

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Tafrih Harijanto (2006) dengan judul *Studi Prioritas Pemeliharaan dan Rehabilitasi Ruas Jalan Kota*. Penelitian ini bertujuan menentukan skala prioritas pemeliharaan dan rehabilitasi di ruas jalan kota di wilayah Surabaya Selatan, yang sesuai dengan klasifikasi fungsi jalan dengan berdasarkan standar perencanaan Jalan Perkotaan Bina Marga. Selain itu juga terhadap volume Lalu Lintas Harian (LHR). Dengan menggunakan metode survei secara visual cara Pennsylvania, didapatkan bahwa skala prioritas pemeliharaan dan rehabilitasi di ruas jalan kota di wilayah Surabaya Selatan adalah untuk jalan lokal jalan Mpu Tantular, untuk jalan kolektor adalah jalan Jagir Wonokromo, dan untuk jalan arteri adalah jalan Gunungsari – Mastrip.

#### **2.2 Konsep Jalan di Indonesia**

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat vital bagi pertumbuhan ekonomi dan sosial masyarakatnya. Transportasi darat yang didukung oleh jaringan jalan, berfungsi sebagai fasilitas fisik infrastruktur bagi kepentingan masyarakatnya.

### 2.2.1 Definisi Jalan

Dalam Undang-undang Republik Indonesia Nomor 13 tahun 1980 Tentang Jalan didefinisikan, bahwa jalan adalah suatu prasarana perhubungan dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan khusus adalah jalan yang tidak diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan tol adalah jalan umum yang kepada para pemakainya dikenakan kewajiban membayar tol.

Dalam Pasal 5 ayat 2 Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, disebutkan bahwa jalan mempunyai peranan penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat. Jalan sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan Negara sehingga akan mendorong pengembangan semua sarana wilayah, pengembangan dalam usaha mencapai tingkat perkembangan antar daerah yang semakin merata. Artinya infrastruktur jalan merupakan urat nadi perekonomian suatu wilayah, hal ini disebabkan perannya dalam menghubungkan serta meningkatkan pergerakan manusia, dan barang.

Jalan raya adalah jalan utama yang menghubungkan satu kawasan dengan kawasan yang lain. Biasanya jalan besar ini mempunyai ciri-ciri berikut:

(Direktorat Jendral Bina Marga, 1992).

1. Digunakan untuk kendaraan bermotor
2. Digunakan oleh masyarakat umum

3. Dibiayai oleh perusahaan Negara
4. Penggunaannya diatur oleh undang-undang pengangkutan

Keberadaan infrastruktur jalan yang baik serta lancar untuk dilalui penting perannya dalam mengalirkan pergerakan komoditas yang selanjutnya akan mampu menggerakkan perkembangan peri kehidupan sosial dan meningkatkan kemampuan ekonomi masyarakat.

Peran dari pentingnya sarana jalan tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan yang diatur dalam Bab II Pasal 3 ayat 2 disebutkan bahwa: Pengadaan jalan diarahkan untuk memperkokoh kesatuan wilayah nasional sehingga menjangkau daerah terpencil. Berdasarkan isi pasal tersebut diartikan bahwa pembangunan jalan diarahkan serta dimaksudkan untuk membebaskan daerah tertentu dari keterisoliran, yang bertujuan untuk memberikan kesempatan pergerakan manusia, barang dan jasa semakin tinggi intensitasnya.

Kondisi jalan yang lancar merupakan ukuran yang dapat menggambarkan baik buruknya operasional lalu lintas berupa kecepatan, waktu tempuh (efisiensi waktu), kebebasan bermanuver, kenyamanan, pandangan bebas, keamanan dan keselamatan jalan.

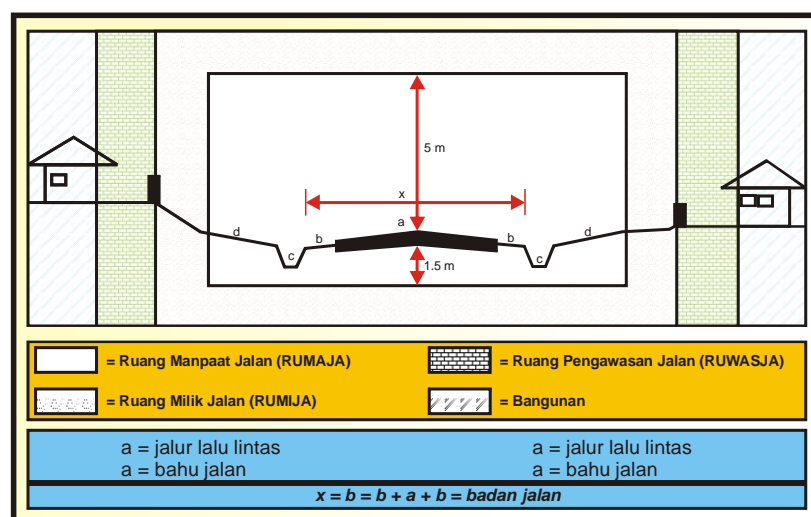
### **2.2.2 Bagian-Bagian Jalan**

Bagian-bagian jalan terdiri dari ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, ruang pengawasan jalan.

## 1. Ruang Manfaat Jalan

Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya. Ruang manfaat jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu yang ditetapkan oleh penyelenggara jalan yang bersangkutan berdasarkan pedoman yang ditetapkan oleh departemen yang berwenang.

Ruang manfaat jalan hanya diperuntukkan bagi median, pengerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pelengkap lainnya. Trotoar hanya diperuntukkan bagi lalu lintas pejalan kaki, walau pada prakteknya banyak digunakan untuk keperluan lain semisal parkir atau tempat berjualan.



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Jalan  
(Dinas PU Binamarga, 2009)

## **2. Ruang Milik Jalan**

Ruang milik jalan terdiri dari ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan. Ruang milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, kedalaman, dan tinggi tertentu. Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan. Sejalur tanah tertentu dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai lansekap jalan.

## **3. Ruang Pengawasan Jalan**

Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang penggunaannya ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan. Ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan.

Ruang pengawasan jalan merupakan ruang sepanjang jalan di luar ruang milik jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu.

Dalam hal ruang milik jalan tidak cukup luas, lebar ruang pengawasan jalan ditentukan dari tepi badan jalan paling sedikit dengan ukuran sebagai berikut:

- Jalan arteri primer 15 (lima belas) meter;
- Jalan kolektor primer 10 (sepuluh) meter;
- Jalan lokal primer 7 (tujuh) meter;
- Jalan lingkungan primer 5 (lima) meter;
- Jalan arteri sekunder 15 (lima belas) meter;
- Jalan kolektor sekunder 5 (lima) meter;

- Jalan lokal sekunder 3 (tiga) meter;
- Jalan lingkungan sekunder 2 (dua) meter; dan
- Jembatan 100 (seratus) meter ke arah hilir dan hulu.

### **2.3 Sistem Jaringan Jalan**

Jaringan jalan merupakan suatu sistem yang mengikat dan menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berbeda dalam pengaruh pelayanannya dalam suatu hirarki.

#### **2.3.1 Berdasarkan Peran Pelayanan Jasa Distribusinya**

Berdasarkan peran pelayanan jasa distribusinya, sistem jaringan jalan terdiri dari :

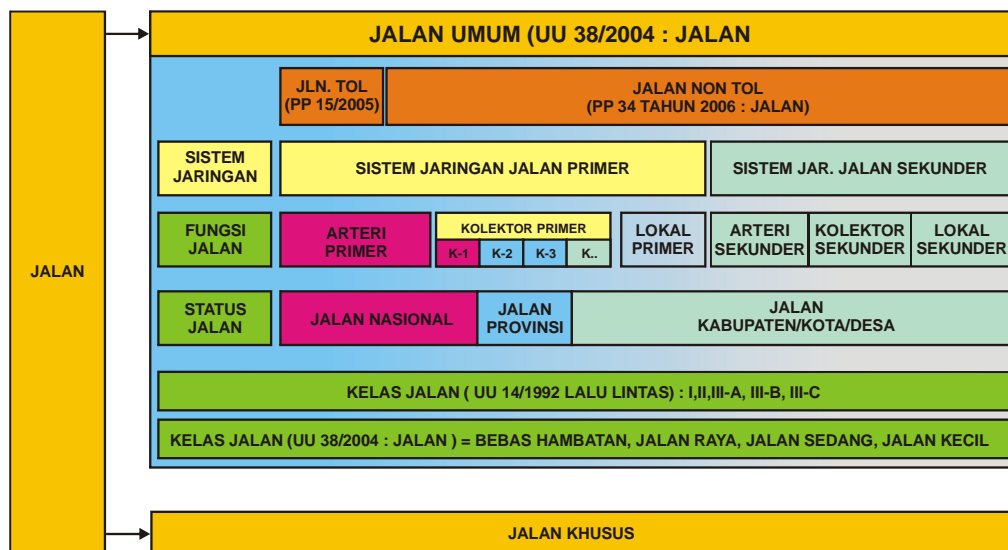
1. Sistem jaringan jalan Primer, yaitu sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota.
2. Sistem jaringan jalan sekunder, yaitu system jaringan jalan dengan peranan yang menghubungkan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota.

#### **2.3.2 Pengelompokan Jalan Berdasarkan Peranannya**

Pengelompokan jalan berdasarkan peranannya dapat digolongkan menjadi

1. **Jalan Arteri**, yaitu jalan yang melayani angkutan jarak jauh dengan kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah masuk dibatasi secara efisien

2. **Jalan Kolektor**, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan dan pembagian dengan ciri-ciri merupakan perjalanan jarak dekat dengan kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk dibatasi
3. **Jalan Lokal**, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-ratanya rendah dengan jumlah jalan masuk dibatasi.



Gambar 2.2 Skema Pengelompokan Jalan  
(Direktorat Jendral Bina Marga, 1992)

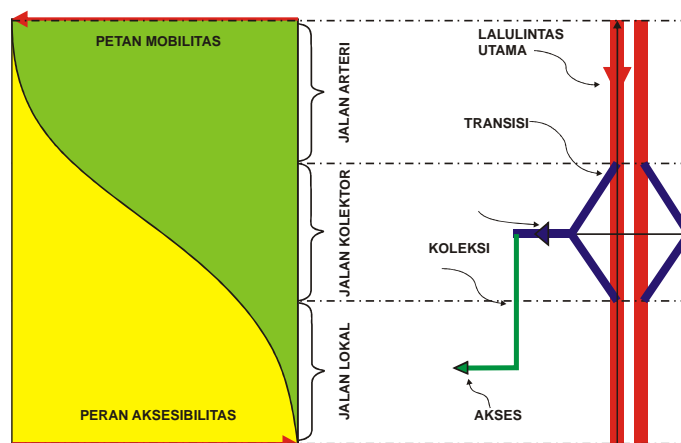
### 2.3.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Peranannya

Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien. Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Secara hirarkis klasifikasi jalan terbagi atas :

#### A. Sistem Jaringan Jalan Primer :

1. Jalan arteri primer, yaitu ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu yang berdampingan atau ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua yang berada dibawah pengaruhnya
2. Jalan kolektor primer yaitu ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua yang lain atau ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga yang ada di bawah pengaruhnya
3. Jalan lokal primer yaitu ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga lainnya, kota jenjang kesatu dengan persil, kota jenjang kedua dengan persil serta ruas jalan yang menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang yang ada dibawah pengaruhnya sampai persil.

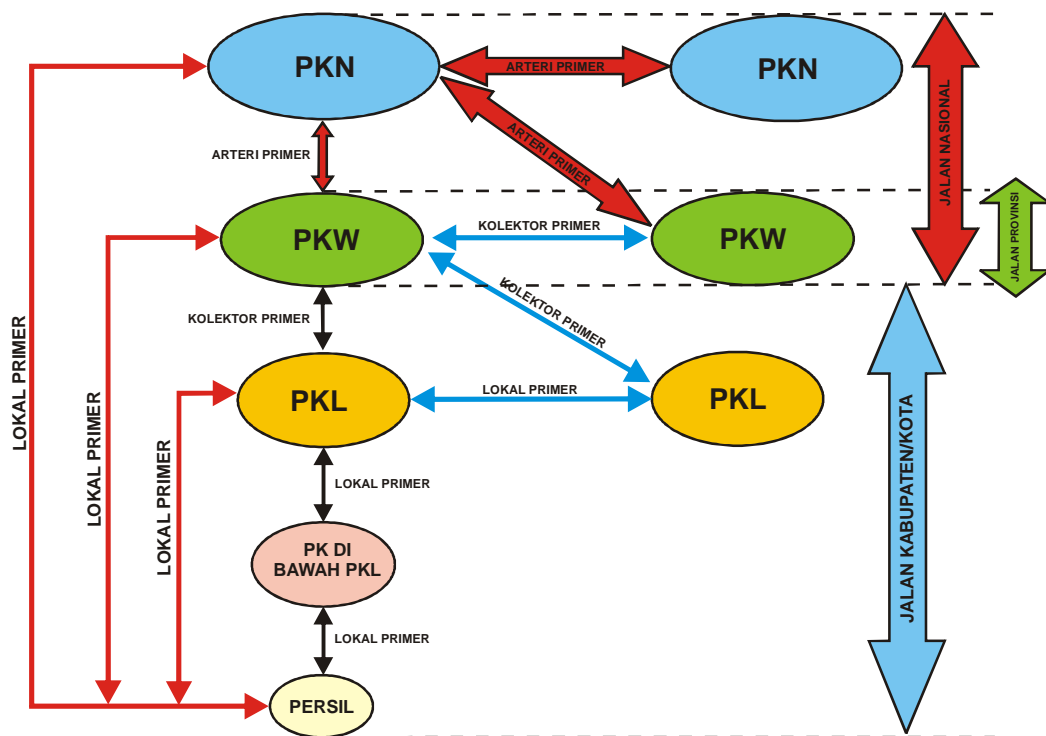


Gambar 2.3 Ilustrasi Prinsip Utama Klasifikasi Fungsi Jalan  
(Direktorat Jendral Bina Marga, 1992)

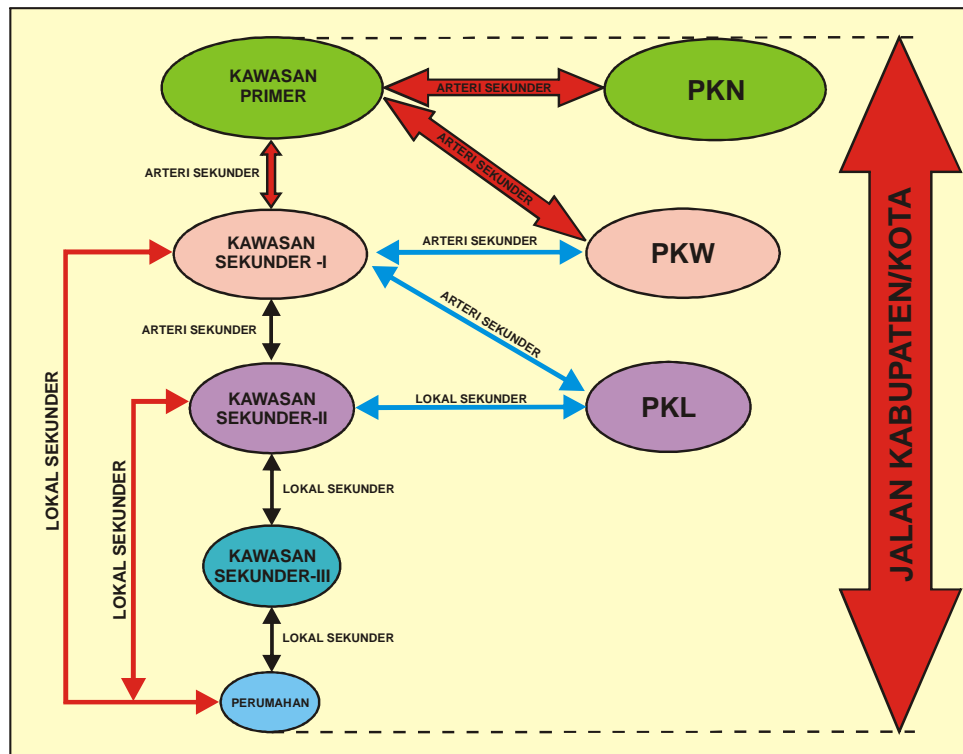


## B. Sistem Jaringan Jalan Sekunder :

1. Jalan arteri sekunder yaitu ruas jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua
2. Jalan kolektor sekunder yaitu ruas jalan yang menghubungkan kawasan-kawasan sekunder kedua, yang satu dengan lainnya, atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder ketiga
3. Jalan lokal sekunder yaitu ruas jalan yang menghubungkan kawasan-kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.



Gambar 2.4 Hirarki Pusat Kegiatan Dalam Sistem Jaringan Jalan Primer (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)



Gambar 2.5 Hirarki Kawasan & Fungsi Jalan Dalam Sistem Jaringan Jalan Sekunder  
(Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Klasifikasi Jalan berdasarkan peranannya ini, kewenangan pengelolaannya terbagi ke dalam 2 (dua) kelompok, yaitu pemerintah pusat dan pemerintah daerah. Pemerintah pusat memiliki kewenangan dalam pengelolaan sistem jaringan jalan primer berupa jalan nasional dan jalan provinsi, sedangkan pemerintah daerah memiliki kewenangan pengelolaan sistem jaringan jalan sekunder berupa jalan kabupaten/kota.

Tabel 2.1 Hubungan Fungsi &amp; Status Jalan Serta Kewenangan Penetapannya

SISTEM	FUNGSI JALAN		STATUS JALAN	
	FUNGSI	PENETAPAN	STATUS	PENETAPAN
Sistem Jaringan Jalan PRIMER	1. Arteri Primer 2. Kolektor Primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi	Kepmen PU	Jalan NASIONAL (termasuk strategis Nasional dan Jalan Tol)	Kepmen PU
	3. Kolektor Primer yang tidak menghubungkan antar ibukota provinsi		Jalan PROVINSI (termasuk jalan strategis PROVINSI)	
	1. Lokal Primer 2. Lingkungan Primer	Keputusan Gubernur	Jalan KABUPATEN (termasuk strategis sekunder dalam wilayah kabupaten)	Keputusan
	Jalan Kota		Keputusan Walikota	
Sistem Jaringan Jalan SEKUNDER	1. Arteri Sekunder 2. Kolektor Sekunder 3. Lokal Sekunder 4. Lingkungan Sekunder			

Catatan :

- Fungsi Jalan : Penetapan secara berkala dilakukan paling singkat 5 (lima) tahun
- Status Jalan : Penetapan secara berkala dilakukan paling singkat 5 (lima) tahun

### 2.3.4 Wewenang Pengelolaan Jaringan Jalan

Jalan Nasional adalah jalan umum yang pembinaannya oleh menteri dan pejabat yang ditunjuk untuk menyelenggarakan pembinaan jalan di tingkat nasional dan melaksanakan pembinaan jalan nasional. Jalan Propinsi adalah jalan umum yang pembinaannya oleh pemerintah propinsi atau instansi yang ditunjuk untuk melaksanakan pembinaan jalan propinsi. Jalan Kota/Kabupaten adalah jalan umum yang pembinaannya oleh pemerintah kota/kabupaten atau instansi yang ditunjuk untuk melaksanakan pembinaan jalan kota/kabupaten. Jalan Desa adalah jalan umum yang pembinaannya oleh pemerintah desa/kelurahan instansi yang ditunjuk untuk melaksanakan pembinaan jalan desa.

Wewenang pengelolaan jaringan jalan dapat dikelompokkan menurut :

1. Jalan Nasional adalah Menteri Pekerjaan Umum (dulu Menteri Kimpraswil) atau pejabat yang ditunjuk;

2. Jalan Propinsi adalah Pemerintah Daerah atau instansi yang ditunjuk;
3. Jalan Kabupaten adalah Pemerintah Daerah Kabupaten atau instansi yang ditunjuk;
4. Jalan Kota adalah Pemerintah Daerah Kota atau instansi yang ditunjuk;
5. Jalan Desa adalah Pemerintah Desa/Kelurahan;
6. Jalan Khusus adalah pejabat atau orang yang ditunjuk.

Tabel 2.2 Definisi Pengelompokan Jalan Umum

No.	Pembagian	Klasifikasi	Definisi
1	Menurut Sistem	Sistem Jaringan Jalan Primer	Sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat kegiatan
		Sistem Jaringan jalan sekunder	Sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan
2	Menurut Fungsi	Jalan Arteri	Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara Berdayaguna
		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
		Jalan Lokal	Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi
		Jalan Lingkungan	Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah
3	Menurut Status	Jalan Nasional	Jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional, serta jalan tol
		Jalan Provinsi	Jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten /kota dan jalan strategis provinsi

No.	Pembagian	Klasifikasi	Definisi
		Jalan Kabupaten	Jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional maupun jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten
		Jalan Kota	Jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada didalam kota
		Jalan Desa	Jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan
4	Menurut Kelas	Jalan Bebas Hambatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengaturan mengenai kelas jalan mengikuti peraturan LLAJ</li> <li>- Spesifikasi penyediaan prasarana yang meliputi : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Pengendalian jalan masuk</li> <li>* Persimpangan sebidang</li> <li>* Jumlah dan lebar jalur</li> <li>* Ketersediaan median</li> <li>* Pagar</li> </ul> </li> </ul>
		Jalan Raya	
		Jalan Sedang	
		Jalan Kecil	

Selain kriteria tersebut terdapat sejumlah jalan Kabupaten/kota yang berada di dalam wilayah Desa atau permukiman yang pada kenyataannya jalan tersebut umumnya lebih banyak digunakan oleh lalulintas lokal. Hal ini dapat digunakan untuk melakukan pembagian beban pendanaan jalan dengan desa/pemukiman yang lebih banyak menggunakan ruas jalan tersebut.

### 2.3.5 Klasifikasi Jalan dan Tingkat Pelayanan

Secara objektif baik desain perkerasan maupun pemeliharaan berguna untuk menjamin atau memastikan bahwa suatu perkerasan dapat memberikan

pelayanan yang cukup memuaskan bagi pengguna jalan. Untuk kerja dari perkerasan diukur dalam kaitannya dengan kualitas yang disediakan dan pelayanan yang diberikan sampai pada suatu tingkat dimana pelayanan masih bisa ditolerir.

Klasifikasi jalan berdasarkan tingkat pelayanan, ditentukan sebagai berikut (Bina Marga, 2013). :

- a. Jalan dengan tingkat pelayanan mantap adalah ruas - ruas jalan dengan umur rencana yang dapat diperhitungkan serta mengikuti suatu standar perencanaan teknis. Termasuk kedalam tingkat pelayanan mantap adalah jalan-jalan dalam kondisi baik dan sedang.
- b. Jalan tidak mantap adalah ruas-ruas jalan yang dalam kenyataan sehari-hari masih berfungsi melayani lalu lintas, tetapi tidak dapat diperhitungkan umur rencananya serta tidak mengikuti standar perencanaan teknik. Termasuk kedalam tingkat pelayanan tidak mantap adalah jalan-jalan dalam kondisi rusak ringan.
- c. Jalan kritis adalah ruas-ruas jalan sudah tidak dapat lagi berfungsi melayani lalu lintas atau dalam keadaan putus. Termasuk kedalam tingkat pelayanan kritis adalah jalan-jalan dengan kondisi rusak berat.

Klasifikasi jalan berdasarkan tingkat kondisi jalan adalah sebagai berikut

- a. Jalan dalam kondisi baik adalah jalan dengan permukaan yang benar-benar rata, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan permukaan jalan.
- b. Jalan dalam kondisi sedang adalah jalan dengan kerataan permukaan

perkerasan sedang, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan.

- c. Jalan dalam kondisi rusak ringan adalah jalan dengan permukaan sudah mulai bergelombang, mulai ada kerusakan permukaan dan penambalan
- d. Jalan dalam kondisi rusak berat adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah banyak kerusakan seperti bergelombang, retak-retak buaya dan terkelupas yang cukup besar, disertai kerusakan pondasi seperti ambles, dan sebagainya.

### 2.3.6 Pengelompokan Jalan Menurut Kelasnya

Pengaturan kelas jalan dilakukan berdasarkan peraturan perundang-undangan dibidang lalu lintas dan angkutan jalan (UU 14/1992 dan PP No. 43/1993) Kelas jalan dibagi kedalam kelas I, II, III-A, III-B dan III-C berdasarkan kemampuannya untuk dilalui oleh kendaraan dengan dimensi dan MST tertentu.

Tabel 2.3 Kelas Jalan dan Spesifikasi Prasarana Jalan

	<b>KELAS I</b>	<b>KELAS II</b>	<b>KELAS III-A</b>	<b>KELAS III-B</b>	<b>KELAS III-C</b>
Fungsi Jalan	Arteri	Arteri	Arteri/ KOLEKTOR	Kolektor	Kolektor
Dimensi/ Lbr.Kendaraan	Maksimal 2.50 M	Maksimal 2.50 M	Maksimal 2.50 M	Maksimal 2.50 M	Maksimal 2.10 M
Dimensi/ Pjg. Kendaraan	Maksimal 18.0 M	Maksimal 18.0 M	Maksimal 18.0 M	Maksimal 18.0 M	Maksimal 9.0 M
Mst	> 10 Ton	10 Ton	8 Ton	8 Ton	8 Ton

Sumber : UU 38/2004, PASAL 10

Pengelompokan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarananya

Penjelasan UU 38/2004, Pasal 10 :

### 1. Jalan Bebas Hambatan (Freeway)

Jalan umum untuk lalu lintas menerus yang memberikan pelayanan menerus/tidak terputus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, dan tanpa adanya persimpangan sebidang, serta dilengkapi dengan pagar ruang milik jalan, paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah dan dilengkapi dengan median.

### 2. Jalan Raya (Highway)

Jalan umum untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah.

### 3. Jalan Sedang (Road)

Jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar paling sedikit 7 (tujuh) meter.

### 4. Jalan Kecil (Street)

Jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar paling sedikit 5.5 (lima setengah) meter.

Tabel 2.4 Persyaratan Teknis Jalan Menurut Kelasnya

Aspek Persyaratan Teknis	Kelas Jalan			
	Jalan Bebas Hambatan	Jalan Raya	Jalan Sedang	Jalan Kecil
Jalan Lalu Lintas	<i>Menerus</i>	<i>Menerus</i>	<i>Jarak Sedang</i>	<i>Setempat</i>
Pengendalian Jalan Masuk	<i>Pengendalian Penuh</i>	<i>Dibatasi</i>	<i>Tidak Dibatasi</i>	-
Persimpangan Sebidang	<i>Tidak Boleh Ada</i>	-	-	-
Pagar Rumija	<i>Harus Ada</i>	-	-	-
Median	<i>Harus Ada</i>	<i>Harus Ada</i>	-	-
Jumlah Lajur	<i>Min. 2 Per Arah</i>	<i>Min. 2 Per Arah</i>	<i>Min. 2 Untuk 2 Arah</i>	<i>Min. 2 Untuk 2 Arah</i>
Lebar Lajur	<i>Min. 3.5 M</i>	<i>Min. 3.5 M</i>	-	-
Lebar Jalur	-	-	<i>7.0 M</i>	<i>5.5 M</i>
Ruang Milik Jalan	<i>Min. 30 M</i>	<i>Min. 25 M</i>	<i>Min. 15 M</i>	<i>Min. 11 M</i>



## 2.4 Jenis Kerusakan Jalan

Kerusakan yang terjadi di permukaan atas jalan dapat dibedakan sebagai berikut :

### 2.4.1 Retak (*Cracking*)

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas (Depkimpraswil, 2003) :

- a. Retak halus (*hair Cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm.

Penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam lapisan permukaan. Untuk pemeliharaan dapat dipergunakan lapis latasir atau buras. Dalam tahap perbaikan sebaiknya dilengkapi dengan perbaikan sistem drainase. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak kulit buaya.

- b. Retak kulit buaya (*Aligator craking*), lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik).

Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan

permukaan tersebut. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang-lubang akibat terlepasnya butir-butir.

- c. Retak pinggir (*edge cracking*), retak memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* di bawah daerah tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan juga dapat menjadi penyebab terjadinya retak pinggir ini. Dilokasi retak, air dapat meresap yang dapat semakin merusak lapis permukaan. Retak ini lama kelamaan akan bertambah besar disertai dengan terjadinya lubang-lubang.
- d. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge join cracking*), retak memanjang, umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase dibawah bahu jalan lebih buruk daripada di bawah perkerasan, terjadinya *settlement* di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk / kendaraan berat di bahu jalan.
- e. Retak sambungan jalan (*lame join cracking*), retak memanjang, yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu lintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya sambungan kedua lajur. Jika tidak diperbaiki, retak dapat berkembang menjadi lebar karena terlepasnya butir-butir pada tepi retak dan meresapnya air ke dalam lapisan
- f. Retak sambungan pelebaran jalan (*Widening cracking*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan

perkerasan pelebaran. Hal ini disebabkan oleh perbedaan daya dukung di bawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama, dapat juga disebabkan oleh ikatan antara sambungan tidak baik. Jika tidak diperbaiki, air dapat meresap masuk ke dalam lapisan perkerasan melalui celah-celah, butir-butir dapat lepas dan retak bertambah besar.

- g. Retak refleksi (reflection cracking), retak memanjang, melintang diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (overlay) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika
- h. Retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan overlay dilakukan. Retak refleksi dapat pula terjadi jika terjadi garakan vertikal / horisontal di bawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansif.
- i. Retak susut (shrinkage cracking), retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.
- j. Retak selip (Slippage cracking), retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Hal ini disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air, atau benda non adhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya tack coat sebagai bahan pengikat diantara kedua lapisan. Retak selip pun dapat terjadi terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapis permukaan. Perbaikan dapat

dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan menggantinya dengan lapisan yang lebih baik.

#### **2.4.2 Distorsi (Distortion)**

Distorsi / perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sewajarnya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang tepat.

Distorsi (distortion) dapat dibedakan atas (Dahlan, A.T.,2001) :

- a. Alur (rust), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh diatas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan, dan akhirnya dapat timbul retak-retak. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat. Dengan
- b. demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis.
- c. Keriting (corrugation), alur yang terjadi melintang jalan. Dengan timbulnya lapisan permukaan yang berkeriting ini pengemudi akan merasakan ketidaknyamanan mengemudi. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak menggunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi.

- d. Sungkur (shoving), deformasi plastis yang terjadi setempat, ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan / tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting. Perbaikan dapat dilakukan dengan cara di bongkar dan dilapis kembali (lihat juga retak kulit buaya).
- e. Ambblas (grade depressions), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Ambblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab ambblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan karena tanah dasar mengalami settlement.
- f. Jembul (upheaval), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif. Perbaikan dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan melapisnya kembali.

#### **2.4.3 Cacat Permukaan (disintegration), yang mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan**

Cacat permukaan biasanya mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

- a. Lubang (*Potholes*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

Lubang dapat terjadi akibat:

1. Campuran Material lapis permukaan jelek seperti :
    - Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas.
    - Agregat kotor ikatan antara aspal dengan agregat tidak baik
    - Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.
  2. Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
  3. Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
  4. Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk
  5. dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.
- b. Pelepasan butir (*raveling*), dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek, serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memperbaiki lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan .
- c. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan. Dapat diperbaiki dengan cara digaruk, diratakan, dan dipadatkan. Setelah itu dilapis dengan buras.

#### **2.4.4 Pengausan (Polished Aggregate)**

Permukaan jalan menjadi licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang digunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.

#### **2.4.5 Kegemukan (Bleeding or Flushing)**

Permukaan jalan menjadi licin. Pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Berbahaya bagi kendaraan. Kegemukan (*bledding*) dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan prime coat atau tack coat. Hal ini dapat diatasi dengan menaburkan agregat panas dan kemudian dipadatkan, atau lapis aspal diangkat dan kemudian diberi lapisan penutup.

#### **2.4.6 Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas**

Penurunan yang terjadi disepanjang bekas penanaman utilitas. Hal ini terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat. Dapat diperbaiki dengan dibongkar kembali dan diganti dengan lapis yang sesuai.

### **2.5 Struktur Perkerasan Jalan**

Tujuan utama pembuatan struktur jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban roda sehingga mencapai nilai yang diterima oleh tanah yang menyokong struktur tersebut. (Saodang, Hamirhan, 2010).

Menurut Setianto, (1999), tentang perkerasan pondasi bawah yang umum di Indonesia adalah dengan :

- a. Batu belah dengan balase pasir (konstruksi system Telford)
- b. Dengan pasir berbatu (sirtu) atau tanah sirtu (pit-run graded)

Kendaraan pada posisi diam diatas struktur yang diperkeras menimbulkan beban langsung pada perkerasan yang terkonsentrasi pada bidang kontrak yang kecil antar roda dan perkerasan. Ketika kendraan bergerak timbul tambahan tegangan dlnamis akibat pergerakan kendaraan keatas dan kebawah karena ketidakrataan perkerasan, hal ini akan menimbulkan efek ”pukulan” tambahan pada permukaan jalan ketika kendaraan berjalan.

Struktur perkerasan terdiri dari lapisan tanah dasar, lapis pondasi bawah, lapisan pondasi, lapisan permukaan. Konstruksi perkerasan pada prinsipnya dapat dibagi menjadi :

1. Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan PC.
2. Kontruksi perkerasan lentur (flexible pavement) yaitu perkerasan denagn bahan pengikatnya menggunakan aspal. Lapisan mempunyai sifat menyebarkan dan memikul beban lalu lintas.
3. Kontruksi perkerasan komposit (composit pavement) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. (Robinson, 1995).

Intensitas tegangan statis dan tegangan dinamis terbesar terjadi dipermukaan perkerasan dan terdistribusi dengan benyuk pyramid dalam arah vertical pada seluruh ketebalan sruktur perkerasan. Peningkatan distribusi tegangan



tersebut mengakibatkan tegangan semakin kecil sampai permukaan lapis tanah dasar, tegangan itu cukup kecil sehingga tidak mengakibatkan lapis tanah dasar tidak mengakibatkan distorsi atau rusak. Untuk menyederhanakan masalah distribusi beban berbentuk piramid dapat di asumsikan mempunyai sudut  $45^\circ$  terhadap bidang horizontal dan dapat memberikan perkiraan angka yang tepat. Dalam kenyataannya distribusi itu terjadi sedikit lebih besar pada bagian atas lapisan perkerasan jalan tersebut.

### **2.5.1 Lapisan Tanah Dasar**

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Dari bermacam-macam cara pemeriksaan untuk menentukan tanah dasar, Yang umum dipakai adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Dalam hal ini digunakan Nomogram penetapan tebal perkerasan, maka harga CBR tersebut dapat dikolerasikan terhadap daya dukung tanah dasar (DDT).

Penentuan daya dukung tanah dasar berdasarkan evaluasi hasil pemeriksaan laboratorium tidak dapat mencakup secara detail sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar sepanjang suatu bagian jalan.

Kolerasi-kolerasi perlu dilakukan baik dalam tahap perencanaan detail maupun pelaksanaannya, disesuaikan dengan kondisi setempat. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar menurut Direktorat Bina Marga (1992) adalah sebagai berikut:

- a) Perubahan bentuk tahap ( Deformasi permanen ) dari macam tanah tertentu akibat beban lain.
- b) Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c) DDT yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.
- d) Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lain dari macam tanah tertentu.
- e) Tambahan pemadatan akibat pembebanan lain dan pemadatan diakibatkan yaitu pada tanah berbutir kasar yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

### **2.5.2 Lapisan Pondasi Bawah**

Lapisan pondasi bawah (sub base course) adalah bagian dari perkerasan yang terletak dibawah lapisan pondasi (sub base course) dan diatas tanah dasar (subgrade). Apapun syarat syarat untuk lapisan pondasi bawah menurut Dahlan, A.T. (2001), adalah sebagai berikut :

1. Kualitas bahan yang meliputi :
  - a) Kekerasan dan kekuatan.
  - b) Bentuk butir.
2. Gradasi butiran harus merupakan susunan yang rapat.
3. Kandungan filter yang cukup, tetapi tidak melampaui batas maksimum dan minimum.

#### 4. Homogenetik sesempurna mungkin.

Menurut Paterson, W.D.O (1997), tentang perkerasan pondasi bawah yang umum di Indonesia adalah :

- a) Batu belah dengan balase pasir ( konstruksi system Telford )
- b) Dengan pasir berbatu (*sirtu*) atau tanah sirtu ( *pit – run graded* ).

Fungsi dari lapisan pondasi bawah menurut Soedarsono (1979:13) adalah :

- a) Bagian konstruksi perkerasan yang berguna untuk menahan dan menyebarkan beban roda ketanah dasar.
- b) Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan – lapisan diatasnya dapat dikurangi tebalnya dan tujuan menghemat kontruksi karena lapisan diatasnya lebih mahal.
- c) Supaya lapisan pondasi tidak kemasukan tanah dasar.
- d) Sebagai lapisan pondasi bawah supaya pelaksanaan berjalan dengan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar roda-roda beban berat.

#### **2.5.3 Lapisan Pondasi**

Lapisan pondasi (base course) adalah bagian meterial jalan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah atau merupakan pondasi yang langsung mendukung permukaan diatasnya, atau dengan kata lain merupakan lapisan utama yang mendistribusikan beban.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1992) tentang fungsi lapisan pondasi antara lain :

1. Mengurangi beban pada lapisan bawahnya sampai tingkat tertentu.
2. Sebagai perkerasan yang menahan beban roda.
3. Sebagai dasar untuk meletakkan lapisan pertama. Material yang digunakan untuk lapisan atas adalah bahan-bahan alam seperti batu pecah (*crushed stone*) kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur, karena lapisan pondasi untuk menahan beban-beban roda.

#### **2.5.4 Lapisan Permukaan**

Lapisan permukaan (*surface course*) adalah lapisan yang terletak paling atas pada perkerasan.

Fungsi lapisan permukaan menurut antara lain adalah :

1. Lapisan permukaan menahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk memikul beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya, Sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih murah.
3. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
4. Lapisan aus ( *wearing course* ), lapisan yang menahan gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

Untuk bisa memenuhi fungsi di atas, pada umumnya lapisan permukaan menggunakan bahan pengikat aspal, karena aspal bisa menghasilkan lapisan kedap air, daya tahan yang lama serta stabilitas yang tinggi.

## 2.6 Jenis Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan jalan harus disesuaikan dengan kondisi tiap daerah yang akan dibangun jalan, terutama disesuaikan dengan bahan yang mudah didapat dari daerah sekitarnya.

Jenis konstruksi perkerasan pada prinsipnya dapat dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu :

- 1) Konstruksi perkerasan kaku (Rigid pavement) ialah perkerasan menggunakan Cement Portland (PC) sebagai bahan pengikatnya. Plat beton baik yang menggunakan tulangan maupun tidak diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas yang ada sebageian besar di atas plat beton.
- 2) Konstruktur perkerasan lentur ( *Flexible Pavement* ) yaitu perkerasan yang bahan pengikatnya menggunakan aspal. Lapisan-lapisan perkerasan mempunyai sifat menyebarkan dan memikul beban lalu – lintas pada tanah dasar.
- 3) Konstruksi perkerasan komposit ( *composit Pavement* ) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur maupun perkerasan lentur diatas perkerasan kaku.

Konstruksi perkerasan kaku, struktur utama perkerasan adalah lembaran pelat beton, yang ada perkerasan lentur, lapis ini setara dengan kombinasi lapis aus, lapis permukaan, dan lapis pondasi. Konstruksi perkerasan ini disebut "kaku" karena pelat beton tidak terdefleksi akibat beban lalu lintas dan didesain untuk berumur 40 tahun sebelum diperlukan pekerjaan rekonstruksi besar – besaran. (Soedarmo, G.D,1997)

Oleh karena lapis beton berfungsi sebagai lapisan aus lapis struktur dan utama jalan, maka beton yang digunakan harus mempunyai kekuatan yang besar dan mutu yang cukup tinggi, selain itu kerataan permukaanya juga harus baik agar nyaman dilalui dengan koefisien gesek yang baik agar aman bagi kendaraan alam segala cuaca.

## **2.7 Lalu Lintas Kendaraan**

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintas satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu. Volume lalu lintas memerlukan lebar perkerasan yang lebih besar, agar tercipta keamanan dan kenyamanan. Sebaiknya jalan yang terlalu lebar untuk lalu lintas dalam 1 tahun dibagi 365 hari dalam satuan mobil penumpang (SMP). Volume lalu lintas diperoleh dengan : analisa lalu lintas saat ini dan perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. (Depkimpraswil, 2003).

## **2.8 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan**

Dinyatakan bahwa volume lalu lintas dan daya dukung tanah serta faktor regional sangat penting dalam sebuah perencanaan perkerasan jalan. Umur

rencana jalan adalah waktu dalam tahun dihitung mulai di bukanya jalan sampai saat diperlukan perbaikan berat atau telah dianggap perlu untuk memberi lapisan permukaan yang baru (overlay) agar jalan tetap berfungsi dengan baik sebagaimana direncanakan. Umur rencana yang lebih baik besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan padat. Survey kelayakan untuk konstruksi perkerasan jalan adalah dengan destruktif. Cara destruktif jarang dilakukan karena dapat mengakibatkan kerusakan kondisi jalan lama, sementara cara non destruktif cara dengan menggunakan alat yang diletakkan di atas permukaan jalan sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan.

### **2.8.1 Jarak Pandang**

Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam perencanaan jalan raya untuk mendapatkan keamanan yang tinggi bagi lalu lintas.

#### **a. Jarak Pandang Henti**

Jarak minimum harus dipenuhi dalam setiap bagian dari jalan raya, besar yang diperlukan adalah sebagaimana dalam tabel 2.5

#### **b. Jarak Pandang Menyiap**

Jarak ini diperlukan untuk jalan raya dua jalur, karena beratnya syarat untuk dapat memenuhi jarak pandang menyiap minimum maka apabila pertimbangan biaya memaksa, syarat ini dapat digunakan hanya untuk menetapkan bagian jalan raya yang memerlukan larangan bagi lalu lintas untuk menyiap. Besarnya jarak pandang menyiap seperti dalam tabel 2.6

Tabel 2.5 Standar Perencanaan Alinemen

Kec. Rencana km/jam	Jarak pandang henti (m)	Jarak pandang menyiap (m)	Jari lengkung minimum dg. Miring lengkung tak perlu (m)	Batas jari <sup>2</sup> lengkung tikungan dg. Busur peralihan (m)	Landai relatif maksimum antara tepi perkerasan
120	225	790	3000	2000	1/280
100	165	670	2300	1500	1/240
80	115	520	1600	1100	1/200
60	75	380	1000	700	1/160
50	55	220	660	440	1/140
40	40	140	420	300	1/120
30	30	80	240	180	1/100

Sumber: Peraturan Geometrik Jalan, Dirjen Bina Marga, No. 13/1970

### 2.8.2 Alinemen Horisontal

Alinemen horisontal harus di tetapkan sebaik-baiknya kecuali untuk syarat-syarat dasar teknik lalu lintas, juga mempertimbangkan penyediaan drainase yang cukup baik dan memperkecil pekerjaan tanah yang diperlukan.

Jari-jari lengkung minimum untuk setiap kecepatan rencana didasarkan pada miring tikunagn maksimum dan koefisien gesekan melintang maksimum. Suatu tukungan dengan jari-jari lengkung yang cukup besar sampai batas tertentu tidak perlu diadakan miring tikungan. Untuk lengkung peralihan yang dipergunakan untuk mengadakan peralihan dari bagian jalan yang lurus ke bagian jalan yang mempunyai jari-jari lengkung dengan miring tertentu dimana panjang minimum lengkung peralihan ditentukan oleh jarak yang diperlukan untuk perubahan miring tikungan yang didasarkan landai relatif antara kedua sisi perkerasan. Besar landai relatif maksimum tersebut sebagaimana tercantum dalam tabel 2.5



Pelebaran tikungan pada suatu jalan selalu tidak sama baik pada bagian lurus maupun di tikungan. Sementara itu pandangan bebas pada tikungan sesuai syarat jarak pandangan yang diperlukan harus diadakan kebebasan samping yang besar.

### 2.8.3 Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal erat hubungannya dengan besar biaya pembangunan, biaya penggunaan kenamaan. Landai maksimum hanya digunakan bila sangat memaksa dan hanya untuk jarak pendek. Dalam perencanaan landai harus sedapat mungkin dapat diterima tanpa mengakibatkan gangguan jalannya arus lalu lintas. Panjang kritis landai adalah panjang yang mengakibatkan pengurangan kecepatan maksimum sebesar 25 km/jam. Panjang kritis landai adalah :

Tabel 2.6 Panjang Landai Kritis

Landai %	3	4	5	6	7	8	10	12
Panjang kritis (m)	480	330	250	200	170	150	135	120

Apabila pertimbangan biaya pembangunan memaksa, panjang kritis tersebut boleh dilampaui dengan ketentuan bahwa bagian jalan diatas landai kritis di sampingnya harus ditambahkan suatu jalur pendakian khusus untuk kendaraan berat. Untuk lengkung vertikal pada setiap pergantian landai harus dibuat suatu lengkung yang memenuhi keamanan dan kenyamanan. Panjang minimum lengkung vertikal cembung didasarkan pada syarat pandangan henti dan drainase, sedangkan untuk mpanjang lengkung vertikal cekung ditentukan berdasar jarak pandang waktu malam dan jarak kebebasan vertikal.

## **2.9 Parameter Perencanaan Perkerasan Jalan**

### **2.9.1 Daya Dukung Tanah**

Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kedap air, keadaan drainase. Pada perencanaan perkerasan jalan daya dukung tanah dinyatakan dalam CBR (California Bearing Ratio). Menurut Direktorat Bina Marga (2009) dalam menetapkan CBR rencana dari sejumlah harga CBR yang diperoleh, maka CBR rencana atau SBr rata-rata ditentukan oleh :

1. Tentukan lebih dahulu harga CBR terendah
2. Tentukan banyak CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR
3. Angka jumlah paling banyak dinyatakan 100% jumlah yang lainnya merupakan persentase dari 100%
4. Buat grafik hubungan antar nilai CBR dan jumlah persentase.
5. Nilai CBR rencana/rata-rata ialah yang didapat dari persentase 90%.

### **2.9.2 Indeks Permukaan (IP)**

Indek permukaan adalah angka yang menyatakan kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat, jadi merupakan faktor kenyamanan konstruksi.

### 2.9.3 Umur Rencana

Umur rencana adalah waktu dalam tahun dihitung mulai dibukanya jalan sampai saat diperlukannya perbaikan berat atau telah dianggap perlu memberi lapisan permukaan baru. Agar jalan tetap berfungsi dengan baik. Umur rencana lebih besar dari 20 tahun tidak ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapat ketelitian untuk memperkirakan lalu lintas yang akan datang.

### 2.9.4 Indeks Tebal Perkerasan

Menurut Dirjen Bina Marga (2009) indeks tebal perkerasan dinyatakan dalam persamaan :

$$ITP=a_1D_1+a_2D_2+a_3D_3\dots\dots\dots(2.1)$$

### 2.9.5 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapisan permukaan, pondasi, pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai nilai Mashall Test (bahan aspal), kuat tekan (bahan yang distabilkan dengan semen/kapur) atau CBR (untuk lapisan pondasi bawah).

## 2.10 Perencanaan Tebal Lapisan Tambahan

Konstruksi jalan yang telah habis masa pelayanan telah mencapai indeks permukaan akhir yang diharapkan perlu diberikan lapisan untuk tetap mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat kedap terhadap air dan tingkat

kecepatannya mengalirkan air. Sebelum perencanaan tebal lapisan tambahan dapat dilakukan terlebih dahulu : Survey permukaan dan survey kelayakan struktur konstruksi perkerasanya.

## 2.11 Volume Lalu-lintas Kendaraan

Volume lalu-lintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu-satuan waktu (hari, jam atau menit). Volume lalu-lintas yang ini membutuhkan lebar perkerasan jalan lebih besar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaiknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu-lintas yang rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya pada kecepatan tinggi. Satuan volume lalu-lintas yang umum digunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah sebagai berikut :

### 2.11.1 Average Daily Traffic (A.D.T)

Average Daily Traffic / Lalu-lintas harian rata-rata adalah volume lalu-lintas rata-rata dalam satu hari. Cara memperoleh data tersebut dikenal dua jenis lalu-lintas harian rata-rata yaitu lalu-lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan Average Daily Traffic (A.D.T).

LHRT adalah jumlah lalu-lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data-data selama 1 tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah lalu-lintas dalam 1 tahun}}{\dots\dots\dots} \quad (2.2)$$

$$\text{LHRT} = (1+i)^n \cdot \text{LHR} \dots\dots\dots \quad (2.3)$$

di mana :

$n$  = Jangka waktu 10 tahun, perkiraan umur jalan

$i$  = Besar angka pertumbuhan lalu-lintas dengan nilai  $i = 2.5\%$

LHRT dinyatakan dalam SMP/ hari/2 arah

$$\text{LHR} = \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}} \quad (2.4)$$

(Dirjen Dikti, 1997)

### 2.11.2 Volume Jam Perencanaan (VJP)

Volume jam perencanaan dihitung sebagai berikut :

- Apabila terdapat arus lalu-lintas pwr jam yang melebihi volume jam perencanaan maka kelebihan tersebut boleh mempunyai nilai yang terlalu besar
- Volume tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang sangat besar, sehingga akan mengakibatkan jalan menjadi lenggang biayanyapun mahal
- Volume tersebut tidak boleh terlalu sering terdapat pada distribusi arus lalu-lintas setiap jam untuk periode satu tahun

$$\text{VJP} = K \times \text{LHR} \text{ atau } \text{LHR} = \text{VJP}/K \dots\dots\dots(2.5)$$

$K$  = Factor VJP yang diperoleh jam sibuk beberapa jalan antar kota atau jalan di dalam kota.

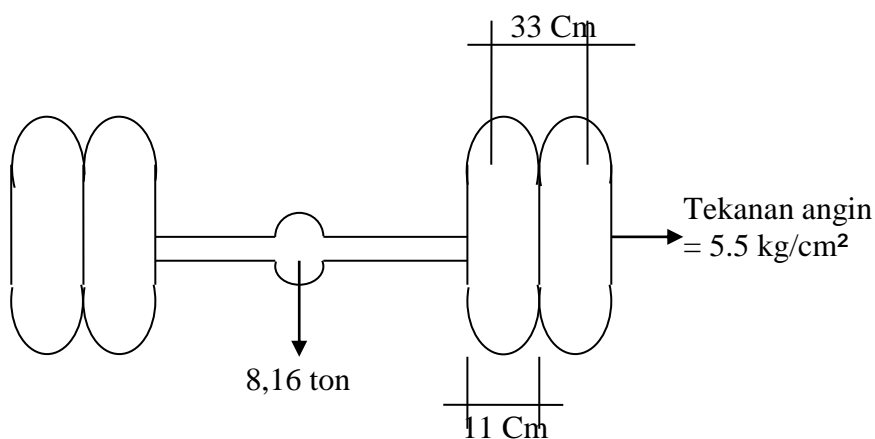
Nilai dapat dapat bervariasi antara 10% - 15% untuk jalan antar kota, Sedangkan untuk jalan dalam factor  $K$  akan lebih kecil.

### 2.11.3 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan

Untuk menghitung perencanaan tebal perkerasan jalan, jumlah kendaraan pada umumnya bisa dikelompokkan atas beberapa kelompok, menurut Setianto (1999), pengelompokan jenis kendaraan untuk perencanaan tabal perkerasan dapat dilakukan dengan :

- Mobil penumpang, termasuk semua kendaraan dengan berat total 2 ton.
- Bus
- Truk 2 as
- Truk 3 as
- Truk 5 as
- Trailer

Berat masing – masing kendaraan tidak sama dan menimbulkan efek tidak sama pula oleh karena itu adanya beban Standard sehingga semua beban yang lainnya diekivalenkan ke beban standar. Beban gandar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda dengan beban estándar 18.000 lbs (8,16 ton).



Gambar. 2.6 Sumbu Standart 18000 lbs/ 8.16 ton

di mana :

$E_t$  = Angka ekivalen beban sumbu tunggal

$E_g$  = Angka ekivalen beban sumbu ganda

$L_t$  = Beban sumbu tunggal (kg)

$L_g$  = Beban sumbu ganda (kg)

$L_s$  = Beban sumbu standart (8.16 kg)

#### 2.11.4 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

LHR menurut Dirjen Bina Marga adalah rata-rata lalu lintas berjenis kendaraan bermotor yang beroda 4 atau lebih dari kendaraan yang ringan sampai kendaraan berat yang tercatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan, lalu lintas dianalisis berdasar :

- Hasil perhitungan volume lalu lintas dan komposisi beban sumbu berdasar data terakhir 5 tahun dari pos resmi setempat.
- Kemungkinan pengembangan lalu lintas sesuai dengan kondisi potensi sosial ekonomi daerah bersangkutan, serta daerah lainnya yang berpengaruh terhadap jalan yang direncanakan agar pendugaan atas tingkat perkembangan lalu lintas serta sifat-sifat khusus dapat dipertanggungjawabkan.

#### 2.11.5 Lintas Ekivalen

Lintas ekivalen menurut Dirjen Bina Marga dibedakan menjadi :

- a. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Dapat dihitung dengan :  $LEP = \sum LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots(2.6)$

di mana :

J = jenis kendaraan

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekuivalen

b. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Dapat dihitung dengan :  $LEA = LHR_j (1 + I)^x C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.7)$

di mana :

i = perkembangan lalu lintas

J = jenis kendaraan

UR = umur rencana

c. Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Dapat dihitung dengan :  $LET = LEA - LEP \dots \dots \dots (2.8)$

di mana :

LET = Lintas ekuivalen tengah

LEA = Lintas ekuivalen akhir

LEP = Lintas ekuivalen permulaan

d. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Dapat dihitung dengan :  $LER = LET \times FP \dots \dots \dots (2.9)$

di mana :

LER = Lintas ekuivalen rencana

LET = Lintas ekuivalen tengah

FP =  $UR/10$



- e. Faktor umum rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas. (N) faktor ini merupakan pangali yang diperoleh dari penjumlahan harga rata-rata setiap tahun

Tabel 2.7 Nilai N (15) untuk Perhitunagan AE 18 KSAL

r%	2%	4%	5%	6%	8%	10%
n thn						
1 thn	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05
2 thn	2.04	2.08	2.08	2.12	2.16	2.21
3 thn	3.09	3.18	3.18	3.30	3.38	3.48
4 thn	4.16	4.33	4.42	4.51	4.69	4.87
5 thn	5.25	5.53	5.66	5.80	6.10	6.41
6 thn	6.37	6.77	6.97	7.18	7.63	8.10
7 thn	7.51	8.06	8.35	8.65	9.28	9.96
8 thn	8.70	9.51	9.62	10.20	11.05	12.00
9 thn	9.85	10.79	11.30	11.84	12.99	14.26
10 thn	11.05	12.25	12.90	13.60	15.05	16.73
15 thn	17.45	20.25	22.15	23.90	28.30	33.36
20 thn	24.55	30.40	33.90	37.95	47.70	60.20

### 2.11.6 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan maksimum yang di ijinan, sehingga tidak menimbulkan bahaya. Didalam merencanakan geometri jalan raya, kecepatan rencana yang dipakai disesuaikan dengan type jalan sifat lapangan, seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandangan, dan lain-lain, Kecepatan yang ditetapkan untuk perencanaan dimana korelasi segi-segi fisiknya akan mempengaruhi operasi kendaraan.

Dipandang dari segi pengemudi, kecepatan rencana dinyatakan sebagai kecepatan yang memungkinkan seseorang pengemudi didapat mengemudi dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca cerah, lalu-lintas lengang, dan tanpa pengaruh lainnya yang serius. Dengan perkataan lain perencanaan geometrik Standart adalah disain yang mempunyai batas keamanan. Oleh karena itu

kecepatan rencana dapat dilampaui pada saat mengemudi, jika alinyemennya mempunyai kondisi yang baik. Untuk memperoleh kecepatan rencana, dapat diperoleh dengan mendasari kelas jalan.

Tabel 2.8 Kecepatan Rencana

Tipe Jalan	Kelas Jalan	Kecepatan (Km/jam)
Tipe I	Kelas I	100 atau 80
	Kelas II	100 atau 60
Tipe II	Kelas I	60
	Kelas II	60 atau 50
	Kelas III	40 atau 30
	Kelas IV	30 atau 20

Sumber dari rekayasa jalan raya, 15

Tabel 2.9 Pembagian Kelas Jalan

VLR (smp/hari) Fungsi		>50.000	50.000	
Jalan	D B	Kelas I	Kelas II	
Arteri	G	Kelas I		Kelas II
VLR (smp/hari) Fungsi		> 30.000	30.000 ≥	10.000 ≥
Jalan kolektor	D B	Kelas III	Kelas III	Kelas IV
	G	Kelas III	Kelas III	Kelas IV
VLR (smp/hari) Fungsi		>30.000	10.000 ≥ > 1000	1000 ≥
Jalan Lokal	D B	Kelas III	Kelas IV	Kelas V
	G	Kelas III	Kelas IV	Kelas V

Sumber dari: Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 4

di mana :

VLR = Volume lalu-lintas rencana (smp/hr)

D = Datar

G = Pegunungan

B = Pembaikan

Dengan menggunakan Rumus :

$$V = \text{dengan satuan m/detik (km/jam)} \dots\dots\dots(2.10)$$

di mana :

$$V = \text{Kecepatan kendaraan (Km/jam) } t : \text{ waktu (detik)}$$

$$S = \text{Jarak / panjang busur (m)}$$

Besar kecepatan yang terjadi jika dibandingkan dengan kecepatan ijin pada suatu ruas jalan memang sulit dicegah sekalipun dengan pemberian rauburambu. Untuk itu perlu penyusunan observasi dimana lokasi pada tikungan yang ada disepanjang Jalan Tamiang Layang – Pasar Panas, adapun caranya adalah

1. Menentukan panjang busur dan juring lingkaran melalui data lapangan/observasi.
2. Dengan menggunakan Stop Watch waktu tempuh kendaraan untuk melewati titik busur atau juring lingkaran diukur

Sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Bahwa karakteristik pengemudi adalah teknologi yang semakin canggih, kendaraan yang ada semakin memiliki tingkat kenyamanan yang tinggi pula, dan juga tergantung dari beberapa faktor :

- a. Kemampuan pengemudi mengontrol kendaraan
- b. Tipe dan kondisi jalan
- c. Karakteristik mental pengemudi
- d. Kecepatan
- e. Tujuan perjalanan
- f. Warna ukuran dan bentuk halangan

## 2.12 Perencanaan Geometrik Jalan

Sedapat mungkin merupakan jarak terpendek dimana kendaraan dapat leluasa bergerak dengan aman, nyaman dan dengan kecepatan yang diinginkan, oleh sebab itu yang perlu diperhatikan adalah

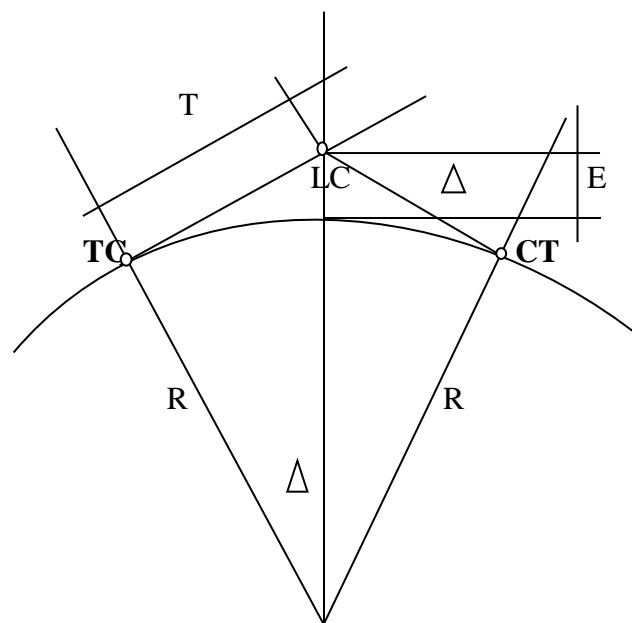
- a. Tikungan yang hendaknya jangan menikung tajam .
- b. Tanjakan/turunan tidak perlu curam dan tergantung pada kemampuan kendaraan menanjak dan kemampuan daya rem kendaraan
- c. Superpelasi pada tikungan harus memenuhi syarat agar kendaraan tidak terasa terlempar keluar (gaya sentrifugal).
- d. Kebebasan pandang samping terjamin terutama pada tikungan
- e. Lebar badan jalan yang cukup

### 2.12.1 Alinemen Horisontal

Unsur unsur yang penting dalam elinemen horizontal adalah sudut arah ( $\alpha$ ), jarak, kecepatan ( $v$ ), jari-jari tikungan dan sudut tikungan  $\Delta$ . Nilai superelevasi yang tinggi dapat mengurangi gaya gesek kesamping dan menjadikan pengemudi pada tikungan lebih nyaman. Tetapi pada batas praktis yang berlaku untuk superlevasi ini.

Ketika bergerak perlahan mengitari suatu tikungan, maka bekerja gaya negatif kesamping dan kendaraan dipertahankan pada lintasan yang tepat. Nilai pendekatan untuk nilai brlaku untuk ketiga jenis tikungan (circle, spiral, circle spiral, dan spiral-spiral). Yang membedakan yaitu ada atau tidaknya lengkung peralihan pada masing-masing tikungan. Hal ini dapat dilihat pada diagram superelevasi berikut :

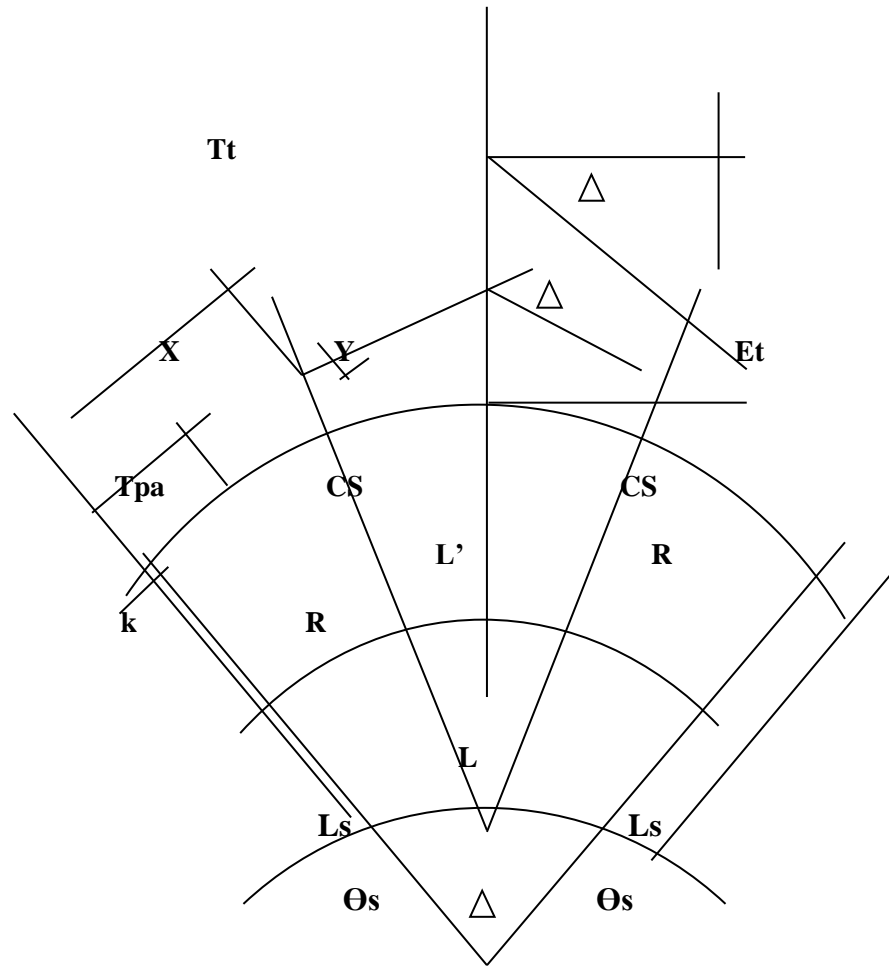
a. Tikungan Full Circle



Gambar 2.6 Diagram Superelevasi Untuk Tikungan Full Circle

Sumber : Rekayasa Jalan Raya

## b. Tikungan Spiral



Gambar 2.7 Diagram Superelevasi Untuk Tikungan Spiral

Sumber : Rekayasa Jalan Raya

di mana :

$$\Delta = * (\text{°})$$

$$R = \text{Jari-jari lengkung minimum } *( \text{ m } )$$

$$L_s = * ( \text{ m } )$$

$$\Theta = * ( \text{ derajat } )$$

$$P = * ( \text{ m } )$$

$$k = * ( m )$$

$$T_t = ( R + p ) . \text{tgn.} 1/2\Delta + k ( m ) \dots \dots \dots (2.11)$$

$$E_t = \dots \dots \dots (2.12)$$

$$L' = \dots \dots \dots (2.13)$$

$$L = L' + 2L_s ( m ) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$e = * ( m/m )$$

$$x = * ( m )$$

$$y = * ( m )$$

$$T_{pa} = * ( m )$$

$$T_{pc} = * ( m )$$

Catatan : \* Ditentukan dari data lapangan atau dari daftar table

Pada tikungan jalan, perencanaan yang baik dari jari-jari busur tikungan sangat mengetahui kenyamanan pengendara, juga pada keawetan jalan tersebut. Syarat-syarat teknis dan jenis kendaraan yang melewati akan menentukan pwnjang jari-jari tersebut, sehingga dapat dilalui oleh dua kendaraan dari arah yanf berlawanan.

Umumnya pada tanah dasar, dapat dibuat jari-jari busur tikungan yang cukup panjang. Hal ini disebabkan oleh trase jalan yang berupa lereng disamping jarak antara satu tikungan dengan tikungan lain begitu jauh.

Pada sub bab ini pembahasan mengenai jari-jari tikungan nantinya akan diperlukan pada perhitungan / analisis selanjutnya, yaitu untuk menentukan besar gaya gesekan samping antara ban dan permukaan perkerasan. Adapun perhitungan jari-jari ini didasarkan atas kelas jalan dan trase serta kecepatan rencana. Untuk

mendapatkan beberapa jari-jari minimum, maka dapat dilihat pada tabel 2.10 didasarkan pada LHR.

Tabel 2.10 R Min D Maks Untuk Beberapa Kecepatan Rencana Untuk Superelevasi 8% dan 10%

Kecepatan Rencana (km/jam)	e maks m/m	F maks	R min perhitungan m	R min desain M	D maks desain 0
40	0,10	0,166	47,363	47	30,48
	0,80		51,213	51	28,09
50	0,10	0,160	75,858	76	18,85
	0,08		852,192	82	17,47
60	0,10	0,153	112,659	112	12,79
	0,08		121,659	122	11,74
70	0,10	0,147	156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43
80	0,10	0,140	170,343	210	6,82
	0,80		209,974	229	6,25
90	0,10	0,128	280,350	280	5,12
	0,08		307,371	307	4,67
100	0,10	0,155	366,233	366	3,91
	0,08		403,796	404	3,55
110	0,10	0,090	470,497	470	3,05
	0,08		522,058	522	2,74
120	0,10		596,768	597	2,40
	0,08		666,976	667	2,15

Sumber : Perencanaan Geometrik Jalan Raya

Untuk menghitung jari-jari pada tikungan adalah dengan rumus :

$$CD = \frac{(2 \cdot \sin \frac{\Delta}{2} \cdot R)}{360} \dots \dots \dots (2.15)$$

di mana :

R = Jari – jari lengkung

$\Delta$  = Panjang busur

CD = Derajat lengkung, didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh juring lingkaran.



Cara menghitung R adalah dengan menggunakan rumus berikut :

$$R = \frac{V^2}{127(e + fm)} \dots\dots\dots(2.16)$$

di mana :

R : Jari – jari tikungan (data lapangan)

e : Superelevasi jalan (data lapangan)

127: Sama dengan g (gravitasi)

fm : Koefisien gesekan samping, dimana koefisien ini disyaratkan sebesar 0,14 untuk kecepatan tinggi dan 0.17 untuk kecepatan rendah.

Tabel 2.11 Standar Perencanaan Geometrik

Klasifikasi Jalan	Jalan Raya Utama	Jalan Sekunder			Jalan Penghubung
	I D B G	A D B G	IIB D B G	IIC D B G	III D B G
Lalu-lintas harian rata-rata 2 (LHR) dalam smp	>20000	6000 20000	1500 8000	<2000	-
Kecepatan rencana (km/jam)	120 100 80 60 60 60	100 80 60 40 40 40	80 60 40 30 30 30	60 40 30 30 30 30	60 40 30 20 20 20
Lebar daerah penguasaan minimum(meter)	Minimum 2(2x3 75)	2x350 atau 2x3.50	2x3.50	2x30	3.5x600
Lebar perkerasan	10				
Lebar median minimum(meter)	350 300 300	150300 250	-	-	-
Lebar bahu(meter)	2%	2%	300 250 250	250 150 100	150x150
Lereng melintang perkerasan	4%	4%	25	3%	4%
Lereng melintang bahu	Aspal beton (hotmix)	Aspal beton	6%	6%	6%
Jenis lapisan permukaan jalan			Penetrasi berganda	Paling tinggi penetrasi tunggal	Paling tinggi pelebaran dengan aspal
Miring tikungan maksimum	0%	10%	10%	10%	10%
Jari-jari 2 lengkung minimum(meter)	560 350 210	350210 115	210 115 50	115 50 30	115 50 30
Landai maksimum	3% 5% 6%	4% 6% 7%	5% 7% 8%	6% 8% 12%	6% 8% 12%

Sumber : Perencanaan Geometri Jalan Raya