

## **2 LANDASAN TEORI**

### **2.1 Definisi Jalan**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalar lori dan jalan kabel. Jalan berfungsi sebagai sarana penghubung dari satu tempat ke tempat lainnya untuk transportasi darat. Jalan merupakan suatu jalur yang dibuat oleh manusia untuk kepentingan lalu lintas pengangkutan atau pemindahan baik bagi manusia, hewan ataupun barang agar proses lalu lintas tersebut terjadi lebih mudah dan cepat (Sukirman, 2003).

### **2.2 Klasifikasi Jalan**

#### **2.2.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya**

Berdasarkan peruntukannya, menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, jalan dibedakan menjadi jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum merupakan jalan yang dapat dipergunakan oleh khalayak umum sebagai prasarana lalu lintas. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, jalan khusus merupakan jalan yang dibuat untuk kepentingan segelintir kalangan bukan diperuntukan bagi masyarakat umum, contohnya adalah jalan yang dibangun untuk keperluan distribusi barang ataupun jasa yang dibangun oleh sebuah instansi atau perusahaan dalam mempermudah akses distribusi tersebut.

Berdasarkan fungsi dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, jalan dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri merupakan jalan utama yang dapat menghubungkan suatu kota ke kota lainnya, dengan kecepatan rata-rata kendaraan yang melintas tinggi.

- a. Jalan Arteri Primer, adalah jalan yang diperuntukan dalam menghubungkan antar kegiatan pusat nasional dan antara kegiatan nasional ke kegiatan lokal. Kecepatan rata-rata kendaraan pada jalan arteri primer paling rendah mencapai 60 km/jam. Lebar jalan minimal pada jalan arteri sekunder adalah 11 meter, dengan daya tampung kendaraan yang cukup besar.
- b. Jalan Arteri Sekunder, adalah jalan yang menghubungkan antara kawasan primer dengan kawasan sekunder atau menghubungkan antara kawasan sekunder satu dengan yang lainnya. Kecepatan rata-rata kendaraan pada jalan arteri sekunder paling rendah sebesar 30 km/jam. Lebar jalan minimal pada jalan arteri sekunder adalah 11 meter.

## 2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan yang digunakan dalam pelayanan umum dengan ciri-ciri kecepatan rata-rata kendaraan sedang dengan jarak tempuh perjalanan menengah.

- a. Jalan Kolektor Primer, merupakan jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat wilayah atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Kecepatan rata-rata kendaraan pada jalan kolektor primer paling rendah adalah 40 km/jam. Jalan kolektor primer memiliki lebar paling rendah 9 meter. Jalan masuk untuk jalan kolektor primer dibatasi dan jalan tidak boleh terputus di kawasan perkotaan.
- b. Jalan Kolektor Sekunder, merupakan jalan yang menghubungkan antar kawasan sekunder satu dengan yang lainnya. Kecepatan rata-rata kendaraan pada jalan kolektor sekunder paling rendah sebesar 20 km/jam. Lebar jalan kolektor sekunder minimal sebesar 9 meter.

## 3. Jalan Lingkungan,

Jalan lingkungan merupakan jalan yang digunakan untuk kendaraan dengan kecepatan rata-rata rendah. Pada jalan lingkungan, kendaraan yang melintas merupakan kendaraan kecil.

- a. Jalan Lingkungan primer, merupakan jalan yang menghubungkan kegiatan antar kawasan perdesaan, dengan kecepatan rata-rata paling

rendah sebesar 15 km/jam. Jalan lingkungan primer yang diperuntukan bagi kendaraan roda tiga atau lebih memiliki lebar ruas jalan paling rendah 6,5 meter, sedangkan untuk kendaraan roda dua paling rendah adalah selebar 3,5 meter.

#### 4. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan yang diperuntukan bagi angkutan dengan jarak tempuh perjalanan relatif dekat dengan kecepatan rata-rata kendaraan rendah.

- a. Jalan Lokal Primer, menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal, atau antar pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan. Kecepatan rata-rata kendaraan pada jalan lokal primer paling rendah sebesar 20 km/jam, dengan lebar jalan paling rendah sepanjang 7,5 meter.
- b. Jalan Lokal Sekunder, merupakan jalan yang menghubungkan antar perumahan. Kecepatan rata-rata kendaraan paling rendah adalah 10 km/jam dengan lebar jalan paling rendah adalah 7,5 meter.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsinya

Klasifikasi Jalan		Lebar Minimal Jalan (m)	Kecepatan Rata-rata Kendaraan (km/jam)
Arteri	Primer	11	60
	Sekunder	11	30
Kolektor	Primer	9	40
	Sekunder	9	20
Lingkungan	kendaraan roda tiga atau lebih	6,5	15
	kendaraan roda dua	3,5	15
Lokal	Primer	7,5	20
	Sekunder	7,5	10

Sumber : (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan)

#### 2.2.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Statusnya

Berdasarkan statusnya, dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, jalan dikelompokkan menjadi 5, yaitu jalan

nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa. Kelima jalan tersebut kemudian dikelompokkan kembali berdasarkan fungsinya, sebagai berikut :

1. Jalan Nasional

Jalan nasional merupakan jalan umum yang dibangun berdasarkan pemerintah pusat, terdiri atas:

- a. Jalan arteri primer
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi
- c. Jalan tol
- d. Jalan strategis nasional.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan umum yang berada dibawah kewenangan pemerintahan provinsi untuk kebutuhan lalu lintas umum. Jalan provinsi terdiri dari :

- a. Jalan kolektor primer yang berfungsi sebagai penghubung ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota.
- b. Jalan kolektor primer yang berfungsi sebagai penghubung antar ibukota kabupaten/kota.
- c. Jalan strategis yang berada di provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan jalan umum yang berada dibawah kewenangan pemerintahan kabupaten untuk kebutuhan lalu lintas umum. Jalan kabupaten terdiri dari:

- a. Jalan kolektor primer diluar jalan provinsi dan jalan nasional.
- b. Jalan lokal primer yang berfungsi sebagai penghubung ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antar ibukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa dan sebagai penghubung antar desa.
- c. Jalan sekunder diluar jalan provinsi dan jalan yang berada di dalam kota.
- d. Jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota merupakan jalan umum yang berada dibawah kewenangan pemerintah kota yang berada dalam polikel kota. Jalan kota terdiri dari jalan

sekunder yang berada dalam polikel kota. Dalam menyelenggarakan jalan kota, pemerintah kota merujuk pada Surat Keputusan (SK) Walikota.

#### 5. Jalan Desa

Jalan desa berfungsi menghubungkan kawasan antarpermukiman di dalam desa. Jalan desa terdiri dari jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer diluar jalan kabupaten.

### 2.2.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Dalam menentukan kelas jalan, diatur dalam UU No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Pengelompokan kelas jalan, didasarkan pada volume lalu lintas dan kelancaran lalu lintas serta daya dukung untuk menerima beban muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan.

1. Jalan Kelas I, terdiri dari jalan Arteri dan Kolektor yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan lebar kendaraan tidak lebih dari 2,5 m, panjang tidak lebih dari 18 m, tinggi tidak lebih dari 4,2 m dan dengan sumbu terberat mencapai 10 ton.
2. Jalan Kelas II, terdiri dari jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan lebar tak lebih dari 2,5 m, panjang tidak melebihi 12 m, tinggi melebihi 4,2 m dan dengan sumbu terberat mencapai 8 ton.
3. Jalan Kelas III, terdiri dari jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan lebar tak lebih dari 2,1 m, panjang tidak melebihi 9 m, tinggi melebihi 3,5 m dan dengan sumbu terberat mencapai 8 ton.
4. Jalan Kelas Khusus, merupakan jalan arteri yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan lebar lebih dari 2,5 m, panjang melebihi 18 m, tinggi melebihi 4,2 m dan dengan sumbu terberat mencapai lebih dari 10 ton.

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan			Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Lebar (m)	Panjang (m)	Tinggi (m)	
I	Arteri	2,5	18	4,2	10
	Kolektor				
II	Arteri	2,5	12	4,2	8

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan			Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Lebar (m)	Panjang (m)	Tinggi (m)	
III	Kolektor	2,1	9	3,5	8
	Lokal				
	Lingkungan				
	Arteri				

Sumber : (Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan)

### 2.3 Perkerasan Jalan

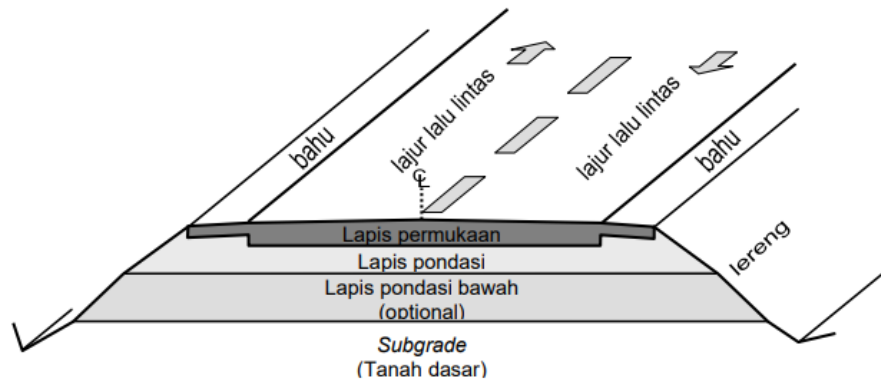
Dalam memilih jenis perkerasan dan menetapkan ketebalan lapisan perkerasan, penting untuk mempertimbangkan kemampuan dukungan tanah dasar, volume lalu lintas, kondisi lingkungan, masa pelayanan atau umur rencana, serta ketersediaan dan sifat-sifat material yang membentuk perkerasan jalan di area sekitarnya.

#### 2.3.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur merupakan perkerasan dengan material pengikat berupa aspal. Beban lalu lintas yang dipikul oleh lapisan lapisan perkerasan lentur kemudian disebarkan kedalam tanah. Perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan yang mampu menahan beban kendaraan yang melintas di atasnya. Material yang digunakan dalam perkerasan lentur diantaranya aspal, agregat, dan bahan tambahan seperti serat atau polimer (Sukirman, 2003).

Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yang bersifat fleksibel. Lapisan – lapisan tersebut dapat menyesuaikan dengan perubahan beban kendaraan dan kondisi lingkungan. Perkerasan lentur biasanya terdiri dari beberapa lapisan diantaranya lapisan pondasi, lapisan dasar, dan lapisan permukaan. Lapisan tersebut memiliki masing-masing peran dalam menahan beban dan menjaga keberlangsungan jalan. Perkerasan lentur umumnya digunakan di daerah dengan lalu lintas yang cukup padat atau digunakan pada daerah dengan karakteristik geologi tertentu yang memerlukan fleksibilitas tambahan. Kelebihan yang dimiliki perkerasan lentur yaitu sifatnya yang dapat menyesuaikan diri dengan pergerakan

tanah dan kondisi lingkungan yang berubah. Struktur pada perkerasan lentur seperti pada Gambar 2.1 (Sukirman 2010).

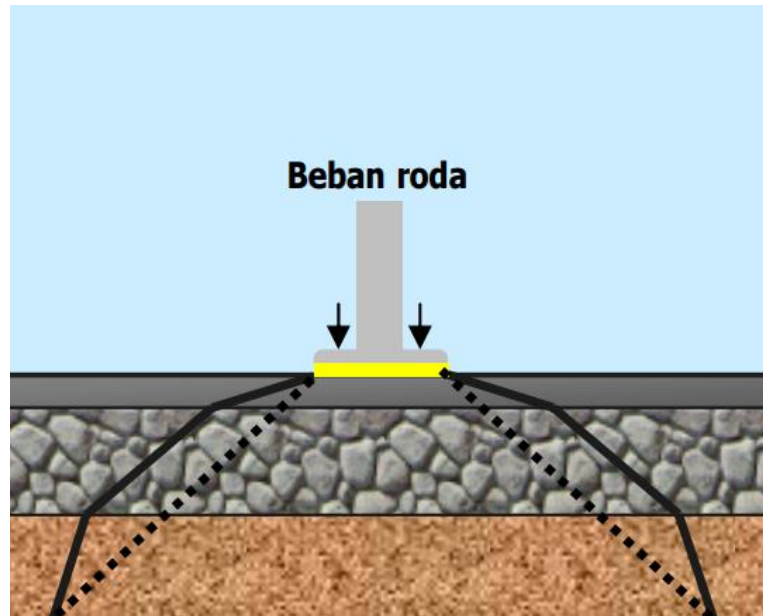


Gambar 2.1 Struktur perkerasan lentur

Berikut adalah lapisan-lapisan dan karakteristik pada perkerasan lentur :

1. Lapisan aspal, merupakan lapisan atas atau komponen terluar dari perkerasan lentur yang berfungsi sebagai pelindung dari air dan elemen lain. Aspal memberikan daya tahan terhadap gesekan dari roda kendaraan,
2. Agregat, berada di bawah lapisan aspal, agregat berfungsi menstabilkan struktural pada perkerasan lentur. Lapisan ini terdiri dari campuran batu pecah, pasir, dan bahan lainnya.
3. Lapisan dasar, berfungsi meyebarakan beban dari lapisan atas ke lapisan yang berada di bawahnya. Lapisan ini terdiri dari lapisan agregat kasar yang padat.
4. Pondasi, merupakan lapisan paling dasar dari perkerasan lentur yang memiliki tugas mendukung struktur perkerasan secara keseluruhan. Pondasi terdiri dari material tanah padat, kerikil atau lapisan agregat yang lebih tebal.

Keunggulan penggunaan perkerasan lentur dalam konstruksi perkerasan adalah kemampuan untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan serta dapat memberikan kenyamanan terhadap pengendara. Selain itu, perkerasan lentur memiliki biaya konstruksi yang lebih ekonomis dibandingkan dengan perkerasan kaku. Namun, perkerasan lentur memiliki umur rencana yang relatif lebih pendek yaitu 20 tahun jika dibandingkan dengan perkerasan kaku yang memiliki umur rencana selama 40 tahun. Perkerasan lentur juga rentan terhadap deformasi apabila tidak dirawat dengan baik (Sukirman 2010).



Gambar 2.2 Distribusi beban roda pada lapisan perkerasan lentur

### 2.3.2 Perkerasan Kaku ( *Rigid Pavement* )

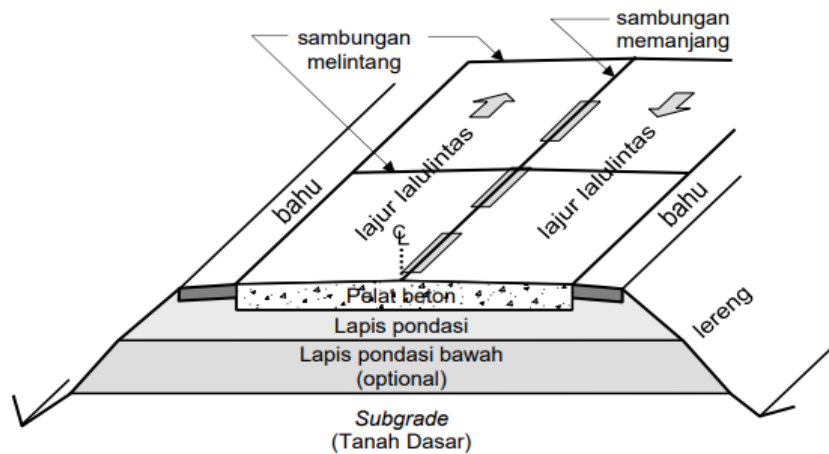
Berbeda dengan perkerasan lentur, perkerasan kaku atau *rigid pavement* merupakan perkerasan dengan material pengikat semen. Pada perkerasan kaku, beban dipikul oleh pelat beton (Sukirman, 1999). Dalam konstruksi perkerasan kaku, pelat beton diletakan di atas tanah dasar dengan atau tanpa dilapisi pondasi baik menggunakan tulangan ataupun tidak menggunakan tulangan. Perkerasan kaku terdiri dari material yang memiliki sifat relatif kurang fleksibel apabila dibandingkan dengan perkerasan lentur. Material yang digunakan pada konstruksi perkerasan kaku umumnya hanya terdiri dari satu bahan utama yaitu beton, yang kemudia dicor di atas lapisan yang kuat.

*Rigid pavement* atau perkerasan kaku pada umumnya digunakan pada jalan dengan lalu lintas yang relatif padat dan banyak dilalui oleh kendaraan berat karna sifatnya yang mampu menahan beban dengan baik. Dengan karakteristik yang dimiliki perkerasan kaku cocok digunakan pada jalan dengan lalu lintas berat seperti jalan tol dan jalan arteri primer. Keunggulan yang dimiliki perkerasan kaku yaitu umur layan yang lebih panjang dan tidak memerlukan banyak perawatan dibandingkan dengan perkerasan lentur.

Namun, perkerasan kaku memiliki fleksibilitas yang rendah dan lebih rentan mengalami kerusakan yang disebabkan pergerakan tanah dan getaran dari



kendaraan. Kerusakan yang kerap terjadi pada perkerasan kaku adalah keretakan (Sukirman,2010).



Gambar 2.3 Struktur perkerasan kaku

### 2.3.3 Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit merupakan perkerasan campuran antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Konstruksi perkerasan komposit dapat berupa lapisan perkerasan lentur diatas lapisan perkerasan kaku atau lapisan perkerasan kaku berada di atas lapisan perkerasan lentur (Sukirman, 2010). Kombinasi perkerasan kaku dan perkerasan lentur ini bertujuan untuk memanfaatkan kelebihan dari masing-masing material untuk mendapatkan kinerja yang optimal. Perkerasan komposit memiliki karakteristik diantaranya :

1. Kekuatan dan ketahanan, pemanfaatan kelebihan dari masing-masing material dapat mengoptimalkan kekuatan dan ketahanan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas.
2. Fleksibilitas, dengan memanfaatkan fleksibilitas dari perkerasan lentur dapat membantu mengendalikan pergerakan tanah dan pemanfaatan kekakuan perkerasan kaku dapat mengendalikan kemungkinan deformasi akibat perubahan suhu.
3. Kenyamanan berkendara, kombinasi dari kekakuan dan fleksibilitas memungkinkan perkerasan komposit untuk memberikan kenyamanan berkendara yang optimal bagi pengguna jalan.

4. Penyesuaian terhadap kondisi lokal, perkerasan komposit dirancang secara khusus untuk memenuhi kebutuhan dan kondisi lingkungan di lokasi tertentu. Hal ini memungkinkan dalam pengoptimalan kinerja perkerasan sesuai dengan faktor-faktor seperti iklim, karakteristik tanah dan volume lalu lintas.

Tabel 2.3 Perbedaan Perkerasan Jalan

No		Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan Pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul Rutting (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah dan timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah dan timbul tegangan dalam yang besar
5	Umur rencana	20 tahun	40 tahun
6	Penggunaan	Beban ringan-berat	Beban berat

Sumber : (Sukirman 2010)

#### 2.4 Kerusakan Jalan

Menurut Silvia Sukirman (1999), penyebab kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan diantaranya :

1. Pengulangan beban yang disebabkan oleh volume lalu lintas yang dapat menyebabkan peningkatan beban.
2. Air yang berasal dari air hujan, sistem drainase yang tidak bekerja optimal dan peningkatan ketinggian air disebabkan oleh kemampuan menyerap air melalui sifat kapilaritas.
3. Komposisi material perkerasan bisa dipengaruhi oleh karakteristik materi itu sendiri atau oleh kurang optimalnya proses pengolahan bahan.
4. Di Indonesia, cuaca tropis dengan suhu tinggi dan curah hujan yang melimpah, faktor-faktor ini dapat menjadi penyebab rusaknya kondisi jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil juga bisa menjadi faktor yang mempengaruhi.

6. Kurang optimalnya proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar juga dapat menyebabkan masalah.

#### **2.4.1 Jenis Kerusakan Jalan**

Dalam (Sukirman, 1999), Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor : 03/MN/B/1983 Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dikelompokkan menjadi :

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintergration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding of flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

##### **2.4.1.1 Retak (*cracking*)**

1. Retak Kulit Buaya

Suatu kondisi kerusakan dimana terdapat retakan memanjang yang saling terhubung dan menyerupai kulit buaya.

2. Retak Halus

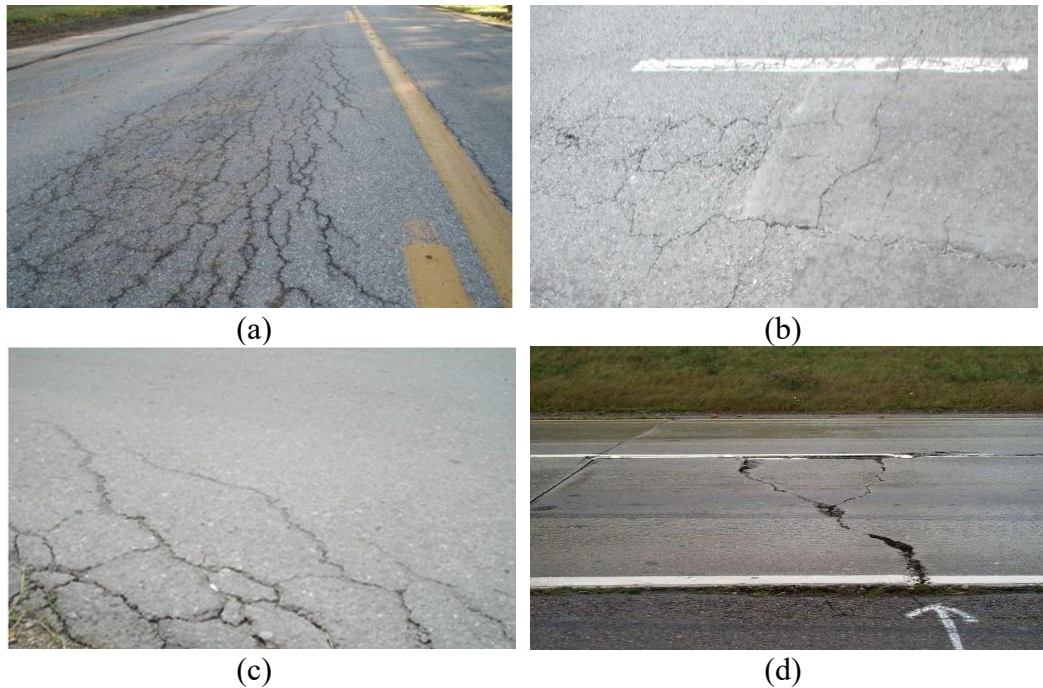
Retak ini dapat terjadi karena penyangga samping yang buruk, drainase yang buruk, penyusutan tanah, atau settlement di bawah tanah. Retak pinggir juga dapat disebabkan oleh akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan. Air dapat meresap di lokasi retak, menyebabkan kerusakan lebih lanjut pada permukaan (Sukirman, 2003).

3. Retak Pinggir

Retak dengan bentuk memanjang yang mengarah ke bahu jalan dapat bercabang atau tidak bercabang. Umumnya disebabkan oleh kondisi drainase yang kurang baik, kurangnya sanggaan dari samping, terjadinya penurunan tanah ataupun dapat disebabkan oleh akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan.

#### 4. Retak Sambungan Bahu dan Perkerasan

Pada umumnya terjadi pada sambungan bahu dan perkerasan berbentuk retak memanjang. Faktor penyebab terjadinya retakan ini dapat dikarenakan kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dibandingkan pada perkerasan atau dapat dikarenakan faktor lintasan kendaraan berat di bahu jalan.



Gambar 2.4 (a) Retak kulit buaya ; (b) Retak halus ; (c) Retak pinggir ; (d) Retak sambungan perkerasan

#### 5. Retak Sambungan Jalan

Retakan ini berbentuk memanjang dan terjadi pada dua lajur lalu lintas. Penyebab terjadinya retakan ini adalah kurang baiknya ikatan antara sambungan kedua lajur.

#### 6. Retak Sambungan Pelebaran Jalan

Bentuk retakan yang terjadi adalah memanjang antara sambungan perkerasan lama dan perkerasan pelebaran. Dapat disebabkan oleh perbedaan daya dukung dibawah pelebaran dan perkerasan lama.

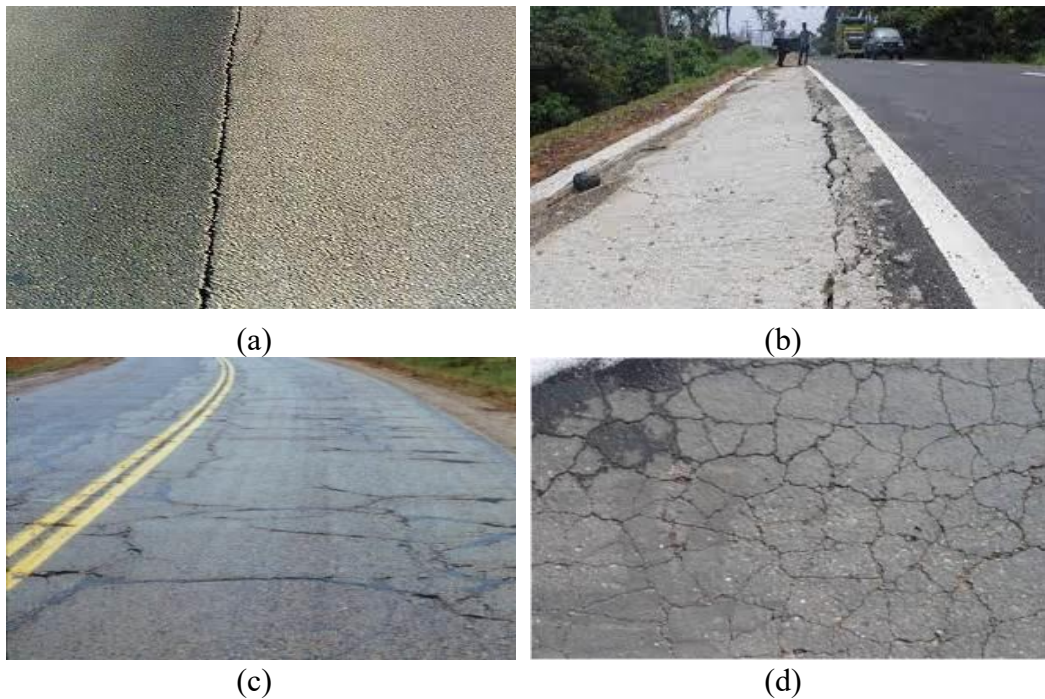
#### 7. Retak Refleksi

Kondisi ini terjadi pada lapisan tambahan, retakan yang terjadi berbentuk memanjang, diagonal, melintang ataupun berbentuk bujur sangkar dan menggambarkan pola retakan perkerasan yang berada di lapisan bawah.

Kerusakan ini terjadi apabila retakan di lapisan perkerasan lama belum diperbaiki, namun telah dilapisi perkerasan yang baru.

#### 8. Retak Susut

Retakan yang terjadi yang membentuk kotak besar yang saling berhubungan dengan sudut yang tajam.



Gambar 2.5 (a) Retak sambungan jalan ; (b) Retak sambungan pelebaran jalan ;  
(c) Retak Refleksi ; (d) Retak susut

#### 2.4.1.2 Distorsi (*distortion*)

Distorsi merupakan kerusakan pada perkerasan dimana terjadi perubahan bentuk yang disebabkan oleh kurang baiknya kondisi tanah, pemadatan akibat beban lalu lintas yang diakibatkan lapisan pondasi yang tidak padat (Sukirman, 1999). Kerusakan distorsi terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

##### 1. Alur

Alur disebabkan oleh pemadatan beban lalu lintas yang terjadi pada lintasan roda kendaraan yang sejajar dengan sumbu jalan. Terdapat genangan air pada alur yang akan mengakibatkan timbulnya kerusakan lain.

##### 2. Keriting

Berbentuk gelombang yang tegak lurus atau melintang pada permukaan perkerasan aspal yang disebabkan oleh deformasi plastis. Gelombang-gelombang ini memiliki jarak yang relatif seragam di sepanjang permukaan perkerasan dan biasanya terjadi di lokasi di mana lalu lintas sering bergerak dan berhenti, seperti pada daerah dengan turunan, tikungan tajam, atau persimpangan.

### 3. Sungkur

Perubahan bentuk permanen yang terjadi di area tertentu, biasanya di lokasi berhenti kendaraan, lereng curam, atau tikungan tajam.

### 4. Amblas

Di sebagian ruas jalan, peristiwa penurunan permukaan jalan secara lokal dapat terjadi. Penurunan ini dapat dikenali dengan adanya genangan air di area tertentu. Keberadaan penurunan ini dapat mempercepat timbulnya lubang pada perkerasan jalan.

### 5. Jembul

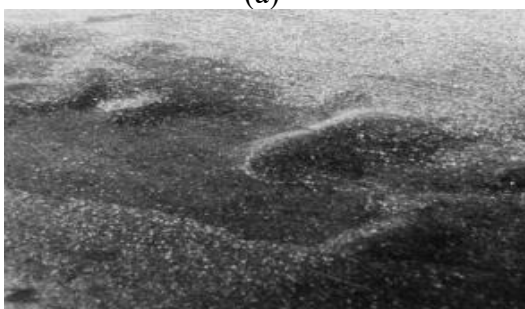
Peristiwa pengangkatan permukaan jalan secara lokal yang disebut jembul (*upheaval*), yang disebabkan oleh ekspansi tanah dasar karena keberadaan tanah yang ekspansif.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 2.6 (a) Alur ; (b) Keriting ; (c) Sungkur ; (d) Amblas ; (e) Jembul

### 2.4.1.3 Cacat Permukaan

Jenis kerusakan ini terbagi menjadi beberapa jenis, diantaranya :

#### 1. Lubang

Kerusakan lubang ditandai dengan kerusakan berbentuk rongga dengan ukuran beragam. Pada musim hujan, lubang akan tergenangi oleh air yang kemudian dapat meresap masuk ke lapisan di bawahnya yang memperparah kerusakan.

#### 2. Pelepasan Butir

Pelepasan butir memiliki ciri-ciri terlepasnya butiran agregat yang disebabkan material yang digunakan bermutu rendah, pelaksanaan konstruksi yang tidak sesuai atau terdapat air yang terjebak di dalam lapisan.

#### 3. Pengelupasan lapisan

Pengelupasan lapisan dapat disebabkan oleh buruknya pelaksanaan konstruksi dan pemilihan material. Ditandai dengan lapisan aspal yang tergerus karena agregat dan aspal tidak terikat sempurna.

### 2.4.1.4 Pengausan

Pada perkerasan lentur, material agregat merupakan material yang tidak tahan terhadap pengausan yang disebabkan oleh roda kendaraan. Pengausan terjadi ketika permukaan perkerasan menjadi licin dan dapat membahayakan lalu lintas.

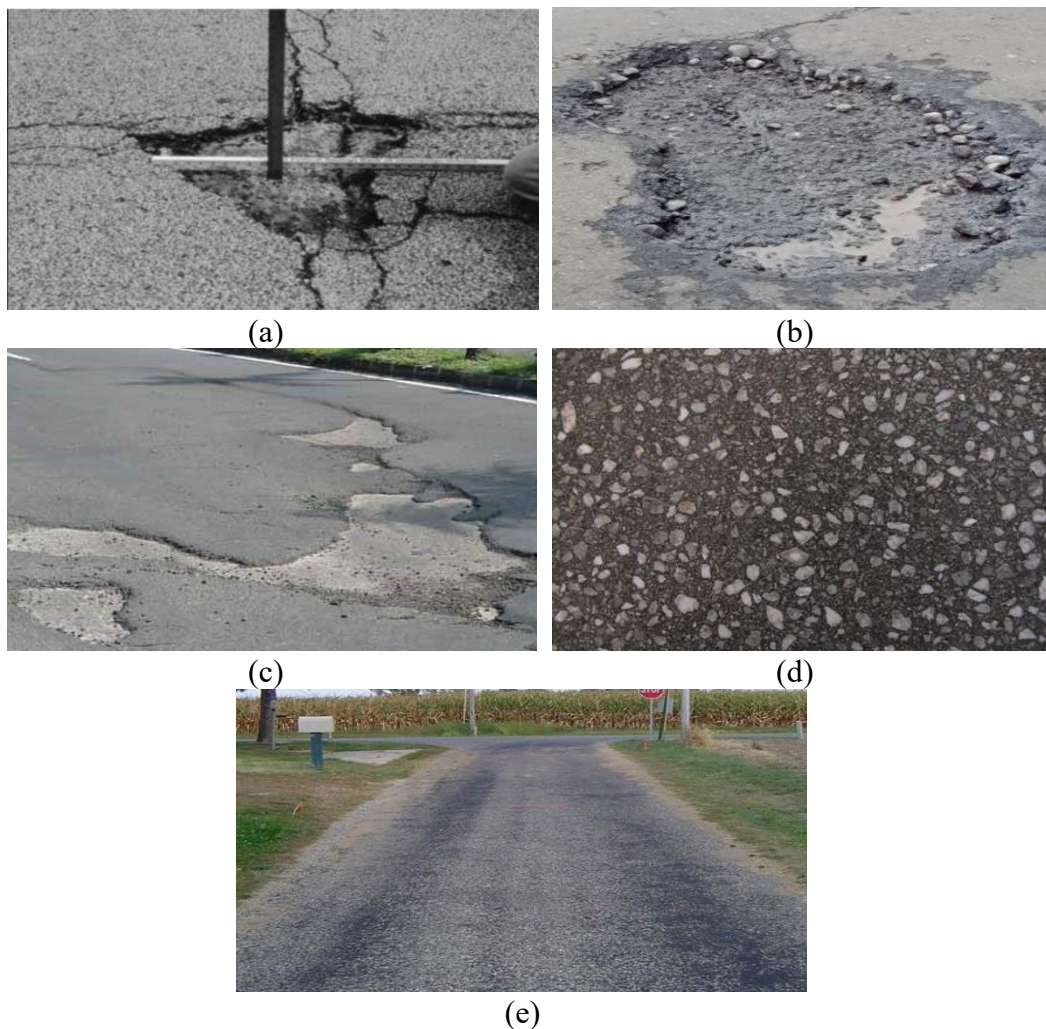
### 2.4.1.5 Kegemukan (bleeding or flushing)

Faktor terjadinya kerusakan kegemukan adalah suhu yang tinggi yang menyebabkan aspal menjadi leleh. Dalam kondisi suhu tinggi, kendaraan yang melintas akan meninggalkan jejak roda, dan membuat permukaan perkerasan

menjadi licin sehingga membahayakan pengendara. Campuran aspal yang tinggi dapat menjadi penyebab terjadi kegemukan.

#### 2.4.1.6 Penurunan pada Bekas Penanaman Utilitas

Penyebab kerusakan ini diakibatkan dari bekas penanaman utilitas yang tidak memenuhi syarat. Bekas penanaman utilitas pada dasarnya perlu dipadatkan sesuai dengan syarat yang berlaku. Cara memperbaiki kerusakan ini adalah dengan membongkar kembali dan dilapisi ulang dengan tata cara yang sesuai.



Gambar 2.7 (a) Lubang ; (b) Pelepasan Butir ; (c) Pengelupasan Lapisan ; (d) Pengausan ; (E) Kegemukan

#### 2.4.2 Derajat Kerusakan Jalann (DKJ)

Derajat Kerusakan Jalan dapat dihitung dan dinilai berdasarkan beberapa parameter spesifik yang berkaitan dengan kondisi fisik jalan tanpa



memperhitungkan beban lalu lintas saat ini. Nilai derajat kerusakan jalan yang kurang dari satu menunjukkan bahwa jalan tersebut mengalami keruntuhan kelelahan, tetapi dengan tingkat kerusakan yang tidak parah (Anggista 2017). Nilai ini dinyatakan dalam skala tertentu, di mana nilai kurang dari satu menunjukkan bahwa jalan tersebut mengalami keruntuhan kelelahan namun tidak parah. Analisis perhitungan nilai derajat kerusakan jalan akibat beban kendaraan. Berikut adalah prosedur perhitungan nilai derajat kerusakan jalan dari beban kendaraan pada jalan:

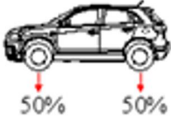
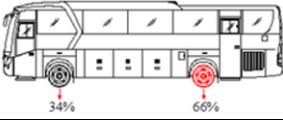
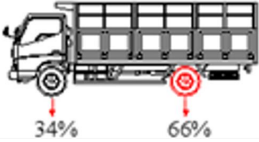
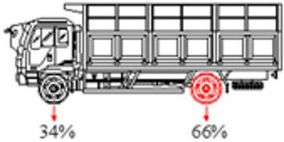
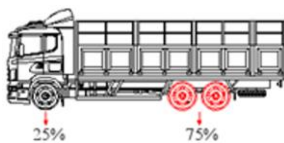
$$DKJ = \left( \frac{AL}{SAL} \right)^4 \quad 2.1$$



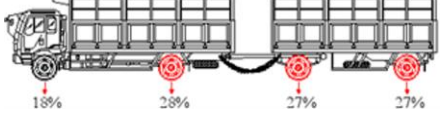
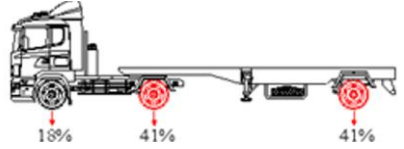
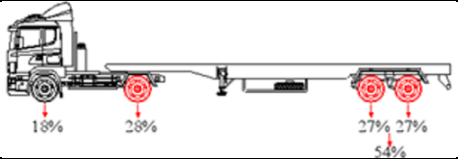
Keterangan :

AL = Pembagian distribusi beban per sumbu

SAL = Beban maksimum berdasarkan kelas jalan

Tabel 2.4 Konfigurasi Pembagian Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu dan Tipe	Berat Kosong (ton)	Berat Muatan Maksimum	Berat Total Maksimum (ton)	UE 18 KSAL Kosong	UE 18 KSAL Maksimum	⊙ Roda Tunggal Pada Ujung Sumbu
						⊙ Roda Ganda Pada Ujung Sumbu
1.1 HP	1,5	0,5	2	0,0001	0,0005	
1.2 Bus	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2 L Truk	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2 H Truk	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 Truk	5	20	25	0,0044	2,7416	

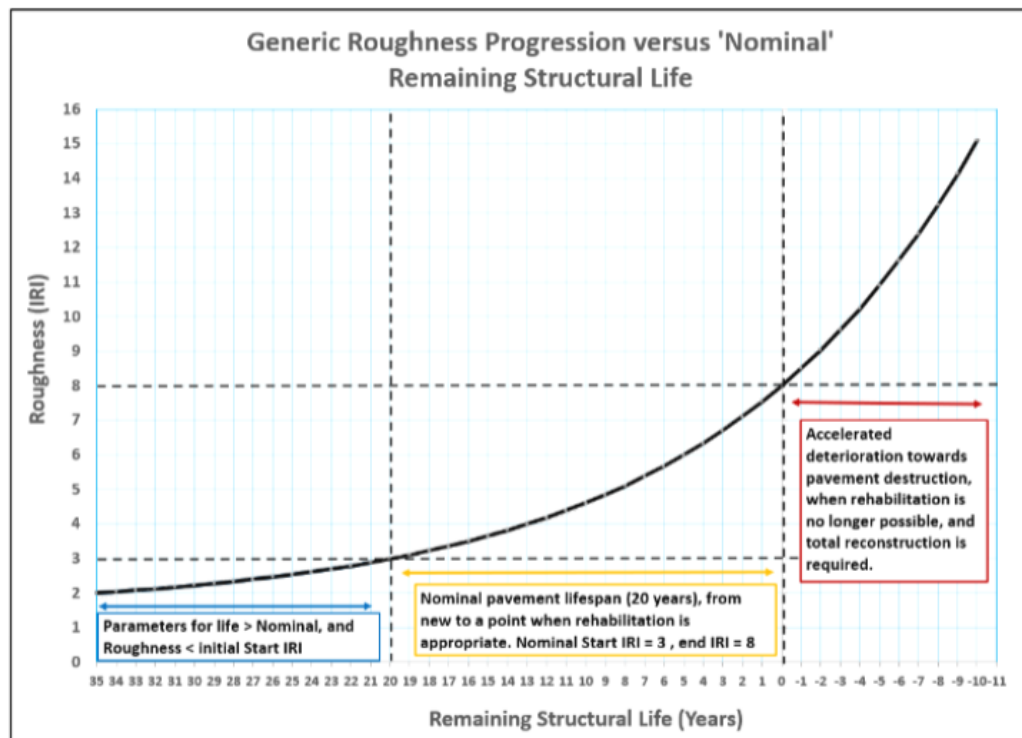
Konfigurasi Sumbu dan Tipe	Berat Kosong (ton)	Berat Muatan Maksimum	Berat Total Maksimum (ton)	UE 18 KSAL Kosong	UE 18 KSAL Maksimum	 Roda Tunggal Pada Ujung Sumbu
						 Roda Ganda Pada Ujung Sumbu
1.2 + 2.2 Trailer	6,4	25	31,4		3,9083	
1.2 - 2 Trailer	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2 - 2.2 Trailer	10	32	42	0,0327	10,183	

Sumber : ( Manual Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam No. 01/MN/BM/83 )

### 2.4.3 International Roughness Index (IRI)

IRI (*International Roughness Index*) adalah index yang menunjukkan besaran kekasaran permukaan jalan. Survey IRI ini dimaksud untuk mendapatkan data mengenai kondisi lapisan permukaan jalan. Survey ini dapat dilaksanakan secara visual atau dengan menggunakan alat NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*).

*International Roughness Index* (IRI) adalah parameter yang mengukur ketidakrataan jalan dengan menghitung jumlah perubahan vertikal permukaan jalan per satuan panjang (m/km). Ketidakrataan ini ditentukan dari jumlah kumulatif naik-turun permukaan sepanjang profil memanjang, yang kemudian dibagi dengan panjang permukaan jalan yang diukur (Koromath, Desei, and Kadir 2022).



Gambar 2.8 Model Penurunan Perkerasan Lentur

Untuk mencari nilai IRI apabila diketahui nilai *RSL* (*Remaining Structure Life*) dapat menggunakan rumus :

$$IRI = 1.52 + 6,480 \times EXP(-0,074 \times RSL) \quad 2.2$$

Keterangan :

*RSL* = nilai sisa umur struktur (*Remaining Structure Life*) dalam tahun

Untuk mendapatkan nilai IRI dapat menggunakan beberapa alat diantaranya dengan menggunakan NAASRA *Roughmeter*, *Roaddroid*, dan *Profilometer*. Pelaksanaan survey IRI dilakukan dua kali dalam satu tahun. Survey ini bertujuan untuk :

1. Menggambarkan kondisi jaringan jalan secara umum
2. Mengembangkan model penurunan kondisi perkerasan
3. Memberikan rekomendasi untuk mengoptimalkan pemeliharaan dan rehabilitasi jaringan transportasi jalan
4. Memberikan rekomendasi untuk pemodelan dalam mengevaluasi efektivitas standar perencanaan perkerasan dan kebijakan pemeliharaan, serta

menganalisis komponen biaya penyelenggaraan jalan dalam mendukung transportasi barang dan jasa.

#### 2.4.3.1 Upaya Penanganan Kondisi Perkerasan Sesuai Nilai IRI

Penanganan perkerasan berdasarkan nilai *International Roughness Index* (IRI) dilakukan untuk menjaga kenyamanan berkendara, keselamatan, dan memperpanjang umur layanan jalan. Nilai IRI digunakan untuk mengidentifikasi kondisi jalan apabila membutuhkan perawatan, mulai dari pemeliharaan rutin hingga rehabilitasi besar. Pengelompokan klasifikasi kondisi jalan berdasarkan nilai IRI dan penanganannya disajikan dalam Tabel 2.5. berikut ini :

Tabel 2.5 Opsi Penanganan Kerusakan Berdasarkan Nilai IRI

IRI	Kategori		Kebutuhan Penanganan
$IRI \leq 4$	Mantap	Baik	Pemeliharaan Rutin
$4 < IRI \leq 8$		Sedang	Pemeliharaan Berkala
$8 < IRI \leq 12$	Tidak Mantap	Rusak Ringan	Peningkatan Jalan
$IRI > 12$		Rusak Berat	Peningkatan Jalan

Sumber : (Pedoman No. 07/P/BM/2021)

Berikut adalah beberapa upaya penanganan perkerasan berdasarkan nilai IRI:

##### 1. Pemeliharaan Rutin:

###### a. Penambalan Celah dan Retakan

Memperbaiki celah dan retakan kecil pada permukaan jalan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Metode ini efektif untuk jalan dengan IRI rendah hingga sedang.

###### b. Perawatan Sistem Drainase

Memastikan sistem drainase berfungsi dengan baik untuk mencegah genangan air yang dapat mempercepat kerusakan jalan.

##### 2. Pemeliharaan Berkala:

###### a. *Overlay* Tipis (*Thin Overlay*)

Menambahkan lapisan tipis aspal di atas permukaan jalan yang ada untuk memperbaiki ketidakrataan dan memperpanjang umur jalan. Ini cocok untuk jalan dengan IRI sedang.

b. *Slurry Seal* dan *Micro Surfacing*

Mengaplikasikan campuran aspal emulsi dan agregat halus untuk memperbaiki permukaan jalan yang sudah aus dan meningkatkan kekesatan.

3. Rehabilitasi:

a. *Resurfacing*

Mengganti lapisan atas permukaan jalan dengan lapisan baru untuk memperbaiki kerusakan signifikan dan mengurangi IRI. Metode ini sering digunakan untuk jalan dengan IRI tinggi.

b. *Recycling* dan *Reclamation*

Menggunakan teknik daur ulang untuk memperbaiki struktur jalan yang lebih dalam. Material lama dihancurkan, dicampur dengan material baru, dan digunakan kembali sebagai lapisan dasar atau permukaan baru.

4. Rekonstruksi:

a. *Full-Depth Reconstruction*

Mengganti seluruh struktur jalan, termasuk lapisan dasar dan permukaan, ketika kerusakan sangat parah dan pemeliharaan atau rehabilitasi tidak lagi efektif. Ini biasanya diterapkan pada jalan dengan IRI yang sangat tinggi dan kerusakan struktural signifikan.

Pemilihan metode perbaikan ini didasarkan pada evaluasi kondisi jalan, termasuk nilai IRI, jenis dan tingkat keparahan kerusakan, serta anggaran yang tersedia. Alat pengukur seperti *RoadLab Pro* dapat membantu menentukan IRI dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan segera.

Bentuk Penanganan	Kegiatan
Rekonstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai dengan prosedur analisis yang diberikan pada MDP</li> <li>• Umur rencana 20 tahun masing-masing untuk perkerasan lentur</li> <li>• Nilai ketidakrataan (IRI) setelah konstruksi menjadi 3</li> <li>• Bentuk penanganan sesuai dengan kisaran rekonstruksi 1 s/d 8 (lentur)</li> <li>• Pekerjaan rekonstruksi mencakup :</li> </ul>

Bentuk Penanganan	Kegiatan
	a. Penggantian seluruh konstruksi perkerasan b. <i>Recycling</i> di tempat
Rekonstruksi - HRM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemeliharaan berat pada perkerasan untuk mempertahankan kondisi agar tetap dapat dilalui lalu lintas hingga penanganan tahun berikutnya</li> </ul>
Rehabilitasi Mayor – Pelapisan Ulang Struktural ( <i>Structural Overlay</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai dengan prosedur analisis yang diberikan pada MDP</li> <li>• Umur rencana 10 tahun masing-masing untuk perkerasan lentur</li> <li>• Pelapisan ulang dengan lapisan aspal tebal 50mm/60mm/70mm/80mm/100mm/120mm/150mm</li> <li>• Nilai ketidarrataan menjadi 3 setelah konstruksi</li> </ul>
Rehabilitasi Minor – Pelapisan ulang fungsional ( <i>functional overlay</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesuai dengan prosedur analisis yang diberikan pada MDP</li> <li>• Umur rencana 10 tahun masing-masing untuk perkerasan lentur</li> <li>• Pelapisan ulang dengan lapisan aspal tebal 50mm/60mm/70mm/80mm</li> <li>• Nilai ketidarrataan setelah konstruksi menjadi 3</li> <li>• Kebutuhan pengupasan dan pelapisan kembali (<i>mill and inlay</i>) ditentukan sesuai kondisi setempat.</li> </ul>
Rehabilitasi – Penanganan Bertahap	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk kebutuhan penanganan efektif hingga 80mm, penanganan bertahap dengan pelapisan ulang lapisan aspal 40mm</li> <li>• Untuk kebutuhan penanganan efektif antara 100mm dan 150mm, penanganan bertahap dengan pelapisan ulang lapisan aspal 80mm</li> </ul>
Pemeliharaan dan Preservasi	<p>Pemeliharaan rutin antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemeliharaan terhadap bagian jalan yang tidak berkaitan langsung dengan perkerasan, seperti : pemotongan rumput, pembersihan saluran samping/gorong-gorong, perbaikan minor marka jalan dan perbaikan minor lainnya.</li> </ul> <p>Pemeliharaan rutin kondisi anatara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sama seperti pemeliharaan rutin + pemeliharaan permukaan perkerasan seperti : penutupan lubang (<i>patching potholes</i>), penutupan dan atau pengisian retak (<i>crack sealing, crack filling</i>), perbaikan tepi perkerasan dsb.</li> </ul> <p>Pemeliharaan rutin dan pemantauan antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sama seperti pemeliharaan rutin kondisi + pekerjaan pemantauan terhadap tingkat kerusakan secara lebih intensif untuk mengetahui dan mengantisipasi kerusakan lebih awal akibat sisa umur rencana yang rendah.</li> </ul>

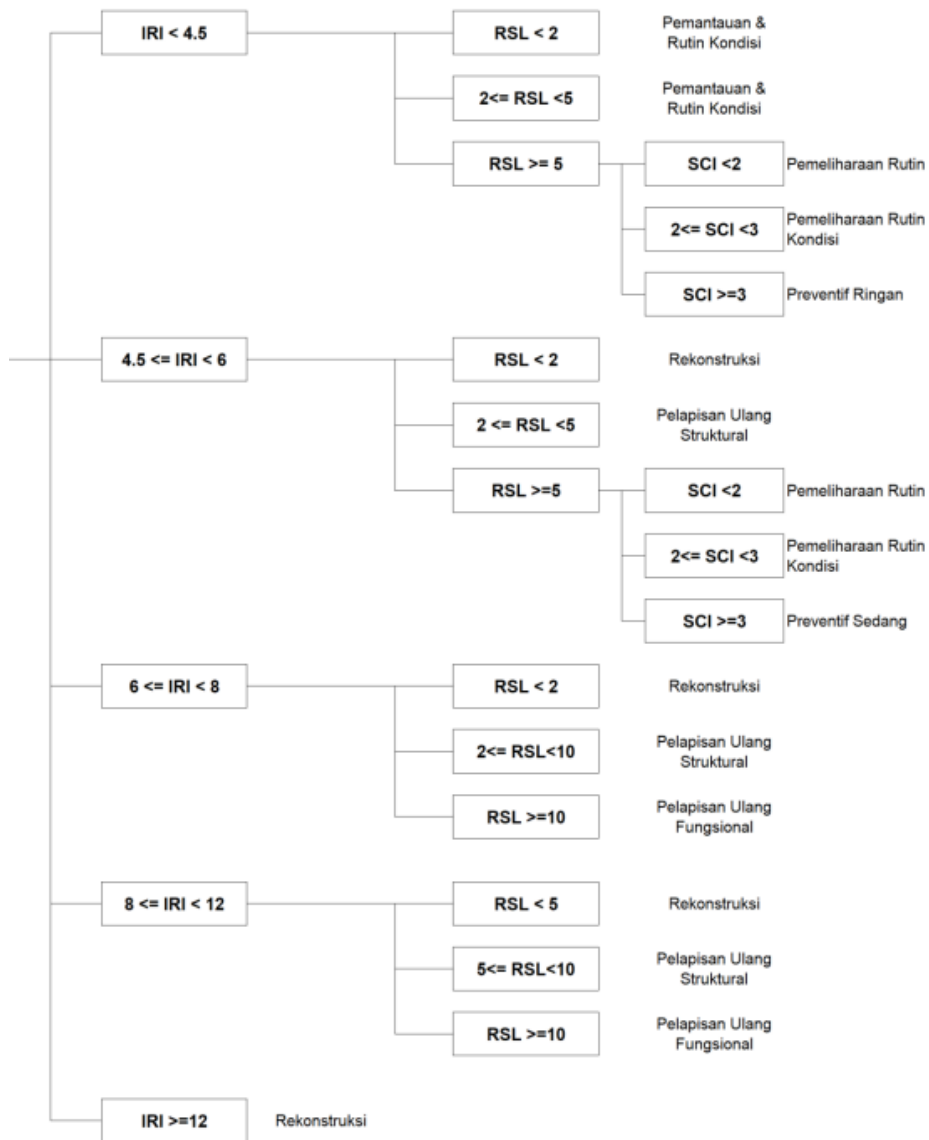
Bentuk Penanganan	Kegiatan
	Penanganan preventif – tipis, pilihan sesuai kondisi setempat, antara lain : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspal peremaja (<i>binder rejuvenation : fog seal</i>)</li> <li>• Penutupan retak (<i>crack sealing</i>)</li> <li>• Pengisian retak (<i>crack filing</i>)</li> <li>• Burda/burtu (<i>spray bitumen chip seal</i>)</li> <li>• Laburan aspal (<i>spray bitumen sand seal</i>)</li> <li>• Latakir (<i>sand sheet</i>)</li> <li>• Bubur aspal emulsi (<i>emulsified asphalt slurry seal</i>)</li> </ul> Penanganan preventif – sedang, pilihan sesuai kondisi setempat, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikro aspal emulsi modifikasi polimer (<i>micro surfacing</i>)</li> <li>• Lapis tipis beton aspal LTBA (<i>Ultra-thin asphalt and thin matrix asphalt</i>)</li> <li>• 30mm asphalt</li> </ul>

Sumber : (Pedoman No. 07/P/BM/2021)

Tabel 2.6 Jenis Penanganan dan Perubahan Nilai IRI setelah Penanganan

Nilai IRI \ Jenis Penanganan	Perubahan IRI setelah Penanganan				
	< 4,5	4,5 - 6	6 - 8	8 - 12	> 12
<b>Penanganan Normal</b>					
Rekonstruksi	-	ke-3	ke-3	ke-3	ke-3
Rehabilitasi Mayor	ke-3	ke-3	ke-3	ke-3	ke-3
Rehabilitasi Minor	-	ke-3	ke-3	ke-3	ke-3
Pemeliharaan Preventif	detmod	detmod	-	-	-
Pemeliharaan rutin	detmod	detmod	detmod	detmod	detmod
Pemeliharaan rutin + Pemantauan	detmod (untuk RSL < 5)				
Pelebaran	perubahan IRI disamakan dengan besar perubahan IRI akibat penanganan pada lajur jalan eksisting				
<b>Penanganan Sementara</b>					
Penundaan Penanganan	detmod	detmod	detmod	detmod	detmod
Penanganan secara bertahap dengan pelapisan ulang tebal 40 mm atau 80 mm	detmod	detmod	detmod	detmod	detmod
Holding (HRM)			tidak berubah	tidak berubah	tidak berubah

Sumber : (Pedoman No. 07/P/BM/2021 )



Gambar 2.9 Konsep Pengambilan Keputusan Penanganan Perkerasan Lentur  
Sumber : (Pedoman No. 07/P/BM/2021)

## 2.5 Umur Rencana Perkerasan

Umur rencana perkerasan merujuk pada estimasi masa penggunaan atau masa pelayanan yang direncanakan untuk sebuah perkerasan jalan sebelum memerlukan perbaikan. Ini merupakan perkiraan mengenai seberapa lama perkerasan tersebut dapat berfungsi dengan baik tanpa mengalami kerusakan yang signifikan atau menurunnya kinerja (Julindra Aidi, Sjelly Haniza, and Saleh 2022).



Dalam perencanaan umur perkerasan melibatkan beberapa faktor termasuk jenis material perkerasan yang digunakan, volume lalu lintas yang diperkirakan, karakteristik lingkungan, kualitas konstruksi dan faktor lainnya yang dapat memengaruhi umur pakai perkerasan. Faktor-faktor seperti iklim, tingkat lalu lintas, pemeliharaan rutin, dan teknologi konstruksi juga dapat memengaruhi umur rencana perkerasan (Trimayanita, 2021). Oleh karena itu, perencanaan umur rencana perkerasan harus mempertimbangkan semua faktor tersebut untuk memberikan estimasi yang akurat dan memastikan keberhasilan jangka panjang infrastruktur jalan.

Perencanaan umur perkerasan merupakan hal yang penting dalam membantu mengelola infrastruktur secara efisien. Dengan memperkirakan masa guna jalan, pihak-pihak terkait dapat merencanakan pemeliharaan yang tepat waktu dan penggantian perkerasan yang diperlukan untuk menjaga kinerja jalan dan ESAL keselamatan pengguna jalan.

## **2.6 Sisa Umur Rencana Perkerasan**

Penurunan umur rencana perkerasan merujuk pada situasi di mana perkerasan jalan tidak mencapai masa pelayanan yang diharapkan atau direncanakan sebelumnya (Hazifa, Nurdin, and Kumalasari 2022). Hal ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain:

1. Peningkatan Lalu Lintas: Jika volume lalu lintas melebihi perkiraan awal, maka perkerasan jalan akan mengalami pemakaian yang lebih cepat dan lebih berat dari yang direncanakan, yang dapat menyebabkan penurunan umur rencana perkerasan.
2. Kondisi Lingkungan yang Ekstrem: Faktor-faktor seperti curah hujan yang tinggi, fluktuasi suhu yang ekstrem, atau kelembaban yang tinggi dapat mempercepat proses degradasi perkerasan jalan dan mengurangi umur rencananya.
3. Kualitas Material yang Buruk: Penggunaan material yang kurang berkualitas atau kurang sesuai dengan persyaratan teknis dapat menyebabkan perkerasan jalan menjadi rentan terhadap kerusakan lebih awal dari yang direncanakan.

4. Kurangnya Pemeliharaan: Kurangnya pemeliharaan rutin atau penundaan dalam perbaikan yang diperlukan juga dapat mempercepat penurunan umur rencana perkerasan. Pemeliharaan yang tidak tepat waktu dapat memungkinkan kerusakan yang sudah terjadi berkembang menjadi lebih parah.
5. Teknik Konstruksi yang Tidak Optimal: kesalahan dalam teknik konstruksi seperti ketebalan yang tidak memadai, ketidaksesuaian antara material lapisan, atau kesalahan dalam proses konstruksi lainnya dapat mengurangi umur rencana perkerasan.

Penting untuk mengidentifikasi dan memahami penyebab penurunan umur rencana perkerasan agar tindakan perbaikan dan pemeliharaan yang tepat dapat diambil untuk memperpanjang umur pakai jalan dan menjaga keamanan pengguna jalan. Perkerasan jalan diharapkan memiliki kinerja optimal dan tetap kokoh hingga mencapai masa pelayanan yang direncanakan sebelumnya. Namun, yang terjadi di lapangan adalah perkerasan telah mengalami kerusakan sebelum akhir umur rencana. Untuk mengetahui sisa umur rencana yang disebabkan oleh kendaraan beban Berlebih (*Overload*), perlu diketahui sisa umur perkerasan dengan cara membandingkan sisa umur rencana yang disebabkan oleh beban Berlebih (*Overload*) dan sisa umur rencana dengan beban Normal. Dalam metode (AASHTO 1993) untuk menghitung sisa umur rencana menggunakan persamaan :

$$RL = 100 \left[ 1 - \frac{N_p}{N_{1,5}} \right] \quad 2.3$$

Keterangan :

RL = *Remaining Life* (%)

NP = *Total traffic* pada tahun ke-n (ESAL)

$N_{1,5}$  = *Total traffic* pada kondisi perkerasan berakhir (*failure*) (ESAL)

Sisa umur struktur perkerasan atau *Remaining Structure Life* (RSL) dapat dihitung dari data lendutan atau ketidakrataan permukaan (IRI) apabila data lendutan tidak tersedia. Perhitungan tersebut dapat menggunakan metode Bina Marga dengan pendekatan terhadap nilai IRI dengan rumus sebagai berikut :

$$RSL = Max \left( \left( \frac{[LN(IRI-1,52)]}{6,480} \right) \right) \quad 2.4$$

$$-0,074$$

Catatan :

- Untuk nilai IRI kurang dari 0, maka diambil nilai RSL = 0

Keterangan :

RSL = nilai sisa umur struktur (*Remaining Structure Life*) dalam tahun

IRI = *International Roughness Index*

Tabel 2.7 Skala Penilaian IKP Sisa Umur Struktur Perkerasan

Skor IKP Sisa Umur Struktur Perkerasan	Deskripsi	Rentang RSL (tahun)
1	Sangat baik	RSL > 15
2	Baik	10 < RSL ≤ 15
3	Sedang	5 < RSL ≤ 10
4	Rusak ringan	1 < RSL ≤ 5
5	Rusak berat	RSL ≤ 1

Sumber : (Pedoman No. 07/P/BM/2021)

*Remaining Structural Life (RSL)* dari perkerasan mengacu pada perkiraan sisa waktu jalan dapat berfungsi dengan baik sebelum memerlukan rehabilitasi atau rekonstruksi. Salah satu faktor kunci dalam mengevaluasi *RSL* adalah *International Roughness Index (IRI)*, yang mengukur kehalusan atau kekasaran permukaan jalan.

## 2.7 Beban Lalu Lintas

Dalam perancangan perkerasan dibutuhkan beberapa parameter, diantaranya (Kusnandar 2012):

1. Nilai daya dukung tanah
2. Kualitas bahan perkerasan
3. Kriteria keruntuhan perkerasan
4. Faktor regional
5. Beban lalu lintas

Beban lalu lintas adalah tekanan yang diberikan oleh kendaraan pada permukaan jalan melalui kontak antara ban dan jalan (Sukirman 2010). Ini merupakan tekanan dinamis yang terjadi berulang kali selama masa penggunaan jalan. Jumlah beban lalu lintas dipengaruhi oleh berbagai faktor kendaraan, seperti:

1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan
2. Beban sumbu dan roda kendaraan
3. Tekanan ban
4. Volume lalu lintas
5. Pengulangan sumbu beban
6. Penyebaran alus lalu lintas pada perkerasan jalan
7. Kecepatan kendaraan.

Menurut untuk analisis lalu lintas, kendaraan dibagi menjadi beberapa kategori yang mencakup kendaraan bermotor dan non-bermotor (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Dapat dilihat dalam tabel dibawah :

Tabel 2.8 Klasifikasi Jenis Kendaraan Menurut IRMS, DJBM 1992 dan PKJI 2023

IRMS		DJBM 1992		PKJI (2023)	
Kelas	Jenis Kendaraan	Kelas	Jenis Kendaraan	Kelas	Jenis Kendaraan
1	Sepeda motor, skuter, kendaraan roda tiga	1	sepeda motor, skuter, sepeda kumbang, dan sepeda roda tiga	1	SM : kendaraan bermotor roda dua dan tiga dengan panjang < 2,5 m
2	sedan, jip, station wagon	2	sedan, jip, station wagon	2	MP : mobil penumpang 4 tempat duduk, mobil penumpang 7 tempat duduk, mikro bus, mobil angkutan barang kecil, mobil angkutan barang sedang dengan panjang kurang dari sama dengan 5,5 m
3	opelet, <i>pickup</i> , kombi, dan minibus	3	opelet, pickup-opelet, kombi dan minibus		
4	pickup, truk kecil, dan mobil hantaran	4	pickup, truk kecil dan mobil hantaran		
5a	bus kecil	5	bus	3	KS : bus sedang dan mobil angkutan barang dua sumbu
5b	bus besar				

IRMS		DJBM 1992		PKJI (2023)	
Kelas	Jenis Kendaraan	Kelas	Jenis Kendaraan	Kelas	Jenis Kendaraan
					dengan panjang kurang dari sama dengan 9 m
6	truk 2 sumbu	6	truk 2 sumbu	4	BB : bus besar dua dan tiga sumbu dengan panjang sampai 12 m
7a	truk 3 sumbu	7	truk 3 sumbu atau lebih dan gandengan	5	TB : mobil angkutan barang tiga sumbu, truk gandeng, dan truk tempel ( <i>semitrailer</i> ) dengan panjang > 12 m
7b	truk gandengan				
7c	truk tempelan ( <i>semi trailer</i> )				
8	KTB : (sepeda, becak, dokar, kretek, andong)	8	KTB : sepeda, becak, dokar, kretek, andong		KTB : sepeda, becak, kendaraan ditarik hewan

Sumber : (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

### 2.7.1 *Vehicle Damage Factor (VDF)*

*Vehicle damage factor (VDF)* atau merupakan besarnya pengaruh beban suatu sumbu kendaraan terhadap kerusakan jalan (Sedarhananto, 1995). VDF merupakan komparasi tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh suatu lajur beban sumbu tunggal kendaraan dalam satu kali lintasan. Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas diubah ke dalam beban Normal (ESA) dengan menggunakan VDF.

Angka ekivalen dari beban sumbu kendaraan menunjukkan komparasi presentasi kerusakan yang dihasilkan oleh suatu jalur beban sumbu tunggal kendaraan yang diakibatkan oleh jalur beban normal sumbu tunggal dengan berat 8,16 ton. Bina Marga memberikan rumus ekivalen beban sumbu sebagai berikut :

$$E_{STRT} = \left( \frac{\text{beban sumbu(ton)}}{5,4} \right)^4 \quad 2.5$$

$$E_{STRG} = \left( \frac{\text{beban sumbu(ton)}}{8,16} \right)^4 \quad 2.6$$

$$E_{STdRG} = \left( \frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13,76} \right)^4 \quad 2.7$$

$$E_{STrTG} = \left( \frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18,45} \right)^4 \quad 2.8$$

Keterangan :

E : angka ekivalen beban sumbu kendaraan

SRTR : Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG : Sumbu Tunggal Roda Ganda

STdRG : Sumbu Tandem Roda Ganda

STrRG : Sumbu Triple Roda Ganda

### 2.7.2 Muatan Sumbu Terberat

Muatan Sumbu Terberat (MST) adalah besar maksimum tekanan kendaraan terhadap jalan. Jalan umum memiliki beberapa kategori kendaraan yang dapat beroperasi di ruas jalan tersebut, yaitu :
















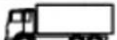


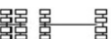

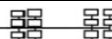

1. Kendaraan kecil dengan Muatan Sumbu Terberat (MST)  $\leq 8$  ton  
Dapat beroperasi di ruas jalan lingkungan, jalan lokal, jalan kolektor, dan jalan arteri.
2. Kendaraan sedang dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) 8 Ton  
Dapat beroperasi di ruas jalan kolektor dan arteri, dengan izin terbatas. Kategori ini dilarang beroperasi pada ruas jalan lingkungan dan jalan lokal.
3. Kendaraan besar dengan Muatan Sumbu Terberat (MST)  $\leq 10$  ton  
Dapat beroperasi hanya pada ruas jalan arteri.
4. Kendaraan besar dengan Muatan Sumbu Terberat (MST)  $> 10$  ton  
Dapat beroperasi secara terbatas pada jalan arteri saja.

Perhitungan Muatan Sumbu Terberat mengacu pada prinsip keseimbangan momen gaya. Pada kendaraan dengan konfigurasi 1.1 Muatan Sumbu Terberat biasanya berada di sumbu belakang.

### 2.7.3 Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Kendaraan angkutan barang pada dasarnya dirancang untuk mengangkut muatan dengan kapasitas yang telah ditentukan. Pada kendaraan angkutan barang, konfigurasi sumbu tiap kendaraan telah disesuaikan dengan kapasitas muatan dan berat yang diizinkan.

Tabel 2.9 Golongan Dan Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Golongan	Kelompok Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kode
1	Sepeda Motor, Kendaraan Roda 3			
2	Sedan, Jeep, <i>Station Wagon</i>			1.1
3	Angkutan Penumpang Sedang			1.1
4	<i>Pick Up</i> , <i>Micro Truck</i> Dan Mobil Hantaran			1.1
5a	Bus Kecil			1.1
5b	Bus Besar			1.2
6a	Truk Ringan 2 Sumbu			1.1
6b	Truk Sedang 2 Sumbu			1.2
7a	Truk 3 Sumbu			1.2.2
7b	Truk Gandengan			1.2.2-2.2
7c	Truk Semi Trailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan Tidak Bermotor			

Sumber : (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah 2004)

Tabel 2.10 Berat Total Kendaraan Pada Tiap Golongan Kendaraan

Kategori	Bina Marga	Kelas	Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Nilai	Dimensi/Jarak Sumbu Kendaraan Berdasarkan EURO13 (m)						Berat maksimum berdasarkan JBI dan JBKI Kementerian Perhubungan (ton)					
						TP	A1	A2	A3	A4	A5	GVW	A1T	A2T	A3T	A4T	A5T
0	1	10	2	1.1	min	0.90	0.90										
					maks	2.00	2.00					1					
0	2	20	2	1.1	min	1.71	1.71										
					maks	3.50	3.50					3.5					
0	3,4	30	2	1.1	min	1.89	1.89										
					maks	2.96	2.96					3.5					
0	3	31	3	1.1 - 1	min	3.79	1.89	1.90									
					maks	6.97	2.96	4.01				5					
0	3	32	4	1.1 - 11	min	6.44	1.89	3.50	1.05								
					maks	10.28	2,96	6.01	1.31			5					
0	3	33	4	1.1 - 11	min	4.29	1.89	1.90	50								
					maks	10.31	2.99	6.01	1.31			5					
1	6b	40	2	1.1	min	2.99	2.99										
				Truk 2 Sumbu	maks	4.51	4.51					16	6	10			
2	7a	50	3	11.2	min	3.00	1.00	2.00									
				Truk 3 Sumbu	maks	8.92	1.91	7.01				21	5	6	10		
2	7a	51	3	1.22	min	3.00	2.00	1.00									
				Truk 3 Sumbu	maks	8.92	7.01	1.91				24	6	9	9		



Kategori	Bina Marga	Kelas	Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Nilai	Dimensi/Jarak Sumbu Kendaraan Berdasarkan EURO13 (m)						Berat maksimum berdasarkan JBI dan JBKI Kementerian Perhubungan (ton)					
						TP	A1	A2	A3	A4	A5	GVW	A1T	A2T	A3T	A4T	A5T
2	7a	57	3	1.222	min	5.00	3.00	1.00	1.00								
				Truk 4 sumbu	maks	14.03	9.01	2.51	2.51			30	6	8	8	8	
2	7a	58	4	11.22	min	4.00	1.00	2.00	1.00								
				Truk 4 sumbu	maks	15.92	1.91	12.10	1.91			33	6	7	10	10	
2	7a	59	5	11.222	min	5.00	1.00	2.00	1.00	1.00							
				Truk 5 sumbu	maks	17.74	1.91	12.01	1.91	1.91		37	6	7	8	8	8
3	7b	60	3	1.2 - 1	min	4.55	2.65	1.90									
				Truk trailer	maks	13.22	9.21	4.01				26	6	10	10		
3	7b	61	4	1.2 - 2.2	min	7.46	2.96	2.00	2.50								
				Truk trailer	maks	36.03	12.01	12.01	12.01			36	6	10	10	10	
3	7b	62	4	1.2 - 2.2	min	5.96	2.96	2.50	2.50								
				Truk trailer	maks	20.73	9.21	9.01	2.51			36	6	10	10	10	
3	7b	63	5	1.2 - 2.22	min	6.00	2.00	1.00	2.00	1.00							
				Truk trailer	maks	37.94	12.01	12.01	12.01	1.91		46	6	10	10	10	10
3	7b	70	5	1.22 - 2.2	min	7.40	2.00	1.00	1.90	2.50							
				Truk trailer	maks	37.94	12.01	1.91	12.01	12.01		46	6	10	10	10	10
3	7b	71	6	1.22 - 2.22	min	7.90	2.00	1.00	1.90	2.00	1.0						
				Truk trailer	maks	39.80	12.00	1.90	12.00	12.00	1.9	46	6	10	10	10	10

Kategori	Bina Marga	Kelas	Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Nilai	Dimensi/Jarak Sumbu Kendaraan Berdasarkan EURO13 (m)						Berat maksimum berdasarkan JBI dan JBKI Kementerian Perhubungan (ton)					
						TP	A1	A2	A3	A4	A5	GVW	A1T	A2T	A3T	A4T	A5T
4	7c	100	3	1.2 - 2	min	5.90	1.89	4.01									
				Truk semi trailer	maks	16.00	4.00	12.00				26	6	10	10		
4	7c	101	4	1.2 - 22	min	6.44	1.89	3.50	1.05								
				Truk semi trailer	maks	18.51	4.00	12.00	2.51			34	6	10	9	9	
4	7c	102	5	1.2 - 222	min	5.40	2.00	2.00	0.70	0.70							
				Truk semi trailer	maks	27.63	12.01	12.00	1.81	1.81		46	6	10	10	10	10
4	7c	110	4	11.2 - 2	min	4.90	1.00	1.90	2.00								
				Truk semi trailer	maks	25.92	1.91	12.01	12.00			31	5	6	10	10	
4	7c	111	4	1.22 - 2	min	3.70	1.70	1.00	1.00								
				Truk semi trailer	maks	19.17	5.26	1.91	12.00			36	6	10	10	10	
4	7c	112	5	1.22 - 22	min	5.70	1.70	1.00	2.00	1.00							
				Truk semi trailer	maks	21.68	5.26	1.91	12.00	2.51		46	6	10	10	10	10
4	7c	113	5	11.2 - 22	min	5.90	1.00	1.90	2.00	1.00							
				Truk semi trailer	maks	28.43	1.91	12.01	12.00	2.51		41	5	6	10	10	10

Kategori	Bina Marga	Kelas	Jumlah Sumbu	Konfigurasi Sumbu	Nilai	Dimensi/Jarak Sumbu Kendaraan Berdasarkan EURO13 (m)						Berat maksimum berdasarkan JBI dan JBKI Kementrian Perhubungan (ton)					
						TP	A1	A2	A3	A4	A5	GVW	A1T	A2T	A3T	A4T	A5T
4	7c	120	6	1.22 - 222	min	6.90	1.90	1.00	2.00	1.00	1.00						
				Truk semi trailer	maks	22.95	5.25	1.90	12.00	1.90	1.90	46	6	10	10	10	10
5	5b	41	2	1.2	min	4.51	4.51										
				bus	maks	7.00	7.00					16	6	10			
5	5b	56	3	1.22	min	3.00	2.00	1.00									
				bus besar	maks	13.89	12.00	1.89				24	6	9	9		
6		140		kendaraan lain-lain ( di luar klasifikasi)													

Sumber : (Dirjen Bina Marga Pd-15-2018-B )

Keterangan :

TP : Total panjang dari sumbu satu sumbu ke sumbu terakhir

AX : jarak sumbu ke-x ke sumbu berikutnya (x = 1,2,3,4,5)

GVW : berat total kendaraan

AXT : berat sumbu ke-x ( x=1,2,3,4,5)

## 2.8 Lalu Lintas

Perencanaan infrastuktur jalan harus memerhatikan beberapa parameter secara teknis sebagai pertimbangan untuk perencanaan pembangunan yang maksimal. Kriteria teknis yang dimaksud bertujuan sebagai proyeksi untuk mengantisipasi masalah yang akan terjadi akibat infrastuktur jalan, baik masalah teknis ataupun masalah sosial yang terjadi. Data lalu lintas merupakan salah satu parameter yang diperlukan sebagai pertimbangan dalam perencanaan jalan. Dalam menentukan kapasitas jalan, memerlukan volume lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut (Novenrio Mandala Putra, Sutan P. Silitonga, dan Robby, 2021). Sedangkan untuk menentukan tebal perkerasan dapat ditentukan oleh beban lalu lintas yang akan melintas di atas jalan tersebut. Dalam memperoleh data arus lalu lintas, perlu dilakukan analisis volume lalu lintas harian rencana untuk memperoleh perkiraan volume lalu lintas di masa yang akan datang.

Kendaraan niaga atau kendaraan paling besar (truk dan bus) memiliki lajur khusus yang dapat menampung beban kendaraan berat yang disebut dengan lajur rencana. Beban pada lajur rencana dapat didapatkan dari total perhitungan beban gandar Normal (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi kendaraan niaga atau kendaraan berat (DL) (Novenrio Mandala Putra et al., 2021).

Tabel 2.11 Faktor Distribusi Lajur (DL)

<b>Jumlah Lajur Setiap Arah</b>	<b>DL (%)</b>
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber : (Dirjen Bina Marga, 2016)

Kendaraan ringan dan berat yang melewati jalur rencana memiliki koefisien distribusi kendaraan (DD) yang dapat ditentukan menurut tabel berikut berikut :

Tabel 2.12 Koefisien Distribusi Kendaraan (DD)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,70	0,50
3	0,40	0,40	0,50	0,475
4	-	0,30	-	0,450
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,400

Sumber : (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2019)

Keterangan :

Kendaraan ringan dengan berat < 5 ton : mobil penumpang, *pick up*, mobil hantaran.

Kendaraan berat dengan berat > 5 ton : bus, truk, *semi trailer*, *trailer*

### 2.8.1 Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas merujuk pada peningkatan jumlah kendaraan yang melintasi suatu jalan atau ruas jalan dalam periode waktu tertentu. Pertumbuhan lalu lintas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Meningkatnya jumlah penduduk, menyebabkan terjadinya peningkatan pada jumlah penggunaan kendaraan.
2. Pertumbuhan ekonomi, dikarenakan kegiatan pertumbuhan ekonomi di suatu daerah maka aktivitas mobilisasi masyarakat pun meningkat sehingga terjadi peningkatan pada volume lalu lintas.
3. Kebijakan transportasi, perubahan dalam kebijakan transportasi dapat mengakibatkan perubahan terhadap volume lalu lintas.
4. Perubahan demografi, penambahan jumlah penduduk usia produktif dan migrasi penduduk dapat mengubah permintaan akan angkutan umum dan mengakibatkan terjadinya perubahan volume lalu lintas.
5. Pengembangan perkotaan, dapat menyebabkan terjadinya peningkatan volume lalu lintas. Seperti pembangunan pusat perbelanjaan atau kawasan hiburan.

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat merujuk pada data lalu lintas tahun-tahun sebelumnya atau menggunakan korelasi dengan faktor pertumbuhan pada data yang kredibel.

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$i = \left( \frac{LHR_n}{LHR_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad 2.9$$

Keterangan :

$i$  : faktor pertumbuhan

$n$  : tahun ke –  $n$

$LHR_0$  : LHR tahun awal

$LHR_n$  : LHR tahun ke –  $n$

Dalam menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif dengan rumus :

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \quad 2.10$$

Keterangan :

$R$  = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

$i$  = tingkat pertumbuhan tahunan (%)

$UR$  = umur rencana (tahun)

Pertumbuhan volume lalu lintas akan terus terjadi sesuai dengan umur rencana. Volume lalu lintas harian rata-rata dapat ditentukan dengan persamaan :

$$LHR_n = LHR_0(1 + i)^n \quad 2.11$$

Keterangan :

$i$  = faktor pertumbuhan (%)

$n$  = umur rencana

$LHR_0$  = LHR tahun awal rencana

$LHR_n$  = LHR tahun ke- $n$

Lalu Lintas Harian Rata-rata setiap kategori kendaraan ditetapkan pada awal perencanaan jalan, yang diperhitungkan baik untuk arah dua pada jalan tanpa pembatas median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.

## 2.9 Equivalent Single Axle Load (ESAL)

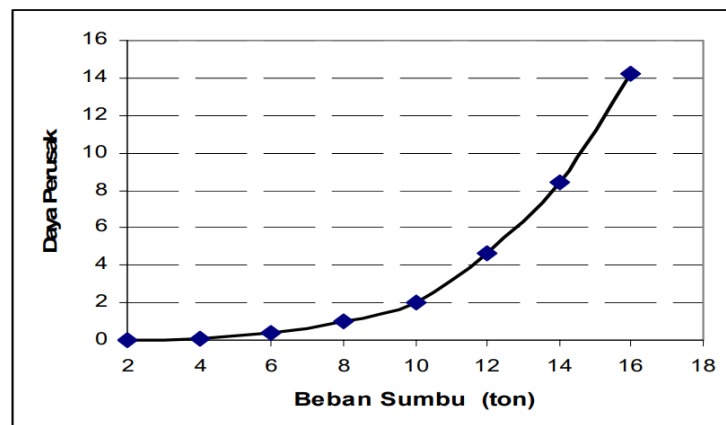
*Equivalent Single Axle Load* (ESAL) merupakan beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga :

$$ESAL (W_{18}) = (\sum LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad 2.12$$

Keterangan :

- ESAL* = kumulatif lintasan sumbu Normal ekuivalen (*equivalent Normal axle*) pada tahun pertama
- LHR<sub>jk</sub>* = lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)
- VDF<sub>jk</sub>* = Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga
- DD* = faktor distribusi arah
- DL* = faktor distribusi lajur
- R* = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
- ESAL* = *Equivalent Single Axle Load*



Gambar 2.10 Daya perusak berbagai beban sumbu

## 2.10 Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang adalah cara untuk menyamakan berbagai jenis kendaraan dalam lalu lintas dengan kendaraan ringan, seperti mobil penumpang, menggunakan faktor konversi yang disebut sebagai ekivalensi mobil penumpang (EMP) atau faktor pengali. Ini disebut sebagai satuan SMP. Besarnya satuan SMP dipengaruhi oleh jenis kendaraan, ukuran kendaraan, dan kemampuan mobilitasnya. Nilai satuan mobil penumpang bervariasi tergantung pada lokasi, apakah itu di perkotaan, di jalan raya, atau di persimpangan. Jenis kendaraan dikelompokkan ke dalam beberapa kategori dapat dilihat pada Tabel 3.2 :

Tabel 2.13 Kategori Kendaraan

Kendaraan Ringan (MP)	Mobil Penumpang, Oplet, Mikrobis, Pick up, sedan dan kendaraan bermotor ber as 2 dengan jarak antar as 2-3m
Kendaraan Berat (TB & BB)	Bis, Truk 2 As, Truk 3 As, dan kendaraan bermotor lebih dari 4 roda
Sepeda Motor (SM)	kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda
Kendaraan tak bermotor (UM)	Segala jenis kendaraan yang digerakan oleh orang atau hewan seperti becak, sepeda, kereta kuda dan sebagainya

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga 2014)

## 2.11 Kendaraan Beban Berlebih (*Overload*)

Kendaraan beban Berlebih (*Overload*) merupakan kendaraan dengan berat muatan melebihi berat maksimum yang diizinkan atau Muatan Sumbu Terberat kendaraan tersebut melebihi kemampuan maksimum jalan dalam menerima beban.(Sentosa dan Roza, 2012) Kendaraan beban Berlebih (*Overload*) dapat berupa kendaraan angkutan, kendaraan penumpang, mobil barang, dan kendaraan khusus.

Daya angkut kendaraan dalam kendaraan angkutan memiliki beberapa tetapan yang perlu dipahami(Samad 2019):



1. JBB, atau Jumlah Berat yang Diperbolehkan, adalah berat maksimum yang diizinkan untuk kendaraan angkutan.
2. JBKB, atau Jumlah Berat Kombinasi yang Diperbolehkan, adalah berat maksimum dari kombinasi kendaraan dan muatannya yang diizinkan.
3. JBI, atau Jumlah Berat yang Diizinkan, adalah berat maksimum yang diperbolehkan untuk kendaraan berdasarkan kelas jalan yang dilaluinya.
4. JBKI, atau Jumlah Berat Kombinasi yang Diizinkan, adalah berat maksimum dari kombinasi kendaraan dan muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilaluinya.

Kendaraan angkutan barang yang melebihi Normal kemudian menyebabkan beban Berlebih (*Overload*) yang mengakibatkan kerusakan jalan terjadi tidak sesuai dengan umur rencana jalan, hal ini kemudian berpengaruh kepada terus menerus dilakukan perbaikan jalan yang sebelum mencapai masa pemeliharaan ideal.