

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Jalan raya merupakan jalan utama yang akan menghubungkan suatu wilayah dengan wilayah lainnya. Pada jalan besar memiliki fungsi untuk digunakan kendaraan bermotor dan digunakan pada masyarakat umum dengan dibiayai oleh perusahaan negara serta penggunaanya di atur berdasarkan undang – undang pengangkutan (Nur, 2021:3). Pada UU RI No 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan yang diundangkan setelah UU No 38 Tahun 2004 pasal 1 tentang jalan mendefinisikan bahwa jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan seperti bangunan pelengkap serta peralatan yang berfungsi bagi lalu lintas dengan keadaan berada pada permukaan tanah, di atas dan dibawah permukaan tanah atau air serta di atas permukaan air terkecuali jalan kabel dan jalan kereta api. Ruang lalu lintas, terminal, dan perlengkapan jalan, seperti marka jalan, rambu, alat pemberi isyarat lalu lintas, alat pengatur, alat keselamatan pengguna jalan, alat pemantauan dan pengamanan jalan, serta sejumlah sarana pendukung, melengkapi prasarana lalu lintas dan angkutan jalan.

##### **2.1.1 Fungsi Jalan**

Menurut Saodang tahun 2010 berdasarkan fungsi jalan, jalan dapat dibedakan atas :

a. Jalan Arteri

Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

b. Jalan Kolektor

Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

### c. Jalan Lokal

Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

#### **2.1.2 Klasifikasi Jalan**

Pada UU No 38 Tahun 2004 Pasal 6 Ayat 2 jalan umum dikelompokkan dalam 3 klasifikasi seperti klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut status jalan, klasifikasi menurut kelas. Klasifikasi jalan umum terbagi atas 4 jalan meliputi jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal dan jalan lingkungan menurut fungsi jalan yang tertuang pada UU No.38 Tahun 2004. Pada jalan arteri yang merupakan jalan umum dengan fungsi melayani angkutan utama dengan kriteria perjalanan jauh, kecepatan rata – rata tinggi dan jumlah jalan masuk yang dibatasi secara fungsi, jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang dengan kecepatan yang diatur sedang serta memiliki jumlah jalan yang di batasi sedangkan jalan lokal termasuk jalan umum yang memiliki fungsi melayani angkutan setempat dengan kriteria perjalanan memiliki jarak tempuh dekat dengan kecepatan yang diperbolehkan rendah serta memiliki jumlah jalan masuk yang tidak terbatas dan yang terakhir jalan lingkungan yang merupakan jalan umum dengan fungsi melayani angkutan lingkungan dengan kriteria ciri jalan perjalanan jarak dengan dekat dengan kecepatan rata – rata yang rendah (Raharjo, 2022:1). Pada Tabel 2.1 di bawah ini merupakan klasifikasi jalan yang ada di Indonesia yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.1** Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi, Kelas Beban Dan Medan.

No	Fungsi Jalan	Kelas Jalan	Muatan sumbu ( Ton )	Tipe Medan	Kemiringan Medan (%)
1	Arteri	I II IIIA	>10 10 8	D B G	<3 3-25 >25
2	Kolektor	IIIA IIIB	8 8	D B G	<3 3-25 >25
3	Lokal	IIIC	Tdak ditentukan	D B G	<3 3-25 >25

*Sumber : Buku Geometrik Jalan 1 Tahun 2010, Penulis Hamirhan Saodang.*

Klasifikasi jalan berdasarkan kelas jalan Jalan diklasifikasikan menurut kapasitasnya untuk menangani beban lalu lintas, diukur dalam ton sebagai beban gandar terberat (Kusmaryono, 2021:7). Berikut ini merupakan klasifikasi dan fungsi jalan berdasarkan kelasnya seperti berikut ini :

1. Kelas I Pada jalan ini meliputi semua jalan utama dengan fungsi untuk melayani lalu lintas yang cepat dan berat dengan komposisi lalu lintasnya tidak memiliki kendaraan yang lambat dan bukan kendaraan bermotor. Pada jalan raya pada kelas ini merupakan jalan – jalan raya yang berjalur banyak dengan konstruksi perkerasan pada jenis terbaik dengan maksud memberikan tinggi tingkatan pelayanan terhadap lalu lintas.
2. Kelas II pada kelas ini meliputi semua jalan sekunder dengan komposisi lalu lintas terdaoat lalu lintas lambat pada kelas ini memiliki komposisi berdasarkan sifat lalu lintasnya yang terbagi pada tiga kelas IIA, IIB dan IIC.
3. Kelas IIA pada kelas ini merupakan jalan raya sekunder yang memiliki dua jalur maupun lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis aspal beton atau yang memiliki setara pada komposisi lalu

lintasnya memiliki kendaraan lambat dengan mengecualikan tidak digunakan bagi kendaraan bermotor dan pada lalu lintas lambat disediakan jalur khusus.

4. Kelas IIB pada kelas ini merupakan jalan raya sekunder dengan dua jalur dan konstruksi permukaan jalan penetrasi ganda atau setara, dengan hanya kendaraan lambat dan tidak ada kendaraan tidak bermotor.
5. Kelas IIC pada kelas ini merupakan jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi tunggal dengan komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat serta tidak dilalui kendaraan bermotor
6. Kelas III pada kelas ini meliputi semua jalan – jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi merupakan pelabuhan dengan aspal.

## **2.2 Perencanaan Geometrik jalan**

Perencanaan geometrik jalan merupakan perencanaan rute suatu ruas jalan menggabungkan beberapa elemen yang telah disesuaikan dengan mempertimbangkan kelengkapan dan data fundamental baik yang sudah ada maupun yang dapat diakses dari hasil survei lapangan. Unsur-unsur tersebut juga telah dianalisis dan mengacu pada peraturan yang berlaku. Pada perencanaan geometrik jalan memiliki 2 karakter yang pertama alinyemen horizontal atau situasi atau trase jalan yang kedua alinyemen vertical atau potongan memanjang (Saodang, 2010:20). Perencanaan geometrik jalan menekankan pada perencanaan bentuk fisik guna memenuhi fungsi jalan sebagai penyedia arus lalu lintas dan akses perumahan yang optimal. Perencanaan geometrik jalan bertujuan untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, pelayanan arus lalu lintas yang efektif, dan tingkat pemanfaatan yang setinggi mungkin terhadap rasio biaya pelaksanaan. Jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan, maka ukuran, bentuk, dan ruang jalan dianggap baik.

Geometrik jalan yang didesain dengan mempertimbangkan masalah keselamatan dan mobilitas yang mempunyai kepentingan yang saling bertentangan, oleh Karena itu kedua pertimbangan tersebut harus diseimbangkan, mobilitas yang dipertimbangkan tidak saja menyangkut mobilitas kendaraan bermotor tetapi juga mobilitas kendaraan tidak bermotor dan pejalan kaki. Pada gambar trase jalan akan terlihat apakah jalan tersebut merupakan jalan lurus, menikung kekiri, atau kekanan. Sumbu jalan terdiri dari serangkaian garis lurus lengkung berbentuk lingkaran, atau lengkung peralihan dari bentuk garis lurus berbentuk busur lingkaran. Perencanaan geometrik jalan menfokuskan pada pemilihan letak dan panjang dari bagian-bagian sesuai dengan kondisi medan sehingga terpenuhi kebutuhan akan pengoperasian lalu lintas dan keamanan (Saodang, 2010:21).

### 2.2.1 Alinyemen Horizontal

Anlinyemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal dikenal dengan alinyemen horizontal. Situasi jalan dan trase jalan adalah nama lain dari alinyemen horizontal. Garis lurus bergabung dengan garis lengkung dalam keselarasan horizontal. Garis lengkung mungkin memiliki banyak busur, satu busur lingkaran, atau tidak sama sekali, dengan menciptakan superelevasi perencanaan geometrik penampang melengkung untuk mengurangi gaya sentrifugal yang dialami oleh kendaraan yang melaju dengan kecepatan tertentu. (Kusmaryono, 2021:47). Gaya yang menggerakkan kendaraan keluar jalur secara radial disebut gaya sentrifugal. Superelevasi, di sisi lain merupakan kemiringan melintang di tikungan yang membantu mengimbangi gaya sentrifugal kendaraan. Berikut ini merupakan persamaan penghitungan lengkung horizontal yang dapat dilihat sebagai berikut :

$$R_{Min} = \frac{VR^2}{127 \chi(e+f)} \quad (2.1)$$

$$D_{Max} = \frac{181913,53 \chi(e_{Max}+f_{Max})}{VR^2} \quad (2.2)$$

$$D = \frac{1432,4}{R_D} \quad (2.3)$$

$$E = (e + f) - f(D) \quad (2.4)$$

$$F_{max} = - 0.00065 * V_d + 0.192 \quad (\text{Untuk } V_R < 80 \text{ km/ jam}) \quad (2.5)$$

$$F_{max} = - 0.00125 * V_d + 0.24 \quad (\text{Untuk } V_R > 80 \text{ km/ jam}) \quad (2.6)$$

$$\text{tg } a_1 = \frac{h}{D_p} \quad (2.7)$$

$$\text{tg } a_2 = \frac{f_{maks} - h}{D_{maks} - D_p} \quad (2.8)$$

Keterangan :

$R_{Min}$  = Jari – jari minimum (m).

$V_R$  = Kecepatan rencana (Km/jam).

$e_{Max}$  = Superelevasi maksimum (%).

$f_{Max}$  = Koefisien gesekan melintang maksimum.

$D$  = Derajat lengkung.

$D_{Max}$  = Derajat lengkung maksimum.

Perencanaan alinemen horisontal umumnya akan ada dua bagian jalan yang meliputi bagian lurus dan bagian lengkung yang biasa disebut tikungan yang terdiri dari 3 jenis tikungan yang digunakan. (Badan standarisasi nasional tentang geometri jalan perkotaan RSNI T-14-2004).

#### 1. Panjang Bagian Lurus

Ditinjau dari segi kelelahan pengemudi dan dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pemakai jalan, maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu kurang dari 2,5 menit (sesuai VR). Panjang Bagian Lurus dapat ditetapkan dari pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.2** Panjang Bagian Lurus Maksimum

No	Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum		
		Datar	Perbukitan	Pegunungan
1	Arteri	3.000	2.500	2.000
2	Lokal	2.000	1.750	1,500

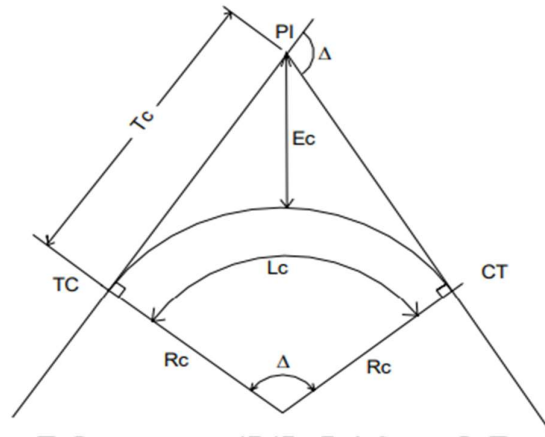
**Tabel 2.3** Jarak Pandang Henti

Kecepatan Rencana $V_r$	Kecepatan Jalan (km/jam)	Koefisien Gesek Jalan	D Perhitungan untuk $V_r$ (m)	D Perhitungan Untuk $V_j$ (m)	S desain (m)
30	27	0.400	29.71	25.95	25 - 30
40	36	0.375	44.60	38.63	40 - 45
50	45	0.350	62.87	54.05	55 - 65
60	54	0.330	84.65	72.32	75 - 85
70	63	0.313	110.28	93.71	95 - 110
80	72	0.300	139.59	118.07	120 -140
100	90	0.285	207.64	174.44	175 - 210
120	108	0.280	285.87	239.06	240 - 285

Sumber : *Geometrik Jalan 1* (Hamirhan Saodang, 2010)

## 2. Lingkaran atau *Full circle*

FC atau *Full Circle* merupakan jenis tikungan yang terdiri dari suatu bagian lingkaran. Tikungan FC hanya digunakan untuk R (jari-jari) yang besar agar tidak terjadi patahan yang dapat berakibat jika R jari – jari kecil maka diperlukan superelevasi yang besar (Saodang, 2010:81). Pada Gambar 2.1 di bawah ini merupakan gambar tikungan full circle.



**Gambar 2.1** Tikungan *Full Circle*.

Sumber : *Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004)*

Keterangan :

- $\Delta$  = Sudut Tikungan.
- o = Titik Pusat Tikungan.
- TC = Tangen *to Circle*.
- CT = *Circle to* Tangen.
- Rd = Jari – jari busur lingkaran.
- Tt = Panjang tangen atau dari jarak dari TC ke PI atau sebaliknya.
- Lc = Panjang busur lingkaran.
- Ec = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran.

Pada Tabel 2.4 dibawah ini merupakan tabel jari – jari yang tidak memerlukan lengkung peralihan menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :



**Tabel 2.4** Jari – Jari Lingkaran Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan.

No	Vr (Km/jam)	Rmin
1	120	2500
2	100	1500
3	80	900
4	60	500
5	50	350
6	40	250
7	30	130
8	20	60

Sumber : Geometrik Jalan 1 (Hamirhan Saodang, 2010)

Pada rumus dibawah ini merupakan persamaan penghitungan lengkung *Full circle* yang dapat dilihat sebagai berikut ini :

$$TC = Rc \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.9)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.10)$$

$$Lc = \frac{\Delta n Rc}{360^\circ} \quad (2.11)$$

Keterangan :

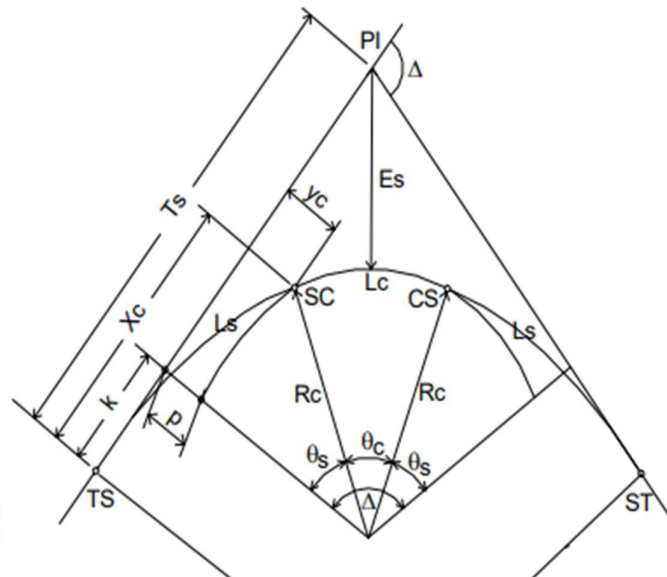
TC = *Tangen to Circle.*

Ec = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran.

Lc = Panjang busur lingkaran.

### 3. Lengkung Spiral – Circle – Spiral

Lengkung spiral – circle – spiral merupakan kurva transisi yang dirancang untuk mencegah pergeseran tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran. Pada posisi berada di antara bagian lurus dan bagian melingkar yang dikenal sebagai sebelum dan sesudah tikungan yang membentuk busur lingkaran berbentuk busur. Lengkung spiral-circle-spiral (SCS) memiliki tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral. (Saodang, 2010:87). Pada gambar 2.2 di bawah ini merupakan gambar dari tikungan full circle.



**Gambar 2.2** Tikungan *Full Circle*.

Sumber : *Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004)*

Keterangan :

- $X_s$  = Absis titik SC pada garis tangen atau jarak dari titik ST ke SC.
- $L_s$  = Panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST.
- $L_c$  = Panjang busur lingkaran.
- $T_s$  = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST.
- TS = Titik dari tangen ke spiral.
- SC = Titik dari spiral ke lingkaran.
- $E_s$  = Jarak dari PI ke busur lingkaran.
- $\theta_s$  = Sudut lengkung spiral.
- $R_d$  = Jari – jari lingkaran.
- $P$  = Pergeseran tangen terhadap spiral.
- $K$  = Absis dari  $p$  pada garis tangen spiral.

Pada rumus dibawah ini merupakan persamaan – persamaan yang digunakan dalam lengkung *spiral – circle – spiral* yang dapat dilihat sebagai berikut ini (Saodang, 2010:88).

$$\theta_s = \frac{90 Ls}{\eta R} \quad (2.12)$$

$$\Delta c = \Delta PI - (2 \times \theta_s) \quad (2.13)$$

$$Xs = Ls \left( 1 - \frac{Ls^2}{40 R d} \right) \quad (2.14)$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 R} \quad (2.15)$$

$$P = \frac{Ls}{6R} - R (1 - \cos \theta_s) \quad (2.16)$$

$$K = Ls - \frac{Ls^2}{40R^2} \quad (2.17)$$

$$E = \frac{R + p}{\cos \left( \frac{1}{2} \Delta \right)} - Rr \quad (2.18)$$

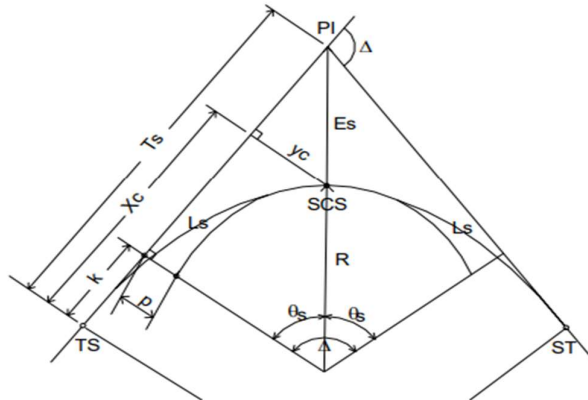
$$Ts = (R + p) \times \tan \left( \frac{1}{2} \Delta PI \right) + k \quad (2.19)$$

$$Lc = \frac{(\Delta - 20s) \times \pi \times R}{180} \quad (2.20)$$

$$L_{tot} = Lc + (2 \times Ls) \quad (2.21)$$

#### 4. Tikungan spiral – spiral

Tikungan spiral – spiral Jika ruas lurus berupa tikungan tanpa busur lingkaran maka harus diselesaikan dalam waktu kurang dari 2,5 menit dengan mempertimbangkan keselamatan pengemudi yang kelelahan.(Saodang, 2010:91). Pada gambar 2.3 di bawah ini merupakan gambar tikungan spiral – spiral.



**Gambar 2.3** Tikungan Spiral – Spiral.

Sumber : Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004).

Keterangan :

$\theta$  = Sudut lengkung peralihan (derajat)

T = Waktu tempuh 3 detik

C = Perubahan percepatan (0.3 -1.0)

$L_s$  = Lengkung Peralihan (m)

$R_c$  = jari – jari busur lingkaran (m)

$\Delta$  = Sudut perpotongan (derajat)

Pada rumus dibawah ini merupakan persamaan – persamaan yang digunakan dalam Tikungan spiral – spiral yang dapat dilihat sebagai berikut ini (Kusmaryono, 2021:13).

$$L_c = 0 \quad (2.22)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.23)$$

$$L_s = \frac{(\theta_s \times \eta \times R_c)}{90} \quad (2.24)$$

$$R^1 = R - \left(\frac{1}{2} \text{Lebar Jalan}\right) \quad (2.25)$$

$$E = R^1 \left[ 1 - \cos\left(\frac{28.65 s}{R}\right) \right] \quad (2.26)$$

Pada tabel dibawah ini merupakan tabel lengkung peralihan menurut data yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.5** Lengkung Peralihan

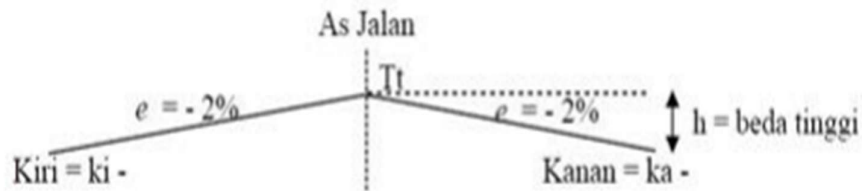
No	Kecepatan Rencana (Vr) (km/Jam)	Lengkung Peralihan (m)
1	20	11
2	30	17
3	40	22
4	50	28
5	60	33
6	70	39
7	80	44
8	90	50
9	100	56
10	110	61
11	120	67
12	130	72

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.*

#### 5. Kemiringan Tikungan (Superelevasi)

Superelevasi adalah kemiringan melintang jalan pada daerah tikungan untuk bagian jalan lurus, jalan mempunyai kemiringan melintang yang biasa disebut lereng normal atau normal trawn yaitu diambil minimum 2 % baik sebelah kiri atau sebelah kanan jalan. Pada besarnilai super elevasi jalan di Indonesia baik untuk luar kota maupun dalam kota bervariasi seperti 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% Namun demikian nilai e maksimum menurut Bina Marga untuk jalan dalam kota adalah 8% dan untuk jalan luar kota adalah 10%. sedangkan dalam metode

AASHTO nilai  $e$  maksimum untuk semua jenis jalan adalah 4%, 6%, 8%, 10% dan 12%. Pada gambar 2.4 di bawah ini merupakan gambar kemiringan normal.



**Gambar 2.4** kemiringan normal.

Sumber : Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004).

Pada tabel dibawah ini merupakan tabel maksimum dan minimum kecepatan rencana kemiringan tikungan yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 2.6** Maksimum dan Minimum beberapa kecepatan rencana

Kecepatan Rencana km/jam	$e_{maks}$ m/m <sup>2</sup>	$f_{maks}$	Rmin Desain m
40	0,10	0,166	47
50	0,10	0,160	76
60	0,10	0,153	112
70	0,10	0,147	157
80	0,10	0,140	210
90	0,10	0,128	280
100	0,10	0,115	366
110	0,10	0,103	470
120	0,10	0,090	597

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.

## 6.. Pelebaran pada tikungan

Pada pengguna jalan yang melalui tikungan merasa kesulitan dalam mempertahankan lintasannya. Hal ini disebabkan saat kendaraan membelok seringkali lintasan roda belakang keluar lajur yang disediakan atau *off tracking* serta lintasan roda depan dengan belakang tidak sama besarnya pelebaran untuk sebuah tikungan dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut ini:

$$\omega = Wc - Wn \quad (2.27)$$

$$Wc = N (U + C) + (N - 1) Fa + Z \quad (2.28)$$

$$U = \mu + R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (2.29)$$

$$Fa = \sqrt{R^2 + A (2L + A)} - R \quad (2.30)$$

$$Z = 0.1 \times \frac{v}{\sqrt{R}} \quad (2.31)$$

Keterangan :

N = Jumlah lajur.

C = 2.5 untuk lebar jalan 22 ft dan 3 untuk lebar jalan 24 ft.

Fa = Lebar front overhang.

Z = Tambahan lebar karena kesulitan mengemudi.

U = Lebar lintasan roda pada tikungan, (dari lintasan roda terluar ke roda terluar).

$\mu$  = Lebar lintas.

R = Jari-jari tikungan jalan.

L = Jarak roda depan dengan belakang.

A = Front overhangan roda pada jalan lurus (dari lintasan roda terluar ke roda terluar).

Pada tabel dibawah ini merupakan tabel kendaraan rencana yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 2.7** Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana	Panjang Total	Lebar Total	Tinggi	Overhang depan	Wheel Base	Overhang Belakang	Jari – jari putar minimum
Pasenger Car	4.7	1,7	2	0.8	2.7	1.2	6
Single Truck	12	2.5	4.5	1.5	6.5	4	12
Semi Trailer	16.5	2.5	4	1.5	4.9	2.2	12

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.*

### 2.2.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan peta jalan proyeksi vertikal. Elevasi tanah jalan dapat ditentukan dari alinyemen vertical terdapat dua bagian pada alinyemen vertical seperti bagian lurus dan bagian melengkung. Penampang lurus dapat memiliki kemiringan positif atau kemiringan, kemiringan negatif atau turunan serta kemiringan nol atau datar berdasarkan perencanaan titik awal cembung atau cekung bisa menjadi kelengkungan vertical (Saodang, 2010:108).

Pertimbangan kemungkinan untuk menerapkan pembangunan secara bertahap seperti dengan meningkatkan perkerasan dan menambah lajur dengan biaya yang hemat. Tetapi penyesuaian penyalarsan vertikal di masa mendatang tidak boleh dilakukan. 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. Seringkali disebut juga sebagai penampang memanjang jalan hal ini dipengaruhi oleh berbagai pertimbangan seperti Kondisi tanah dasar dan Keadaan medan. Berikut ini



merupakan persamaan penghitungan panjang minimum lengkung vertikal yang dapat dilihat pada rumus sebagai berikut (Saodang, 2010:110).

$$Lv = A.Y \quad (2.32)$$

$$Lv = \frac{Jh^2}{405} \quad (2.33)$$

Keterangan :

$L_v$  = Panjang lengkung vertikal (m).

$A$  = Perbedaan *grade* (m)

$J_h$  = Jarak pandangan henti (m)

$Y$  = Faktor penampilan kenyamanan yang didasarkan pada tinggi obyek 10 cm dan tinggi mata 120 cm dengan  $Y$  dipengaruhi oleh jarak pandang di malam hari serta kenyamanan.

Pada Tabel 2.8 dibawah ini merupakan tabel penentuan faktor penampilan kenyamanan yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

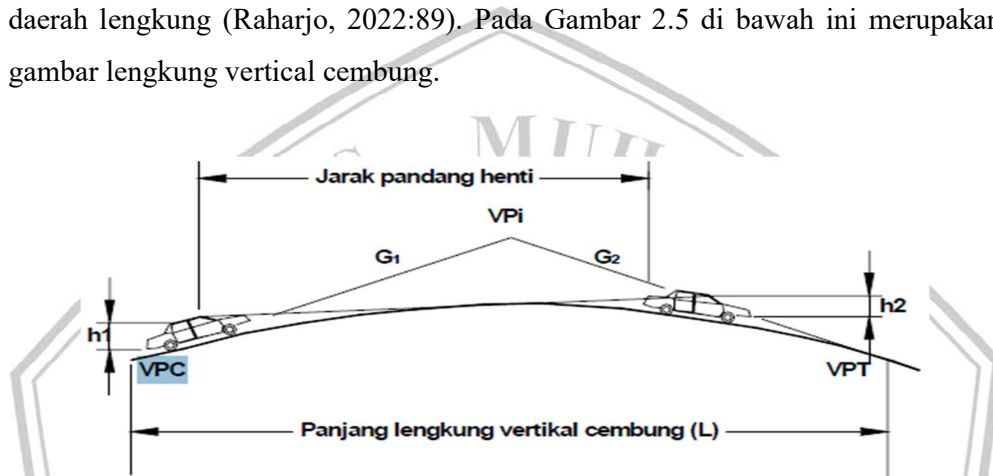
**Tabel 2.8** Faktor Penampilan Kenyamanan.

No	Kecepatan (Km/Jam)	Faktor Penampilan Y
1	< 40	1.5
2	40 - 60	3
3	> 60	8

Sumber : *Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya* (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).

### 1. Lengkung Vertical Cembung

Lengkung vertical cembung merupakan titik potong dua garis singgung pada kurva vertical cembung berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan. Pembatasan berdasarkan jarak pandang dapat dipecah menjadi dua kategori dalam kurva vertical cembung yang pertama jika jarak pandangan berada seluruhnya pada daerah lengkung dan yang kedua jarak pandangan berada di luar dan di dalam daerah lengkung (Raharjo, 2022:89). Pada Gambar 2.5 di bawah ini merupakan gambar lengkung vertical cembung.



**Gambar 2.5** Lengkung Vertical Cembung.

Sumber : *Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004)*.

Keterangan :

PLV = Titik awal lengkung parabola.

PV1 = Titik perpotongan kelandaian  $1g$  dan  $2g$ .

$g$  = Kemiringan tangen (+) naik dan (-) turun.

$A$  = Perbedaan aljabar landau  $(1g - 2g)\%$ .

EV = Pergeseran vertical titik tengah besar lingkaran (m).

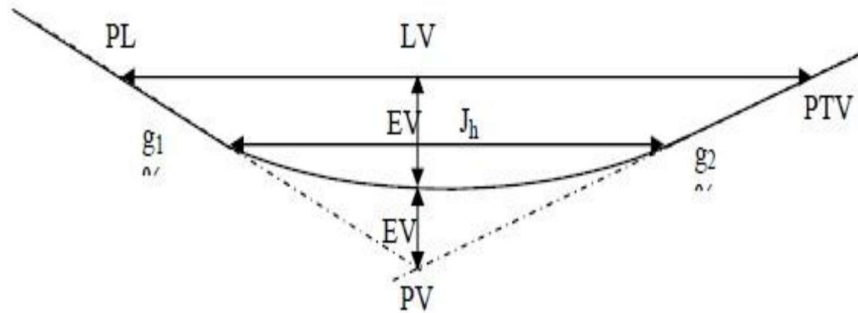
Jh = Jarak pandang.

$h_1$  = Tinggi mata pengaruh.

$h_2$  = Tinggi halangan.

## 2. Lengkung Vertical Cekung

Lengkung vertical cekung merupakan lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan (Raharjo, 2022:85).



**Gambar 2.6** Lengkung vertical cekung.

*Sumber : Geometri Jalan Perkotaan (RSNI T-14-2004).*

Keterangan :

- PLV = Titik awal lengkung parabola.
- PVI = Titik perpotongan kelandaian 1g dan 2g.
- g = Kemiringan tangen (+) naik dan (-) turun.
- A = Perbedaan aljabar landau  $(1g - 2g)\%$ .
- EV = Pergeseran vertical titik tengah besar lingkaran (m).
- Lv = Panjang lengkung vertical.
- V = Kecepatan rencana (Km/jam).

Berikut ini merupakan persamaan penghitungan lengkung vertical Perubahan garis singgung adalah konstant yang dapat dilihat pada rumus sebagai berikut.

$$A = (g_1 - g_2) \quad (2.34)$$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50 S} \quad (2.35)$$

$$L = 2S - \frac{120 + 3.50 S}{A} \quad (2.36)$$

Pada saat mengurangi ketidaknyaman para pengendara berakibat adanya gaya sentrifugal dan gravitasi maka panjang lengkung vertical cekung tidak boleh nilainya kurang dari nilai L yang dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$L = \frac{AV^2}{380} \quad (2.37)$$

Keterangan :

V= kecepatan rencana ( km/jam )

A= perbedaan aljabar landai

L= panjang lengkung vertikal cekung

### 2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan

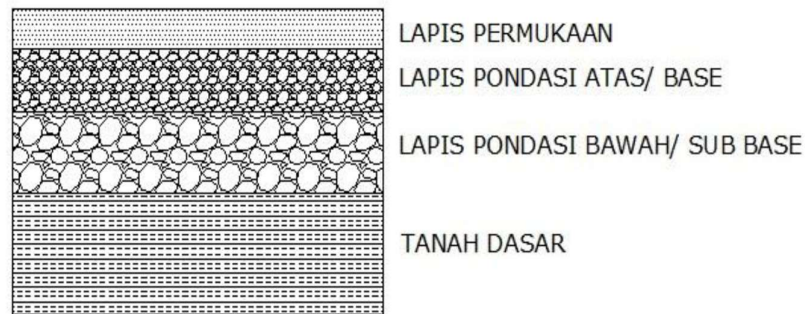
Pada tebal perkerasan pada pembuatan suatu jalan merupakan konstruksi di mana tanah dasar berada dalam kondisi yang sangat buruk sehingga tidak dapat secara langsung menopang beban roda yang ditimbulkan oleh berat kendaraan. Konstruksi perkerasan lentur yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat merupakan salah satu jenis konstruksi perkerasan jalan. Pada dasarnya perencanaan perkerasan jalan direncanakan berdasarkan kelas jalan akan tetapi sering terjadinya kesalahan dalam penggunaan metode yang menyebabkan adanya pemborosan penggunaan anggaran bahkan jalan yang dibangun terkesan sia – sia (Nur, 2021:104).

Menurut Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah Tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (2003) bahwa struktur perkerasan kaku biasanya terdiri dari lapisan beton semen dengan atau tanpa tulangan, lapisan subgrade dan lapisan *subbase*. Perkerasan kaku terdiri dari pelat beton dengan atau tanpa tulangan di atas tanah dasar dengan atau tanpa sub base dan pengikat semen. Perencanaan tebal perkerasan mempunyai peranan penting dalam pembangunan jalan baru ataupun perbaikan jalan dari pentingnya perencanaan tebal perkerasan ini harus mempertimbangkan hal – hal penting seperti syarat structural, syarat lalu lintas, kondisi lingkungan, lapisan tanah dasar dan material perkerasan.

### 2.4 Perkerasan jalan

Perkerasan jalan merupakan campuran bahan agregat dan bahan pengikat penerima beban lalu lintas. Perkerasan lentur biasa berupa jenis perkerasan yang digunakan pada jalan ini. Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan jalan yang berfungsi sebagai pelayanan sarana transportasi dan terletak diantara lapisan tanah

dan roda kendaraan. diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti selama masa pelayanan.(Sukirman, 2010:6). Pada gambar di bawah ini merupakan gambar perkerasan jalan.



**Gambar 2.7** Susunan Lapis Perkerasan Jalan.

Sumber : Perancangan Perkerasan Jalan (Sukirman, 2010).

Pada bagian perkerasan jalan umumnya meliputi lapis pondasi bawah atau sub base course, lapis pondasi atau *base course* dan lapis permukaan atau *surface course*.

a. Tanah Dasar.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat – sifat dan dukung tanah dasar. pada umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar seperti daya dukung tanah tidak merata dan sulit ditentukan secara pasti pada daerah yang jenis dan letak tanahnya sangat berbeda. Perubahan sifat kembang dan susut tanah tertentu sebagai akibat perubahan kadar air. Perubahan deformasi permanen dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas. atau akibat pelaksanaan, Lendutan dan lendutan balik selama dan setelah pembebanan lalu lintas dan penurunan jenis tanah tertentu, pemadatan tambahan sebagai akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan, terutama pada tanah granular yang kurang padat pada pelaksanaannya. Agar dapat mencegah timbulnya persoalan di atas maka tanah dasar harus dikerjakan sesuai dengan peraturan pelaksanaan pembangunan jalan raya.

b. Lapis Pondasi Bawah.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda – roda alat – alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Berbagai – macam tipe tanah setempat ( $CBR \geq 20\%$ ,  $PI \leq 10\%$ ) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran – campuran tanah setempat dengan kapur atau semen Portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan. Pada lapis pondasi bawah memiliki fungsi seperti mencegah tanah dasar masuk pada lapisan pondasi, sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan berjalan dengan baik dan yang terakhir agar dapat mencapai efisiensi dalam pemanfaatan material yang berdampak pada relative murah agar lapisan selanjutnya dapat dikurangi tebalnya.

c. Lapis Pondasi.

Bahan – bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban – beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi sebelum dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik. Berbagai – macam bahan alam / bahan setempat ( $CBR \geq 50\%$ ,  $PI \leq 4\%$ ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi seperti batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur. Pada lapis pondasi berfungsi sebagai bagian perkerasan yang akan menahan beban roda dan sebagai perletakan terhadap lapis permukaan. (Nur, 2021:7)

d. Lapis Permukaan.

Bahan untuk lapis permukaan umumnya hampir sama dengan bahan lapisan dasar tetapi dengan persyaratan yang lebih ketat, selain memberikan pereda tegangan tarik bahan aspal itu sendiri meningkatkan daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas sehingga lapisan harus kedap air untuk mendapatkan hasil maksimal dari uang yang dikeluarkan, kegunaan lapisan permukaan, masa pakai desain dan fase konstruksi semuanya harus dipertimbangkan saat memilih bahan. Pada lapis permukaan berfungsi untuk menjadi bahan perkerasan dalam menahan

beban roda, sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca dan berfungsi untuk lapisan aus atau *wearing course*.(Nur, 2021:8).

#### 2.4.1 Jenis Struktur Perkerasan

Pada jenis struktur pada perkerasan terdiri dari tiga bagian dimulai dari perkerasan pada permukaan tanah asli, perkerasan pada timbunan dan perkerasan pada galian. Pada beberapa jenis yang sudah disebutkan dalam melakukan perkerasan untuk merencanakan berdasarkan syarat tanah asli pada proyek karena pada tanah asli menjadi pondasi dalam penguatan agar dapat dilakukan perbaikan tanah dasar atau dalam pemberian lapisan penopang jika di butuhkan. (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017). Pada gambar 2.8 dibawah ini merupakan gambar struktur perkerasan.



**Gambar 2.8** Struktur Perkerasan.

Sumber : Dirjen Bina Marga, 2017.

#### 2.4.2 Desain Perkerasan

Metode Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Beraspal Basis dari prosedur desain perkerasan lentur dengan campuran beraspal yang digunakan pada manual ini merupakan karakteristik mekanik material dan analisis struktur perkerasan secara mekanistik. Respon perkerasan terhadap beban roda seperti tegangan, regangan, atau defleksi merupakan keluaran dari metode ini yang menghubungkan

masukannya seperti beban roda, struktur perkerasan dan sifat mekanik material (Sukirman, 2010:170). Pada kinerja struktur perkerasan dalam hal retak lelah dan deformasi permanen dapat diprediksi dengan menggunakan respon struktur sebab itu ekspektasi ini bergantung pada eksekusi material di lab dan persepsi lapangan, pendekatan ini disebut teknik unthinking yang tepat. Nur, 2021:31).

### 2.4.3 Sifat Perkerasan

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Dengan demikian aspal haruslah memiliki daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik.

#### a. Daya tahan (durability)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan sebagainya.

#### b. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

#### c. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis yang sama.



#### d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Jadi selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi juga oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi (Sukirman, 2010).

#### **2.4.4 Umur Rencana**

Umur rencana perkerasan jalan merupakan jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan perbaikan yang bersifat struktural (overlay lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapis aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi).

#### **2.4.5 Volume Lalu Lintas**

Parameter yang paling penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei selanjutnya diproyeksikan kedepan selama umur rencana. Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu tahun waktu.

**Tabel 2.9** Klasifikasi Kendaraan Berdasarkan Jenisnya

Golongan	Jenis Kendaraan
1	Sepeda Motor
2,3,4	Sedan / Angkot / Pickup / Station Wagon
5A	Bus Kecil
5B	Bus Besar
6A	Truk 2 Sumbu - Ringan
6B	Truk 2 Sumbu - Berat
7A	Truk 3 Sumbu
7B	Truk Gandeng
7C	Truk Trailer

*Sumber : Dirjen Bina Marga, 2017.*

### **2.5 Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2017**

Pada metode bina marga merupakan metode yang sering digunakan di Indonesia karena metode ini mampu menyesuaikan kondisi lingkungan untuk dapat melakukan perhitungan perkerasan lentur metode bina marga ditentulam dahu;u besar – besara yang diperlukan antara lain seperti Umur Rencana (UR) dimana Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan) dan lalu lintas tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul berarti dari arus lalu-lintas yang hendak memakai jalan tersebut. besarnya arus lalu-lintas yang hendak memakai jalan tersebut. besarnya arus lalu-lintas serta Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan.

Pada Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) Bina Marga 2017 merupakan salah satu metode yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Metode ini memiliki 2 bagian seperti pada bagian I menjelaskan tentang

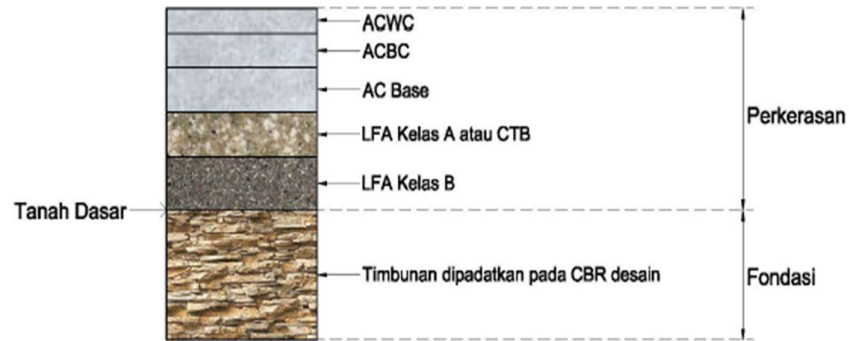
pedoman struktur perkerasan baru dan bagian II tentang rehabilitasi perkerasan. Pada metode ini menjelaskan faktor - faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan struktur perkerasan. Empat tantangan terhadap kinerja aset jalan di Indonesia telah diakomodasi dalam manual ini seperti beban berlebih, temperature perkerasan tinggi, curah hujan tinggi dan tanah lunak. Pada metode ini mendeskripsikan pendekatan dengan beberapa acuan dengan desain mekanistik, prosedur pendukung empiris dan solusi berdasarkan chart yang mengakomodasi keempat tantangan tersebut secara komprehensif.

Pada jenis struktur terbagi atas 3 bagian menurut Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) Bina Marga 2017 seperti perkerasan pada permukaan tanah asli, permukaan pada tanah timbunan dan perkerasan pada tanah galian. Pada gambar di bawah ini merupakan gambar jenis struktur perkerasan yang diterapkan dalam desain struktur perkerasan yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



**Gambar 2.9** Struktur Perkerasan Lentur Pada Tanah Dasar.

*Sumber : Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).*



**Gambar 2.10** Struktur Perkerasan Lentur Pada Tanah Timbunan.

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.*



**Gambar 2.11** Struktur Perkerasan Lentur Pada Tanah Galian.

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.*

### 2.5.1 Umur Rencana

Pada umur rencana merupakan waktu yang dalam satuan tahun dihitung dimulai sejak jalan tersebut di mulai dibuka sampai dengan saat jalan tersebut memerlukan perbaikan dalam skala berat atau dianggap perlu untuk diberikan pelapisan ulang pada permukaannya. Pada tabel berikut ini merupakan tabel umur rencana perkerasan jalan baru (UR) yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 2.10** Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan bebutir	20
	Fondasi Jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang ( <i>overlay</i> ) seperti jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan. <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapisan fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen dan fondasi jalan.	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen termasuk fondasi jalan.	Minimum 10

Sumber : *Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.*

Keterangan :

1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted lifecycle cost* terendah.
2. Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.

### 2.5.2 Analisis Volume Lalu Lintas

Pada analisis volume lalu lintas menurut manual desain perkerasan dengan metode bina marga 2017 bahwa parameter yang penting pada saat menganalisis struktur perkerasan harus membutuhkan data lalu lintas dalam menghitung beban lalu lintas rencana yang akan dibebankan pada perkerasan selama umur rencana dimana beban akan dihitung dimulai dari volume lalu lintas pada tahun survey

berikutnya yang akan diproyeksikan untuk ke depannya sepanjang umur rencana. Pada volume pertama merupakan volume lalu lintas sepanjang tahun awal setelah dilakukan perkerasan yang diperkirakan sampai selesai di bangun.

Pada elemen utama beban lalu lintas terbagi atas 2 elemen utama seperti beban gandar kendaraan komersial dan volume lalu lintas yang dapat dinyatakan pada beban sumbu standar. Dalam analisis lalu lintas penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor. Perkiraan volume lalu lintas harus dilaksanakan secara realistis. Rekayasa data lalu lintas untuk meningkatkan justifikasi ekonomi tidak boleh dilakukan untuk kepentingan apapun. Jika terdapat keraguan terhadap data lalu lintas maka perencana harus membuat survei cepat secara independen untuk memverifikasi data tersebut.

### 2.5.3 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Pada faktor pertumbuhan lalu lintas memiliki kriteria rata – rata berdasarkan pertumbuhan series atau *historical growth* data atau formulasi korelasi dengan mengacu faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Pada gambar dibawah ini merupakan gambar faktor laju pertumbuhan sebagai berikut.

**Tabel 2.11** Faktor Laju Pertumbuhan.

Keterangan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata – rata indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : *Perencanaan Geometrik Jalan Raya Tahun* (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).

**Tabel 2.12** Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas ( R )

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan i per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,4	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,1	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.

Pada persamaan dibawah ini merupakan persamaan pada pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) yang dapat dilihat sebagai berikut :

$$R = \frac{(1 + 0,01 i)UR - 1}{0,01 i} \quad (2.38)$$

Keterangan :

R = Faktor Pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

I = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%).

UR = Umur rencana (Tahun).

#### 2.5.4 Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan factor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi - lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah

(DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi – lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel dibawah ini merupakan beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana.

**Tabel 2.13** Faktor Distribusi Laju

No	Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	1	100
2	2	80
3	3	60
4	4	50

*Sumber : Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya (Nain Dhaniarti Raharjo,2022).*

### 2.5.5 Faktor Ekuivalen Beban (*Vechile Damage Factor*).

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vechile Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana. Desain yang akurat memelurkan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survey beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu survey beban gandar harus dilakukan apabila memungkinkan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017). Pada tabel dibawah ini merupakan tabel dari ekuivalen beban atau *vechile damage factor* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



**Tabel 2.14** Data Beban Gandar

No	Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar
1	Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
2	Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
3	Jalan Sedang	2 atau 3
4	Jalan Kecil	2 atau 3

*Sumber : Geometrik Jalan 1 (Hamirhan Saodang, 2010).*

Data beban gandar dapat diperoleh dari :

1. Jebatan timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung).
2. Survei beban gandar pada jembatan timbang atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representative.
3. Data WIM regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga.

Timbangan survei beban gandar yang menggunakan sistem statis harus mempunyai kapasitas beban roda (tunggal atau ganda) minimum 18 ton atau kapasitas beban sumbu tunggal minimum 35 ton. Tingkat pembebanan factual berlebih diasumsikan berlangsung sampai tahun 2020. Setelah tahun 2020 diasumsikan beban kendaraan sudah terkendali dengan beban sumbu nominal terberat (MST) 12 ton.

*Vehicle Damage Factor* (VDF) adalah nilai kerusakan yang timbul yang diakibatkan oleh satu kali lintasan kendaraan. nilai VDF merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh dalam proses perhitungan untuk menentukan tebal tebal perkerasan. Berikut ini merupakan tabel Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga yang dapat dilihat.

**Tabel 2.15** Nilai VDF Masing – Masing Jenis Kendaraan

Golongan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kelompok Sumbu	Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA/Kendaraan)	
				VDF 4	VDF 5
1	Sepeda Motor	1.1	2	0	0
2,3,4	Sedan / Angkot / Pickup / Station Wagon	1.1	2	0	0
5A	Bus Kecil	1.2	2	0,3	0,2
5B	Bus Besar	1.2	2	1,0	1,0
6A.1	Truk 2 Sumbu - Ringan	1.1	2	0,3	0,2
6A.2	Truk 2 Sumbu - Berat	1.2	2	0,8	0,8
6B.1	Truk 3 Sumbu	1.2	2	0,7	0,7
6B.2	Truk Gandeng	1.2	2	1,6	1,7

Sumber : *Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017,*

Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan Kontruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu (as), bidang kontak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan dan lain sebagainya. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidak sama. Semua beban kendaraan dengan konfigurasi sumbu yang berbeda diekuivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan angka ekuivalen beban sumbu (E). Adapun rumus angka ekuivalen (E) untuk masing-masing beban sumbu adalah :

$$E \text{ sumbu tunggal} = \frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (Kg)}}{8160} \quad (2.39)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = 0.086 \frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (Kg)}}{8160} \quad (2.40)$$

Berikut ini merupakan tabel angka ekivalen yang dapat dilihat sebagai berikut.

Beban Sumbu (kg)	Angka Ekivalen	
	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	0,0002	-
2000	0,0036	0,0003
3000	0,0183	0,0016
4000	0,0577	0,0121
5000	0,1410	0,0251
6000	0,2923	0,0251
7000	0,5415	0,0466
8000	0,9238	0,0794
8160	1,0000	0,0860
9000	1,4798	0,1273
10000	2,2555	0,1940
11000	3,3022	0,2840
12000	4,6770	0,4022

Sumber : *Geometrik Jalan 1 (Hamirhan Saodang,2010).*

### 2.5.6 Beban sumbu standar kumulatif

Pada Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang dapat ditentukan sebagai berikut dengan menggunakan VDF masing - masing kendaraan niaga yang dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$ESATH -1 = ( \sum LHRJK \times VDFJK ) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.41)$$

Keterangan :

ESATH -1 = kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun pertama.

LHRJK = Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga dengan satuan kendaraan perhari.

VDFJK = Faktor ekivalen beban (*vehicle damage factor*) tiap jenis kendaraan niaga.

DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi lajur.

CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

R = Faktor pengkali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

### 2.5.7 Menentukan Jenis Perkerasan

Pada pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana dan kondisi pondasi jalan. Pada tabel di bawah ini merupakan tabel dari jenis perkerasan yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 2.16** Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 tahun (Juta)				
		0 – 0.5	0.1 – 4	4 - 10	10 – 30	>30
Perkerasan kaku dengan	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah	4A		1.2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan	3					
AC dengan CTB	3				2	
AC tebal > 100 mm dengan lapisan pondasi	3A			1.2		
AC atau HRS tipis diatas	3		1.2			
Burda atau burtu dengan LPA kelas A atau bantuan	Gambar 6	3	3			
Lapisan pondasi Soil	6	1	1			

Perkerasan tanpa penutup	Gambar	1				
	6					

Sumber : Geometrik Jalan 1 (Hamirhan Saodang,2010).

### 2.5.8 Penentuan Desain Pondasi

Dalam metode bina marga 2017 sangat ditekankan dalam hal perbaikan tanah dasar dengan melihat kondisi CBR tanah dasar dan nilai CESAL yang akan diterima perkerasan. Dalam menentukan pondasi tanah dasar dapat ditentukan dengan tabel pondasi minimum berdasarkan metode bina marga 2017 yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 2.17** Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan kaku	
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta $ESA_5$ )				Stabilisasi Semen
			< 2	2-4	>4		
			Tebal Minimum perbaikan tanah dasar				
>6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan	Tidak diperlukan perbaikan			300	
5	SG5		-	-	100		
4	SG4		100	150	200		
3	SG3		150	200	300		
2,5	SG2,5		175	250	350		
Tanah ekspansif (potensi pemuaian >5%)			400	500	600		Berlaku ketentuan yang sama
		1000	1100	1200			

	(sesuai Persyaratan spesifikasi umum devisi 3 pekerjaan tanah)* (pemadatan Lapisan < 200mm tebal gembur) lapisan penopang				dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak	Atau lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBTS untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum ketentuan lain berlaku)	Lapis Penopang Berbutir	1000	1250	1300	

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.

### 2.5.9 Penentuan Desain Tebal Perkerasan

Pada perhitungan tebal perkerasan untuk perkerasan lentur dihitung berdasarkan nilai CESAL umur rencana kemudian tebal struktur perkerasan

menggunakan bagan desain 3, 3a, dan 3b berdasarkan metode bina marga 2017. Pada tabel 2.16 – 2.18 dibawah ini dapat dilihat desain tebal perkerasan lentur.

**Tabel 2.18** Desain 3 Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB

	F1 <sup>2</sup>	F2	F3	F4	F5
untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA 5 lihat bagan desain 3A – 3B dan 3C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternative perkerasan kaku				
Repetasi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 <sup>6</sup> CESA <sub>5</sub> )	>10-30	>30-50	>50-100	>100-200	200-500
Jenis permukaan berpangkat	AC	AC			
Jenis lapis Fondasi	Cement Treated Base (CTB)				
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC <sup>4</sup>	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB	150	150	150	150	150

Fondasi Agregat A	150	150	150	150	150
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Sumber : Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).

**Tabel 2.19** Desain 3A Lapisan perkerasan lentur dengan HRS

beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6 \text{CESA}_5$ )	FFI < 0,6	$0,5 < \text{FF2} < 4,0$
Jenis Permukaan	HRS atau Penetrasi macadam	HRS
Struktur Permukaan	Tebal lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA kelas A atau LFA kelas b atau kerikil alam atau lapis distabilkan dengan CBR . $10\%^3$	150	125

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga, 2017.

**Tabel 2.20** Desain 3B Perkerasan Lentur Aspal Dengan Lapis Pondasi Berbutir

	Struktur Perkerasan									
	FFF 1	FFF 2	FFF 3	FFF 4	FFF 5	FFF 6	FFF 7	FFF 8	FFF 9	
Solusi yang dipilih	Lihat Catatan 2									
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur	< 2	>2 - 4	>4 -7	>7 - 10	>10 - 20	>20 - 30	>30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200	> 200



rencana (10 <sup>6</sup> CESA <sub>5</sub> )									
Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

Sumber : *Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).*

## 2.6 Perkerasan Lentur Menggunakan Metode *American Association of State High-way Transportation Officials* atau AASHTO 1993

Metode AASHTO 1993 merupakan salah satu metode perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan. Metode ini telah dipakai secara umum diseluruh dunia untuk perencanaan serta diadopsi sebagai standar perencanaan diberbagai negara. Metode AASHTO 1993 pada dasarnya adalah metode perencanaan yang didasarkan pada metode empiris dengan menggunakan parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan diantaranya (Departemen Pekerjaan umum, 2005) seperti *traffic*, *struktural number*, lalu lintas rencana, angka ekivalen, *reliability*, *serviceability*, jumlah jalur rencana, koefisien kekuatan *relative* lapisan (a), *modulus resilien* dan tebal perkerasan (D).

### 2.6.1 Reliabilitas (*Reliability*)

Pada konsep *reliability* untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa ketidaktentuan dalam proses perencanaan. Tingkat reliabilitas ini yang digunakan tergantung pada volume lalu lintas klasifikasi jalan yang akan direncanakan maupun ekspetsi dari pengguna jalan. Konsep reliabilitas merupakan

upaya untuk menyertakan derajat kepastian (degree of certainty) kedalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Faktor perencanaan reliabilitas memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas (R) dimana seksi perkerasan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan.

Pada umumnya dengan meningkatnya volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu lintas risiko tidak memperlihatkan kinerja yang diharapkan harus ditekan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. memperlihatkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu lintas paling banyak sedangkan tingkat yang paling rendah 50% menunjukkan jalan lokal. Pada umumnya, dengan meningkatnya volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu lintas, risiko tidak memperlihatkan kinerja yang diharapkan harus ditekan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Pada tabel dibawah ini merupakan tabel rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam - macam klasifikasi yang dapat dilihat sebagai berikut.

**Tabel 2.21** Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Klasifikasi

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reabilitas	
	Urban	Rural
Jalan Tol	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 -80

*Sumber : Perancangan Perkerasan Jalan, 2019.*

Reliabilitas kinerja perencana dikontrol dengan faktor reliabilitas (FR) yang dikalikan dengan perkiraan lalu lintas (W18) selama umur rencana untuk

memperoleh prediksi kinerja (W18). Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reliability factor* merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, SO) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W18 yang diberikan. Dalam persamaan desain lentur, *level of reliability* (R) diakomodasi dengan parameter penyimpangan normal standar (standar normal deviate, ZR).

**Tabel 2.22** Harga Simpang Baku (ZR)

Tingkat Keandalan ( R )	Simpangan Baku Normal ( Zr )
50	- 0.00
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99,9	- 3.090
99,99	- 3.750

Sumber : Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur, 2010.

### 2.6.2 Faktor Lingkungan

Pada persamaan-persamaan yang digunakan untuk perencanaan AASHTO didasarkan atas hasil pengujian dan pengamatan pada jalan percobaan selama lebih kurang 2 tahun. Pengaruh jangka panjang dari temperature dan kelembaban pada penurunan *serviceability* belum dipertimbangkan. Satu hal yang menarik dari faktor lingkungan ini adalah pengaruh dari kondisi awal *swell* dan *forst heave* dipertimbangkan maka penurunan *serviceability* diperhitungkan selaa masa analisis yang kemudian berpengaruh pada umur rencana perkerasan.

### 2.6.3 Structural Number

Pada *Sturctural Number* merupakan fungsi dari ketebalan lapisan, koefisien relative lapisan (*layer coefficient*) dan koefisien drainase (*drainage coefficient*). Pada persamaan dibawah ini untuk menghitung structural number yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (2.42)$$

Keterangan :

SN = Nilai structural number.

$a_1, a_2, a_3$  = Koefisien relative masing – masing lapisan perkerasan.

$D_1, D_2, D_3$  = Tebal masing – masing lapisan perkerasan.

$m_2, m_3$  = Koefisien drainase masing – masing lapisan.

### 2.6.4 Serviceability

Pada *serviceability* merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan. untuk *serviceability* ini parameter utama yang dipertimbangkan adalah nilai *Present Serviceability Index* ( $\Delta$ PSI). Nilai *serviceability* ini merupakan nilai yang menjadi penentu tingkat pelayanan fungsional dari sistem perkerasan jalan. Secara *numeric serviceability* ini merupakan fungsi dari beberapa parameter antara lain ketidakrataan, jumlah lubang, luas tambalan, dll.

### 2.6.5 Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan

Koefisien relative lapisan ini menggunakan hubungan empiris antara indeks tebal perkerasan (SN) dan ketebalan perkerasan, dan merupakan suatu kemampuan relative material untuk dapat berfungsi sebagai komponen struktur perkerasan. Koefisien relatif lapisan dapat dilihat pada tabel 2.20 di bawah ini.

**Tabel 2.23 Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a)**

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan beban			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laton
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Latsbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan beban			Jenis Bahan
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	60	Sutu/Pitrum (Kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sutu/Pitrum (Kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sutu/Pitrum (Kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah Lempung Kepasiran

Sumber : Perancangan Perkerasan Jalan, 2019.

### 2.6.6 Jumlah Jalur Rencana

Pada jumlah rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampang lalu lintas terbesar. Jumlah jalur rencana dapat ditentukan dengan lebar perkerasan jalan tersebut yang dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.24** Jumlah Lajur Rencana Berdasarkan Lebar Perkerasan

No	Lebar Perkerasan ( L )	Jumlah Jalur (n)
1	$L < 5,5 \text{ m}$	1 Lajur
2	$5,5 \text{ m} < L < 8,25 \text{ m}$	2 Lajur
3	$8,25 \text{ m} < L < 11, 25 \text{ m}$	3 Lajur
4	$11,25 \text{ m} < L < 15,00 \text{ m}$	4 Lajur
5	$15,00 \text{ m} < L < 18,75 \text{ m}$	5 Lajur
6	$18,27 \text{ m} < L < 22,00 \text{ m}$	6 Lajur

Sumber :Perencanaan Geometrik Jalan Raya Tahun (Nain Dhaniarti Raharjo, 2022).

### 2.6.7 Analisis Lalu Lintas

Pada prosedur perencanaan untuk parameter lalu lintas didasarkan pada kumulatif beban gandar standar ekivalen (*Equivalent Standard Axle Load*) atau ESAL. Beban jalan memiliki ragam yang sangat banyak untuk perhitungan berikutnya beban dari kendaraan akan dikonversikan dengan angka ekivalen tertentu sesuai dengan beban masing-masing kendaraan. Perhitungan untuk ESAL ini didasarkan pada konversi lalu lintas yang lewat terhadap beban gandar standar 8,16 kN dan mempertimbangkan umur rencana, volume lalu lintas, faktor distribusi lajur serta faktor bangkitan lalu lintas (*growth factor*). Data dan parameter analisis lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan seperti Jenis kendaraan, volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), pertumbuhan lalu lintas tahunan, damage factor, umur rencana, faktor distribusi arah (DD), faktor distribusi lajur (DL) dan ESAL selama umur rencana.

### 2.7 Rancangan Anggaran Biaya

Pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) memiliki pengertian suatu perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tertentu. Ada dua cara yang dapat dilakukan dalam penyusunan anggaran biaya seperti anggaran biaya kasar (taksiran) sebagai pedomannya digunakan harga satuan tiap meter persegi luas lantai namun anggaran biaya kasar dapat juga sebagai pedoman dalam penyusunan RAB yang dihitung secara teliti kemudian yang kedua ada anggaran biaya teliti proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Pada pembuatan RAB ini memiliki tujuan utama untuk mengetahui harga item pekerjaan sebagai pedoman untuk mengeluarkan biaya – biaya dalam masa pelaksanaan. Selain itu supaya bangunan yang akan didirikan dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien serta dengan fungsi RAB sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan dan sebagai alat pengontrol pelaksanaan pekerjaan.