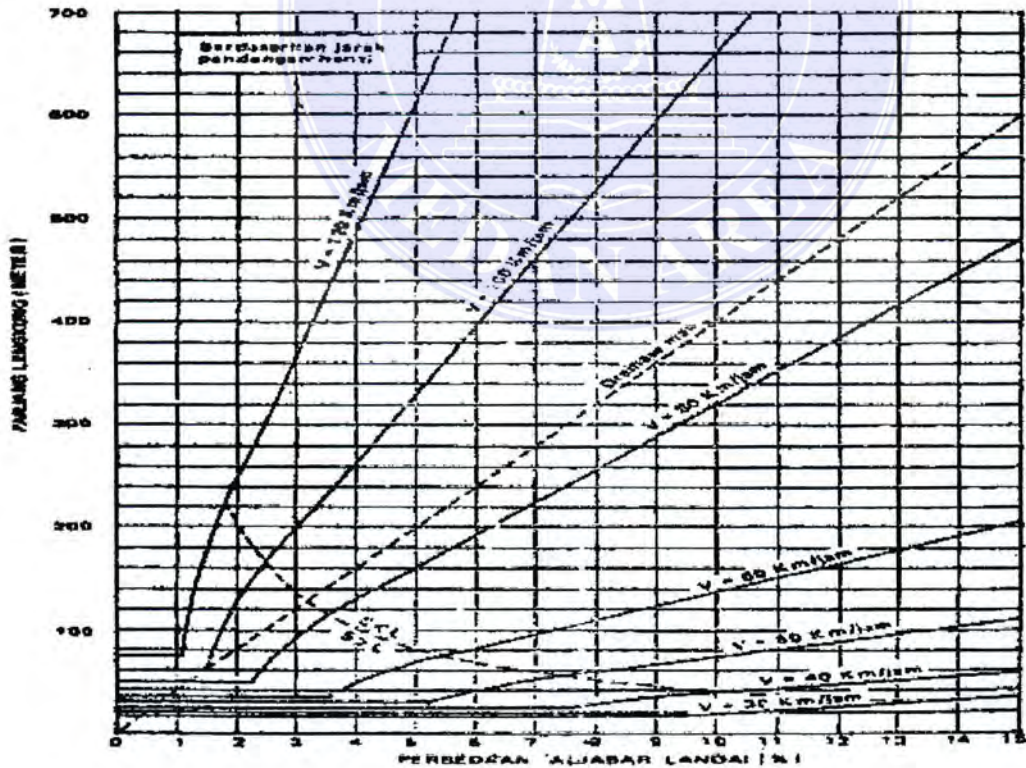
1. Lengkung vertikal cekung

Lengkung vertikal cekung hampir sama dengan lengkung vertikal cembung, hanya panjang lengkung ditentukan berdasarkan jarak pandang diwaktu malam dan syarat drainase. Panjang lengkung vertikal cekung juga harus ditentukan dengan memperhatikan :

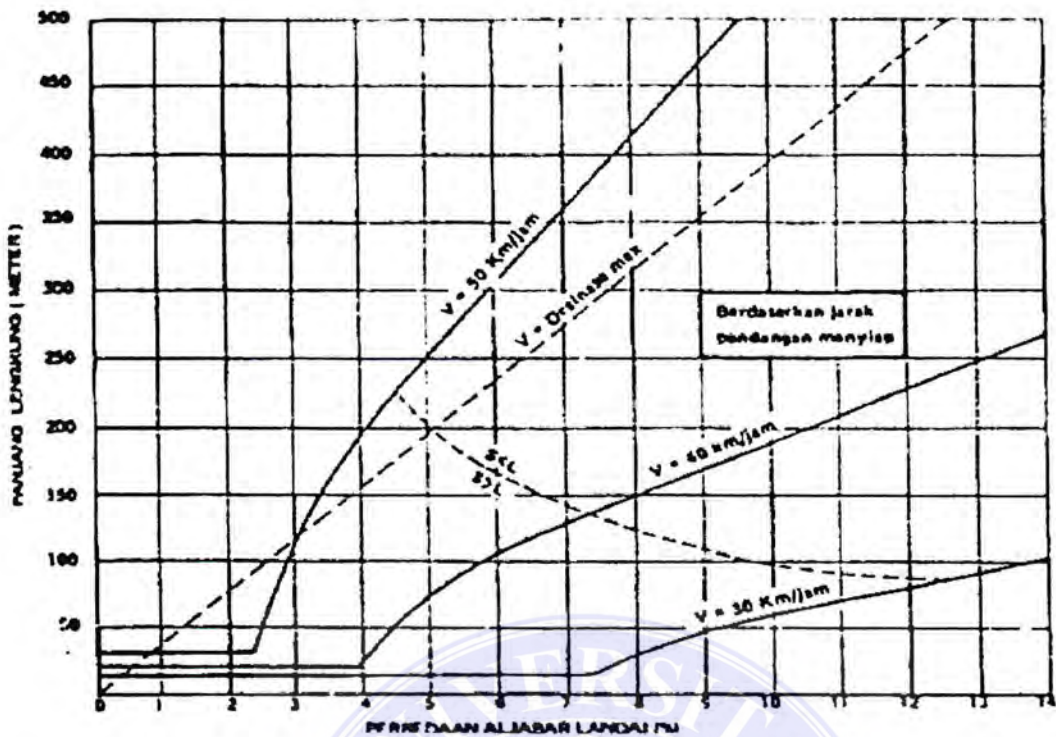
- a. Jarak penyinaran lampu kendaraan
- b. Jarak pandangan bebas dibawah bangunan
- c. Persyaratan Drainase
- d. Kenyamanan Mengemudi
- e. Keluwesan bentuk



Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970
Grafik 2.4 Panjang Lengkung Vertikal Cekung



Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970
Grafik 2.5 Panjang Lengkung Vertikal Cembung



Sumber : Dasar – dasar perencanaan geometrik jalan, Sukirman, Penerbit NOVA
Grafik 2.6 Panjang Lengkung Vertikal Cembung (untuk Jalan Raya 2 Jalur)

2.5 Konstruksi Ke Bawah (Konstruksi Perkerasan Jalan)

Konstruksi kebawah sering juga disebut Konstruksi Perkerasan Jalan . Yang dimaksud dengan konstruksi jalan adalah suatu lapisan bahan perkerasan yang teletak diatas landasan tanah yang telah dipadatkan dimana mutu bahan setiap lapisan berbeda – beda dan disusun sedemikian rupa dengan cara lapisan yang lebih kuat diletakan diatas lapisan bawahnya, demikian seterusnya sampai kelapisan tanah dasar (subgrade).

Tujuan dibuatnya konstruksi jalan ini adalah untuk mendistribusikan (meneruskan) beban lalu lintas kelapisan tanah dasar. Juga bertujuan untuk membentuk permukaan jalan agar menjadi rata sehingga kendaraan dapat melewatinya dengan aman dan lancar untuk berbagai kondisi cuaca.

Pada dasarnya perkerasan dapat dibuat dari bahan – bahan atau material yang berbutir seperti agregat kasar dan agregat halus. Dimana agregat yang tertinggal pada ayakan nomor 8, yang terdiri dari batu pecah dan kerikil. Dan agregat halus adalah bagian agregat yang lewat ayakan nomor 8 yang terdiri dari pasir bersih, pasir batu serta bahan – bahan halus hasil pecahan batu dari bahan material tersebut. Agregat – agregat tersebut dicampur dengan komposisi dan persyaratan tertentu, dan diikat oleh bahan pengikat agregat –agregat yang telah dicampur tersebut dapat menyatu (saling mengikat). Bahan pengikat yang digunakan untuk membuat perkerasan adalah aspal atau portland semen.

Berdasarkan bahan pengikatnya, maka konstruksi perkerasan dapat dibagi atas dua bagian :

1. Perkerasan Lentur (Flexible Pavement), yaitu konstruksi yang menggunakan aspal sebagai pengikatnya.
2. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement), yaitu konstruksi yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya.
3. Konstruksi perkerasan komposit (Composit Pavement), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.



Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Pada perkerasan lentur, agregat berfungsi sebagai tulang dan aspal sebagai bahan pengikatnya. Dan karena aspal sebagai bahan pengikatnya, maka perkerasan ini dapat mengalami pelenturan bila diberi beban dari atas, yaitu beban lalu lintas atau kendaraan. Setelah beban atau pembebanan berlalu, maka perkerasan yang melentur tadi kembali ke bentuk semula.

Konstruksi jenis ini biasanya terdiri dari 3 lapisan yaitu :

- a. Lapisan permukaan / lapisan atas (surface course) : lapisan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal sebagai bahan pengikatnya.
- b. Lapisan Pondasi (base course) : lapisan ini terdiri dari selapis agregat, baik dengan aspal (abonded) ataupun tanpa aspal (unabonded).
- c. Lapisan Pondasi Bawah (sub base course) : lapisan ini terdiri dari satu lapis bahan berbutir kasar yang pada umumnya tidak menggunakan bahan pengikat.
- d. Lapisan Tanah Dasar (sub grade) : lapisan ini boleh berupa tanah timbun yang dipadatkan ataupun tanah asli yang telah dibersihkan dari humus dan padatan.

Perkerasan ini disebut lentur (flexible) karena nilai modulasi elastisitasnya (E) tidak terlalu besar / luas. Hal ini mengakibatkan peranan daya dukung tanah dasar menjadi sangat penting.

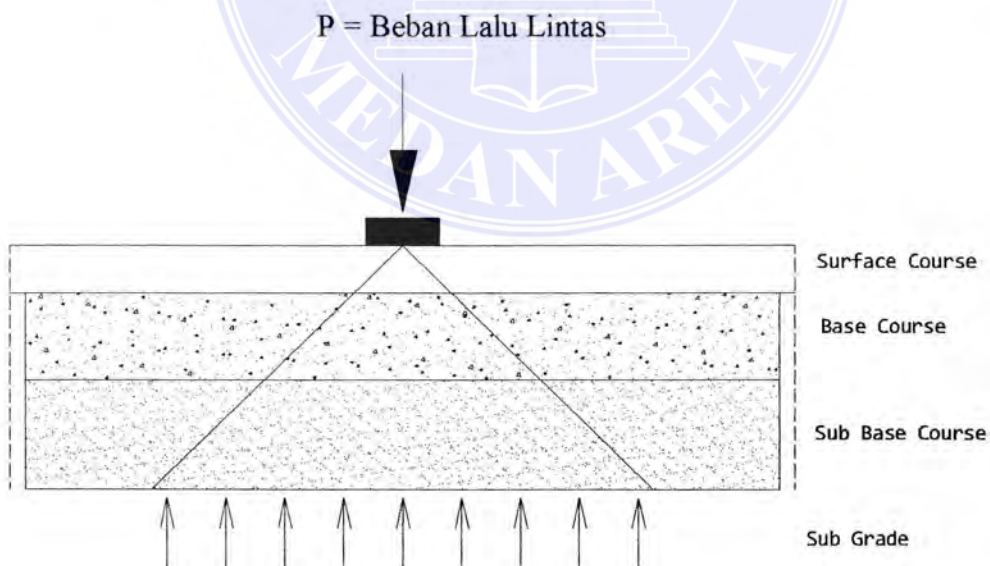
Daya dukung tanah dasar didapat berdasarkan percobaan – percobaan kekuatan tanah. Salah satu contoh percobaan daya dukung tanah adalah CBR (California Bearing Ratio).

Dalam menentukan harga rata – rata nilai CBR ditentukan sebagai berikut :

- Tentukan harga CBR terendah
- Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar nilai CBR dari masing – masing nilai CBR
- Angka jumlah terbanyak dinyatakan 100 %, jumlah lainnya merupakan persentase 100 %
- Dibuat grafik hubungan antara CBR dengan persentase jumlah
- Nilai CBR rata – rata adalah yang didapat dari angka persentase 90 %.

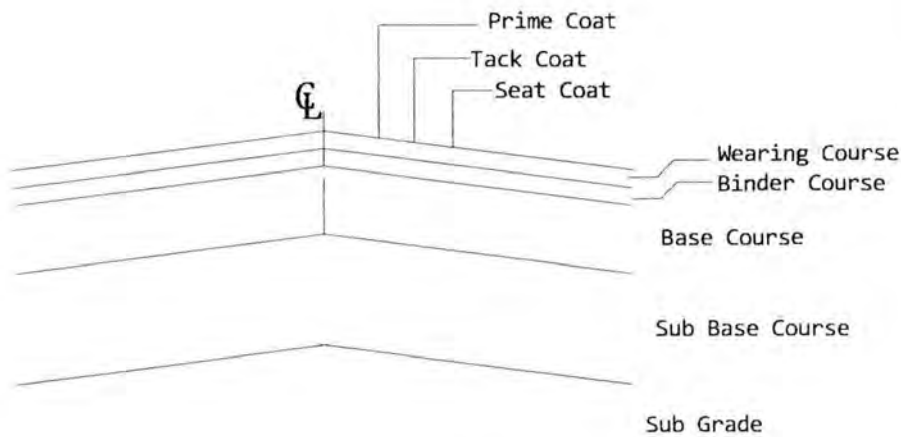
Adapun masing – masing lapisan perkerasan lentur seperti telah disebutkan diatas adalah:

- Lapisan permukaan (Surface Course)
- Lapisan pondasi atas (Base Course)
- Lapisan pondasi bawah (Sub Base Course)
- Lapisan tanah dasar (Sub Grade)



Gambar 2.11. Penyebaran Gaya dan Daya Dukung Tanah

Sumber : Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi, Edward K. Morlok



Gambar 2.12. Lapisan Perkerasan Lentur

Sumber : Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi, Edward K. Morlok

A. Lapisan Permukaan (Surface Course)

Lapisan permukaan adalah lapisan perkerasan paling atas yang langsung menerima lalu lintas, dan berfungsi sebagai :

- a. Lapisan perkerasan penahan roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap kelapisan bawahnya dan melemahkan lapisan – lapisan tersebut.
- c. Lapisan aus (wearing course), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Guna dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya pada lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal

sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

Lapisan – lapisan permukaan terdiri dari beberapa jenis, antara lain :

a. *Seal Coat*

Yaitu peleburan aspal cair pada permukaan perkerasan sebagai lapis penutup dan mempunyai sifat penetrasi yang tinggi. Fungsinya adalah untuk memelihara dan memperpanjang umur perkerasan. Pada peleburan ini sering disertai pemberian lapis agregat yang seragam dan tebal peleburan maksimum 20 mm. Pemberian seal coat ini hanya dilakukan pada permukaan pekerjaan jalan yang lama, sedangkan pada permukaan pekerjaan yang baru selesai dioverlay, hal ini tidak diperlukan. Oleh pihak Bina Marga pemberian seal coat ini telah dibuatkan spesifikasi dengan nama Petunjuk Pelaksanaan Laburan Aspal Satu Lapis (atau yang sering disebut BURTU). Fungsi dan sifat – sifatnya antara lain :

- a. Menutupi celah atau retak – retak agar air atau udara tidak memasuki struktur perkerasan.
- b. Memperbaiki tekstur permukaan jalan.
- c. Membuat permukaan anti slip.
- d. Menerima beban lalu lintas yang selanjutnya disebarkan pada lapisan yang dibawahnya.
- e. Untuk mengalirkan air pada permukaan jalan kesaluran drainase melalui bahu jalan.
- f. Bersifat elastis.
- g. tidak mempunyai nilai struktur.

b. *Wearing Course (Lapisan Aus)*

Yaitu lapisan yang paling atas dari perkerasan berfungsi untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi lalu lintas kendaraan. Hal ini dimungkinkan karena struktur permukaan rata, kesat, kedap air, dan tidak silau dipandang.

c. *Tack Coat (Lapisan Perekat)*

Biasanya dipakai pada permukaan yang telah diaspal. Pada gambar perkerasan lentur, tack coat dipakai untuk perekat antara wearing course dan binder course. Pemakaian aspal tack coat berkisar (0,25 – 0,5) liter/m², dan permukaan aspal yang berlebihan usaha dihindari, karena dapat mengakibatkan pelelehan.

d. *Binder Course (Lapisan Pengikat)*

Merupakan lapisan pengikat antara Base Course dengan Wearing Course atau lapisan ini biasa disebut juga dengan transisi. Susunan agregatnya lebih besar dari lapisan mengisi pada ketebalan Wearing Course sebagai lapisan permukaan dapat dibuat lebih ekonomis. Jika untuk Wearing Course pakai mix desain dengan kadar aspal tinggi (fat mix).

e. *Prime Coat (Lapisan Pengendap)*

Digunakan pada permukaan yang belum diaspal seperti lapisan pondasi agregat atau batu pecah. Permukaan tersebut dilebur dengan aspal cair panas, sebelum pekerjaan course dilaksanakan.

Fungsi prime coat antara lain :

- a. sebagai lapisan kedap air
- b. sebagai bahan antar lapisan permukaan dengan lapisan pondasi
- c. memperkeras permukaan lapisan base course
- d. memberikan bentuk permukaan yang rata pada base course.

Lapisan pengendap ini dihamparkan pada permukaan base course dan banyaknya tergantung porositasnya. Base course dengan porositas tinggi adalah konstruksi yang menggunakan material batu pecah dilebur dengan aspal dengan kadar rendah sehingga sulit untuk dipadatkan. Permukaan ini dapat ditandai dengan susunan agregat yang kurang rapat dan jumlah pemakaian aspal sebagai prime coat adalah berkisar antara (0,5 – 1,0) liter/m².

B. Base Course (Lapisan Pondasi Atas)

Base Course merupakan bagian konstruksi perkerasan yang terletak antara surface course dan sub base course. Dimana fungsi base course adalah :

3. sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang atau beban roda
4. sebagai perletakan untuk lapisan permukaan
5. untuk mencegah masuknya air dari permukaan pondasi bawah ke lapisan permukaan akibat peresapan bahan.

Bahan – bahan yang dipakai harus cukup dan awet sehingga dapat menahan beban – beban roda kendaraan. Biasanya bahan yang dipakai adalah agregat batu pecah. Namun demikian dapat juga pakai bahan seperti kerikil pecah, stabilisasi tanah dengan bahan kapur ataupun semen portland yang memenuhi persyaratan nilai $CBR > 50 \%$ dan $PI < 4$ (PI = Plasticity Indeks).

Sifat material yang akan digunakan untuk lapisan ini harus memenuhi persyaratan yaitu : kelas A, kelas B dan kelas C, dimana hal ini digunakan untuk perkerasan dan bahu jalan yang diberi lapisan kedap. Tetapi untuk kelas B dan kelas C digunakan pada bahu jalan tidak diberi lapisan kedap atau sebagai lapisan pondasi bawah (sub base course). Semua material harus bersih dari kotoran – kotoran, bahan – bahan organik dan bahan – bahan lain yang tidak dikehendaki.

Tabel 2.7. Persyaratan Gradasi Kelas A Untuk Lapisan Pondasi Atas

ASTM Standart Sieve	Persen Berat Butir Yang Lewat
2 ½"	100
2"	90 – 100
1 ½"	35 – 70
1"	0 – 15
½"	0 – 5

Sumber : Peraturan pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya No. 01/ST/BM/1972
Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 1972

Kelas B dan Kelas C yang terdiri dari campuran kerikil dan kerikil pecah atau batu pecah dengan berat jenis yang seragam dengan pasir, lanau atau lempung dengan persyaratan sebagai berikut :

Tabel 2.8. Persyaratan Gradasi Kelas B dan C Untuk Lapisan Pondasi Atas

ASTM Standart Sieve	Persen Berat Butir Yang Lewat
1 ½"	100
1	60 – 100
¾"	35 – 85
NO. 4	35 – 60
NO. 10	25 – 50
NO. 40	15 – 50
NO. 20	8 – 15

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA

C. Sub Base Course (Lapisan Pondasi Bawah)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah.

Lapisan pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

1. Untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR 20% dan plastisitas indeks ≤ 10 %.
2. Material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya.
3. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
4. Lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul dipondasi.
5. Lapisan untuk mencegah partikel – partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

Sistem lapisan pondasi atas terbagi 2 (dua) yaitu :

1. Sistem Telford yaitu lapisan pondasi atas yang terdiri dari batu belah dengan ukuran 20 – 25 cm dan dipasang berdiri, atau disebut juga prinsip desak – desakan.
2. Sub base sirtu yaitu yang memakai sirtu alam ataupun batu pecah, prinsip pemikulan beban lalu lintas adalah berdasarkan prinsip tumpang tindih.

Tabel 2.9. Persyaratan Gradasi Kelas A Untuk Lapisan Pondasi Bawah

ASTM Standart Sieve	Persen Berat Butir Yang Lewat
3"	100
1 1/2"	60 – 90
1"	46 – 76
3/4"	40 -70
3/8"	24 – 56
NO. 4	13 – 45
NO. 8	6 – 36
NO. 30	2 – 22
NO. 40	2 – 18
NO. 200	0 – 10

Sumber : Peraturan pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya No. 01/ST/BM/1972
Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 1972

Sub base kelas B terdiri dari campuran kerikil, pecahan batu yang mempunyai berat jenis yang seragam dengan pasir, lanau atau lempung yang menurut persyaratan seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2.10. Persyaratan Gradasi Kelas B Untuk Lapisan Pondasi Bawah

ASTM Standart Sieve	Persen Berat Butir Yang Lewat
2"	100
1 1/2"	70 – 100
1"	55 – 85
3/4"	50 – 80
3/8"	40 – 70
NO. 4	30 – 60
NO. 10	20 – 50
NO. 40	10 – 30
NO. 200	5 – 15

Sumber : Peraturan pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya No. 01/ST/BM/1972
Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 1972

Untuk lapisan pondasi bawah kelas C yang terdiri dari pasir dan kerikil dengan gradasi yang baik harus memenuhi persyaratan seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.11. Persyaratan Gradasi Kelas C Untuk Lapisan Pondasi Bawah

ASTM Standart Sieve	Persen Berat Butir Yang Lewat
1 ½”	100
NO. 10	Max 80
NO. 200	Max 15

*Sumber : Peraturan pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya No. 01/ST/BM/1972
Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 1972*

D. Lapisan Tanah Dasar (Sub Grade)

Sub grade adalah bagian atas dari pada tanah dasar, yang dipadatkan yang diatasnya terletak perkerasan jalan. Sub grade ini merupakan bagaian yang sangat penting pada perkerasan, karena keawetan konstruksi sangat tergantung pada sifat – sifat dan daya dukung tanah dasar. Oleh karena itu pemadatan tanah dasar sangat menentukan besarnya biaya konstruksi suatu perkerasan, karena ketebalan setiap lapisan perkerasan diatasnya ditentukan oleh daya dukung tanah dasar. Jadi perlu adanya analisa yang baik untuk mengusahakan agar daya dukung tanah dicapai secara optimal, agar konstruksi perkerasan yang direncanakan menghasilkan hasil yang optimal (kuat dan murah). Biasanya tebal tanah yang diperiksa daya dukungnya berkisar 1 meter dari permukaan tanah.

BAB III

PENGARUH LALU LINTAS TERHADAP JALAN

Dalam perhitungan atau perencanaan suatu konstruksi jalan raya, pengaruh lalu lintas yang paling menentukan disamping pengaruh unsur-unsur yang lain. Hal ini terjadi karna tujuan perencanaan konstruksi jalan raya tersebut adalah untuk mewujudkan keadaan lalu lintas yang aman, nyaman serta ekonomis jadi dalam pengaruh lalu lintas terhadap konstruksi jalan raya ini, sudah tentu semua bagian konstruksi tersebut.

Diantara semua bagian-bagian konstruksi jalan raya peranannya dipengaruhi keadaan lalu lintas, pada tulisan yang seperti kami buat pada pendahuluan hanya akan dibahas dan beberapa saja. Kami pilih pengaruh lalu lintas terhadap perencanaan kelas jalan dan pembagian lajur, karena bagian inilah yang pertama kita tentukan sebelum merencanakan jalan tersebut secara keseluruhan dan pengaruhnya pada perencanaan tebal perkerasan, karena tebal perkerasan inilah yang menjadi inti konstruksi jalan raya.

3.1. Klasifikasi jalan

Jalan raya dibagi atas beberapa kelas-kelas yang penetapannya kecuali didasarkan pada fungsinya juga diperhitungkan pada besar volume sifat-sifat lalu lintas yang diharapkan akan menggunakan jalan raya tersebut.

Volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk kedua jurusan.

Klasifikasi jalan yang berlaku di Indonesia adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Kelas	Lalu Lintas Harian Rata - rata (LHR)
Utama	I	> 20000
Sekunder	II A	6000 - 20000
	II B	1500 - 3000
	II C	< 2000
Penghubung	III	-

*Sumber : Peraturan perencanaan geometric jalan raya No. 13/1970
Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 1970*

Dalam menghitung besarnya volume lalu lintas untuk keperluan penerapan kelaas jalan, kecuali jalan-jalan yang tergolong dalam kelas II C dan III kendaraan yang tidak bermotor tidak diperhitungkan dan untuk jalan-jalan kelas I dan II A, kendaraan lambat dan tidak diperhitungkan.

Khusus untuk perencanaan jalan-jalan kelas I, sebagai dasar harus digunakan volume lalu lintaspada saat-saat sibuk. Sebagai volume waktu sibuk yang digunakan untuk dasar suatu perencanaan ditetap kan 15% dari volume harian rata-rata. Volume waktu ini disebut juga volum tiga jam perencanaan aatu disingkat VDP.

Jadi $VDC = 15\% \cdot LHR$.

Sebagai keterangan yang jelas tentang bagian kelas jalan adalah sebagaiberikut:

a. Kelas I

Kelas jalan-jalan raya dalam kelas ini merupakan jalan-jalan raya yang berlajurbanyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis terbaik dalam arti tinggi

tingkat pelayanan terhadap lalu lintas. Ini mencakup semua jalan diutamakan dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor.

b. Kelas II

Kelas ini mencakup semua jalan-jalan skunder. Dalam komposisi lalu lintasnya terhadap lalu lintas lambat, kelas ini selanjut nya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintas lambat, kelas ini selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintas, dibagi dalam 3 kelas yaitu : II A, II B, II C.

1. Kelas II A

Adalah jalan-jalan raya skunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis asbuton atau yang setara, dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan cepat bermotor untuk lalu lintas lambat, harus disediakan jalur tersendiri.

2. Kelas II B

Adalah jalan-jalan skunder 2 jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi atau yang setara dimana dalam komposisi lalu lintas terdapat kendaraan lambat, tapi tanpa kendaraan yang tidak bermotor.

3. Kelas II C

Adalah jalan-jalan raya konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor.

c. Kelas III

Kelas ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berlajur tunggal atau dua, konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi peleburan dengan aspal.

3.2 Jumlah Jalur

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu luas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan dapat kita ketahui setelah mengetahui LHR.

Tabel 3.2 Jumlah Jalur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (m)
$L < 5,5 \text{ m}$	1 Jalur
$5,5 \text{ m} < L < 8,25 \text{ m}$	2 Jalur
$8,25 \text{ m} < L < 11,25 \text{ m}$	3 Jalur
$11,25 \text{ m} < L < 15,00 \text{ m}$	4 Jalur
$15,00 \text{ m} < L < 18,75 \text{ m}$	5 Jalur
$18,75 \text{ m} < L < 22,00 \text{ m}$	6 Jalur

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, Penerbit NOVA

3.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan raya

Penentuan tebal perkerasan menurut cara Bina Marga merupakan dasar dalam perencanaan perkerasan di Indonesia. Cara ini hanya berlaku untuk

perkerasan material yang berbutir (granular material, batu pecah) dan tidak berlaku untuk konstruksi perkerasan yang menggunakan batu-batu besar (cara Telford).

Adapun persyaratan-persyaratan dalam perencanaan konstruksi jalan, ada 3 (tiga) yaitu :

1. Syarat Konstruktif

- a. Perkerasan harus cukup tebal untuk dapat memikul beban lalu lintas, sehingga lapisan tanah dasar mampu menerima beban yang diteruskan dari permukaan.
- b. Lapisan permukaan harus kedap air dan udara, sehingga mampu melindungi bagian konstruksi dibawahnya terhadap cuaca dan udara.
- c. Perkerasan harus cukup kuat untuk memikul beban-beban lalu lintas kendaraan yang melaluinya.

2. Syarat Kenyamanan

- a. permukaan perkerasan harus cukup rata untuk dapat dilalui kendaraan dengan nyaman dan tenang.
- b. Permukaan harus dapat dengan baik mengalirkan air dari permukaan jalan ke saluran drainase melalui bahu jalan.
- c. Permukaan tidak boleh mengkilap agar tidak menyilaukan mata pengemudi kendaraan dari arah yang berlawanan.
- d. Permukaan harus cukup kasar, sehingga pengereman dapat dilakukan dengan baik.

3. Starat Ekonomis

- a. Perencanaan perkerasan harus flexible, $B/C \text{ ratio} \geq 1$ (menguntungkan).
- b. biaya konstruksi dan peralatan jalan serendah mungkin.

Dalam penentuan (perencanaan) ebal perkerasan cara Bina Marga, harus memperhitungkan factor-faktor yang mempengaruhi perencanaan tersebut antara lain :

- a. Umur Rencana
- b. Angka Ekvivalen
- c. Kondisi Lalu Lintas
- d. Faktor Regional

3.3.1. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perencanaan

A. Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung dari mulai dibuka antar jilalann tersebut sampai saat diperlukan perbaikan berat atau telah dianggap perlu untuk memberikan lapisan permukaan yang baru agar jalan tersebut akan tetap berfungsi secara baru.

B. Angka Ekvivalen

Jenis kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam, bervariasi menurut ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbu.

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua

beban lainnya dapat diekivalenkan kedepan standar tersebut. Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 pon (8,16 ton).

Bina Marga memberikan rumus untuk menentukan angka ekivalen beban sumbu sebagai berikut :

$$E \text{ sumbu tunggal} = (\text{beban sumbu tunggal, kg}/8160)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = (\text{beban sumbu ganda, kg}/8160) \cdot 0,086$$

C. Kondisi lalu Lintas

Adalah keadaan lalu lintas atau menentukan banyaknya lalu lintas yang melewati jalan tersebut.

Dalam faktor kondisi lalu lintas ini yang perlu diperhitungkan antara lain :

1. Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihtung untuk 2 arah untuk jalan tanpa median atau masing-masing arah jalan dengan median.
2. Lintas ekivalen permukaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = C \cdot E \cdot LHR$$

D. Daya Dukung Tanah (DDT)

Adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. Kalau kita perhatikan harga CBR disini adalah sebagai CBR lapangan atau CBR laboratorium. CBR lapangan biasanya untuk perencanaan lapisan tambahan (overlay), dan CBR laboratorium biasanya untuk perencanaan pembangunan jalan.

E. Faktor Regional (FR)

Yang disebutkan dalam perencanaan Bina Marga mengikuti keadaan lapangan, kondisi iklim setempat, kondisi lalu lintas, dan daya dukung tanah. Dengan mengetahui data-data terdapat, maka harga faktor regional biasa kita dapatkan dengan menggunakan tabel.

Tabel 3.3. Kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan yang lain

Curah Hujan	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% Berat Kendaraan		% Berat Kendaraan		% Berat Kendaraan	
	<30%	<30%				
Iklim I < 90 mm/thn	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklim II >900 mm/thn	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirmasn, Penerbit NOVA

Catatan : pada bagian jalan tertentu, seperti persimpangan pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30m) faktor regional ditambah dengan 0,5 pada daerah rawa-rawa faktor regional ditambah dengan 1,0

F. Indeks Permukaan (Serviceability Index)

Indeks permukaan menyatakan nilai dari pada kerataa/kehalusan serta kekokohan permukaan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut dibawah ini :

- 1. IP = 1,0 adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
- 2. IP = 1,5 adalah jalan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)

- 3. IP = 2,0 adalah jalan tingkat pelayanan terendah yang masih mantap.
- 4. IP = 2,5 menyatakan permukaan masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan pada akhir umur rencana (IP) perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lalu lintas ekivalen rencana menurut tabel 4.4 (terlampir) sedangkan untuk indeks permukaan awal rencana (IP) perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan (keretaan/kehalusan serta kekokohan) pada umur rencana, menurut tabel 4.5 (terlampir).

Tabel 3.4. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana

Jenis lapis Permukaan	IPo	Roughnees (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	≥ 1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	≥ 2000
Asbuton / HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	≥ 2000
Burda	3,9 – 3,5	≤ 2000
Burtu	3,4 – 3,0	≥ 2000
Lapen	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	≥ 3000
Latasbum	2,9 – 2,5	
Buras	2,9 – 2,5	
Latasir	2,9 – 2,5	
Jalan Tanah	$\geq 2,4$	
Jalan Kerikil	$\geq 2,4$	

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirmasn, Penerbit NOVA, Bandung, Tahun 1999

Catatan : Alat pengukur roughometer yang dipakai adalah roughometer NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 station Wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km/jam.

Tabel 3.5. Indeks Permukaan bervariasi dari angka 0-5, masing-masing angka menunjukkan fungsi pelayanan

Indeks Permukaan (IP)	Fungsi Pelayanan
4 – 5	Sangat Baik
2 – 4	Baik
1 – 3	Cukup
1 – 2	Kurang
0 – 1	Sangat Baik

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirmasn, Penerbit NOVA

Tabel 3.6. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana

LER	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	-
10 - 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
10 - 1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0 - 2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirmasn, Penerbit NOVA

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian penulisan ini dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Kerusakan jalan raya dipengaruhi oleh keadaan cuaca, berat kendaraan, percepatan kendaraan, dan volume lalu lintas.
2. Perencanaan tebal perkerasan ditentukan oleh umur rencana, angka ekuivalen, kondisi lalu lintas, daya dukung tanah, dan faktor regional.
3. Kendala kemacetan dan kenyamanan pemakaian jalan tergantung pada perencanaan yang sesuai dengan kebutuhan lalu lintas.

