

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, sehingga lapisan ini berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Lapis perkerasan ini berfungsi memberikan pelayanan terhadap lalu lintas dan menerima beban repetisi lalu lintas setiap harinya. Lapis perkerasan yang atas disebut lapis permukaan yang mana pada lapisan ini kontak langsung dengan roda kendaraan dan lingkungan, sehingga biasanya lapisan ini lebih cepat rusak terutama akibat air dan beban kendaraan.

Berdasarkan bahan pengikatnya struktur perkerasan dibagi menjadi dua jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

- Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. “Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang lalu lintasnya ringan sampai sedang, seperti jalan perkotaan, perkerasan dengan konstruksi bertahap.” (Sukirman, S, 2010)
- Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan tulangan maupun tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton. (Sukirman, S, 2010)

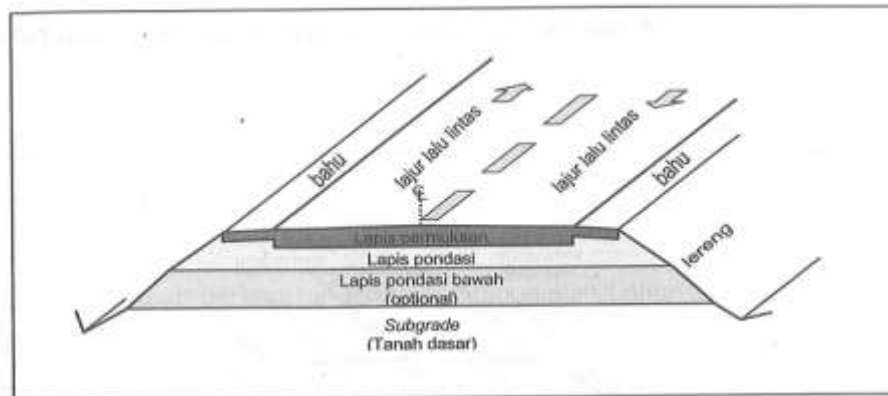
Selain dari dua jenis perkerasan tersebut, di Indonesia sekarang sedang dicoba untuk mengembangkan jenis gabungan *rigid-flexible pavement* yaitu *composite pavement* yaitu perpaduan antara perkerasan lentur dan kaku.

## 2.2 Perkerasan Lentur

Perkerasan Lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Perkerasan lentur jalan dibangun dengan susunan sebagai berikut :

1. Lapis permukaan (*surface course*), yang berfungsi untuk:
  - a. Memberikan permukaan yang rata bagi kendaraan yang melintas di atasnya
  - b. Menahan gaya vertikal, horisontal, dan getaran dari beban roda, sehingga harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
  - c. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi lapisan di bawahnya
  - d. Sebagai lapisan aus.
2. Lapis pondasi atas (*base course*), yang berfungsi untuk:
  - a. Mendukung kerja lapis permukaan sebagai penahan gaya geser dari beban roda, dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya.
  - b. Memperkuat konstruksi perkerasan, sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan
  - c. Sebagai lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Lapis Pondasi bawah (*sub base course*), yang berfungsi untuk:
  - a. Menyebarkan tekanan yang diperoleh ke tanah.
  - b. Mengurangi tebal lapis pondasi atas yang menggunakan material berkualitas lebih tinggi sehingga dapat menekan biaya yang digunakan dan lebih efisien.
  - c. Sebagai lapis peresapan air.
  - d. Mencegah masuknya tanah dasar yang berkualitas rendah ke lapis pondasi atas
  - e. Sebagai lapisan awal untuk melaksanakan pekerjaan jalan.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis yang makin ke bawah memiliki daya dukung yang semakin jelek. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur.



**Gambar 2.1** Struktur Perkerasan lentur

Sumber : Sukirman, S, 2010

Struktur Perkerasan lentur dibuat secara berlapis-lapis, yang terdiri dari elemen perkerasan sebagai berikut, dan dijelaskan dalam Gambar 2.1 jenis lapis perkerasan dan letaknya.

- a. Tanah dasar (*subgrade*).
- b. Lapis fondasi bawah (*subbase course*).
- c. Lapis fondasi (*base course*).
- d. Lapis permukaan (*surface course*).

### 2.2.1 Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan dari konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman AASHTO 1993 diperkenalkan Modulus *Resilien* ( $M_R$ ) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan.

Modulus resilien ( $M_R$ ) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar hasil atau nilai tes *soil index*. Korelasi modulus resilien dengan nilai CBR berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus dengan nilai CBR terendam 10 atau yang lebih kecil, Rumus 2.1 rumus modulus resilien.

$$M_R = 1500 \times CBR \dots \dots \dots (2.1)$$

Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain:

1. Perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas.

2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air, daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya atau akibat pelaksanaan konstruksi.
3. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas untuk jenis tanah tertentu.
4. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi.

### **2.2.2 Lapis Fondasi Bawah (*subbase course*)**

Lapis fondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis fondasi. Biasanya terdiri dari material berbutir yang dipadatkan.

Fungsi lapisan fondasi bawah antara lain:

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda ke lapis tanah dasar.
2. Mencapai efisiensi penggunaan yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya untuk menghemat biaya konstruksi.
3. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis fondasi.
4. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.
5. Lapis *filter* untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi.

Lapis fondasi bawah diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat (terutama pada saat pelaksanaan konstruksi) atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

### **2.2.3 Lapis fondasi (*base course*)**

Lapis fondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung dibawah lapis permukaan. Lapis fondasi dibangun di atas lapis fondasi

bawah atau jika tidak menggunakan lapis fondasi bawah, langsung di atas tanah dasar.

Fungsi lapis fondasi antara lain:

1. Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda.
2. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis fondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan fondasi, hendaknya dilakukan penelitian dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

Bahan yang dapat digunakan sebagai bahan lapis fondasi antara lain: batu pecah, kerikil pecah yang distabilisasi dengan semen, aspal, *pozzolan* atau kapur.

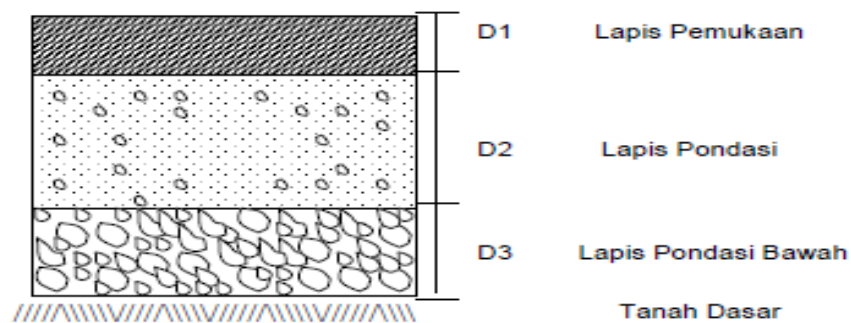
#### **2.2.4 Lapis Permukaan (*Surface course*)**

Lapis permukaan struktur perkerasan lentur terdiri atas campuran agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis fondasi.

Fungsi lapis permukaan antara lain:

1. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda.
2. Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya sama dengan bahan lapis fondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana dan konstruksi bertahap agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan. Dan untuk Gambar 2.2 Tipikal Struktur Perkerasan Lentur.



**Gambar 2.2** Tipikal Struktur Perkerasan Lentur

**Sumber:** Sukirman, S, 2010

Jenis lapis permukaan yang banyak digunakan di Indonesia adalah sebagai berikut:

- a. Burtu (laburan aspal satu lapis), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi satu lapis agregat bergradasi seragam dengan tebal maksimal 2 cm.
- b. Burda (laburan aspal dua lapis), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat dua kali secara berurutan dengan tebal maksimal 3,5 cm.
- c. Latasir (lapis tipis aspal pasir), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal 1-2 cm.
- d. Lataston (lapis tipis aspal beton), yaitu lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi dan aspal keras dengan perbandingan tertentu dan tebal antara 2- 3,5 cm

Jenis lapisan diatas merupakan jenis lapisan yang bersifat *nonstructural* yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air. Jenis lapisan berikutnya merupakan jenis lapisan yang bersifat *structural* yang berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda. (Sukirman, S, 2010)

### 2.3 Beban Berlebih

Beban berlebih (*over loading*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas maksimum yang diijinkan atau jumlah berat muatan

kendaraan penumpang, mobil barang, kendaraan khusus yang diangkut melebihi dari jumlah yang diijinkan (JBI) atau muatan sumbu maksimum (MSM) melebihi kelas jalan yang ditetapkan. Jumlah berat yang diijinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diijinkan berdasarkan ketentuan.

Muatan sumbu maksimum (MSM) adalah tekanan maksimum roda-roda kendaraan pada sumbu yang menekan jalan. Kelebihan beban yang terjadi pada kendaraan akan mengakibatkan penambahan daya rusak yang cukup signifikan. Kerusakan terjadi lebih cepat karena konsentrasi beban pada setiap roda kendaraan sangat tinggi akibat jumlah beban sumbu standar yang terbatas apalagi dengan adanya beban berlebih. (Iqbal, 2014)

### **2.3.1 Muatan Sumbu Terberat (MST)**

Muatan sumbu terberat adalah jumlah tekanan roda dari satu sumbu kendaraan terhadap jalan. Jika dilihat pada PP nomor 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu lintas jalan dapat disimpulkan bahwa muatan sumbu terberat adalah beban salah satu sumbu terbesar dari beberapa beban sumbu kendaraan yang harus dipikul oleh jalan. Pada Undang-undang No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, pengelompokan jalan menurut kelas jalan terdiri atas beberapa kelas yaitu sebagai berikut.

- a. Jalan kelas I, yaitu arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 10 ton.
- b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
- c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang didapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

- d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

### **2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tebal Perkerasan Lentur**

Dalam proses perencanaan tebal perkerasan lentur terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Beban lalu lintas.
2. Sifat tanah dasar.
3. Kondisi lingkungan.
4. Fungsi jalan.
5. Kinerja perkerasan.
6. Umur rencana.
7. Bentuk geometrik jalan.

### **2.3.3 Beban Lalu-lintas**

Beban lalu lintas adalah beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas merupakan beban dinamis yang terjadi secara berulang selama masa pelayanan jalan. Besarnya 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. Repetisi sumbu
6. Distribusi arus lalu lintas pada perkerasan jalan.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak semua faktor akan dibahas.

### **2.3.4 Konfigurasi Sumbu**

Setiap kendaraan memiliki minimal dua sumbu, yaitu sumbu depan dan sumbu belakang. Masing-masing ujung sumbu dilengkapi dengan satu atau dua



roda. Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki diujung-ujung sumbu dibedakan menjadi beberapa jenis, konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu kendaraan yaitu :

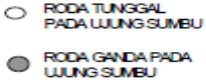
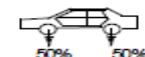



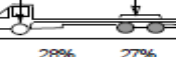



- Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
- Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
- Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG)
- Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG)

Untuk memudahkan dalam membedakannya konfigurasi sumbu dan kendaraan maka digunakan kode angka. Jenis kendaraan memiliki konfigurasi dengan sumbu dengan roda kendaraan yang berbeda-beda, sehingga menjadi berbagai jenis kode angka yaitu:

- 1.1 untuk kode kendaraan dengan konfigurasi sumbu terdiri dari sumbu depan dan sumbu belakang berupa sumbu tunggal roda tunggal.
- 1.2 untuk kode kendaraan dengan konfigurasi sumbu terdiri dari sumbu depan tunggal roda tunggal (1), dan sumbu belakang yaitu sumbu tunggal roda ganda (2).
- 1.22 untuk kode kendaraan dengan konfigurasi sumbu terdiri dari sumbu depan tunggal (1) dan sumbu belakang ganda roda ganda (22)
- 1.2+22 untuk kode kendaraan dengan konfigurasi sumbu terdiri dari sumbu depan roda tunggal (1) dan sumbu belakang berupa sumbu tunggal roda ganda (2) dengan kereta tambahan dibelakangnya ditandai oleh (+) yang berarti kendaraan merupakan gandengan dengan konfigurasi sumbu depan dan belakang adalah sumbu tunggal roda ganda (2).
- 1.22-22 untuk kode kendaraan dengan konfigurasi sumbu terdiri dari sumbu depan sumbu tunggal roda tunggal (1) dan sumbu belakang berupa sumbu tandem roda ganda (22), yang memiliki sistem hidraulik (-) tambahan bersumbu tripel roda ganda (222).

Berikut ini adalah jenis golongan kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbu yang ditunjukkan oleh Tabel 2.1 Konfigurasi beban sumbu.

**Tabel 2.1** Konfigurasi Beban Sumbu

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (tn)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (tn)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (tn)	LE 18 KSAI KOSONG	LE 18 KSAI MAKSIMUM	 ○ RODA TUNGGAL PADA LUUNG SUMBU ● RODA GANDA PADA LUUNG SUMBU
1,1 TP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	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: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017.

Konfigurasi beban sumbu normal merupakan konfigurasi beban kendaraan dengan muatan sumbu terberat sesuai dengan undang-undang no 22 tahun 2009. Beban yang digunakan dalam konfigurasi sumbu kendaraan belum ditambah dengan kelebihan muatan sehingga konfigurasi beban sumbu masih normal belum mengalami kelebihan beban. Konfigurasi beban sumbu kendaraan normal dapat dilihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2** Konfigurasi Sumbu Kendaraan Beban Normal

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat Total Kendaraan (ton)	Berat (ton)				
				STR T	STR G	STdRT	STdR G	STrRG
1	M. Penumpang	1.1	2	2	-	-	-	-
2	Bus	1.2	9	3	6	-	-	-
3	Truk Ringan	11.2	21	-	10	11	-	-
4	Truk Sedang	1.22	24	6	-	-	18	-

**Tabel 2.2** Konfigurasi Sumbu Kendaraan Beban Normal (lanjutan)

No	Jenis	Konfigura si	Berat Total	Berat (ton)				
	Kendara an	Sumbu	Kendara an (ton)	STR T		Kendara an	Sumb u	Kendara an (ton)
5	Truk Berat	1.2-22	34	6	10	-	18	-
6	Trailer	1.22-22	42	6	-	-	36	-
7	Trailer	1.22-222	45	6	-	-	18	21

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2008).

## 2.4 Parameter Perencanaan Perkerasan

Prosedur perhitungan dalam penelitian ini menggunakan metode Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur AASHTO 1993, ada beberapa parameter yang akan digunakan dalam perhitungan seperti yang dijelaskan dalam subab sebagai berikut.

### 2.4.1 Beban Lalu-lintas Sesuai AASHTO 1993

Beban lalu-lintas dilimpahkan pada perkerasan jalan melalui kontak antara roda dan muka jalan. Oleh karena itu beban lalu-lintas bervariasi sesuai dengan berat kendaraan, konfigurasi sumbu, distribusi ke masing-masing sumbu kendaraan dan ukuran roda kendaraan. Kerusakan yang ditimbulkan oleh masing-masing beban lalu-lintas dipengaruhi oleh mutu struktur perkerasan yang berkurang berkelanjutan selama masa pelayanan. Sebagai usaha menyeragamkan dampak beban lalu-lintas terhadap struktur perkerasan jalan, maka AASHTO 1972 dan AASHTO 1993 mengekivalenkan repetisi berbagai jenis dan beban sumbu lalu-lintas ke lintasan sumbu standar 18.000 pon.

### 2.4.2 Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Angka ekuivalen (E) menunjukkan jumlah lintasan sumbu standar sumbu tunggal roda ganda dengan beban 18.000 pon yang mengakibatkan kerusakan yang sama pada struktur perkerasan jalan jika dilintasi oleh jenis dan beban sumbu tertentu. Angka ekivalensi (E) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Konfigurasi dan beban sumbu

2. Nilai struktural perkerasan jalan yang dinyatakan dengan *Structural Number* (SN).

3. *Terminal serviceability index* (Pt)

Rumus dasar AASHTO untuk menentukan angka ekuivalen seperti pada Rumus 2.2.

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[ \frac{L_{18} + L_{2s}}{L_x + L_{2x}} \right]^{4.79} \left[ \frac{10^{G/\beta_x}}{10^{G/\beta_{18}}} \right] [L_{2x}]^{4.33} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

$W_x$  : Sumbu dengan beban 1000x pon

$W_{18}$  : Sumbu standar dengan beban 18.000 pon

$\frac{W_x}{W_{18}}$  : Bilangan terbalik dari angka ekuivalen untuk beban dan konfigurasi sumbu 1000 x pon.

$L_{18}$  : 18 (beban sumbu standar dalam kilopon).

$L_x$  : x (beban sumbu dalam kilopon).

$L_{2x}$  : Kode untuk konfigurasi sumbu yang ditinjau

: 1, untuk sumbu tunggal

: 2, untuk sumbu tandem

: 3, untuk sumbu tripel

$L_{2s}$  : Kode untuk sumbu standar, selalu = 1 (sumbu tunggal).

$G$  :  $\log \left( \frac{4.2 - Pt}{4.2 - 1.5} \right)$

Pt : *Terminal serviceability index*.

$\beta_x$  :  $0.4 + \frac{0.081(L_x + L_{2x})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_{2x}^{3.23}} \dots\dots\dots(2.3)$

SN : *Structural number*

Angka ekuivalen berdasarkan Rumus 2.2 ini bervariasi sesuai dengan konfigurasi sumbu, beban sumbu, *terminal serviceability index* (Pt) dan *structural number* (SN). Tabel angka ekuivalen untuk sumbu tunggal, tandem, dan tripel untuk

berbagai beban sumbu sesuai dengan Pt dan SN yang dipilih, dapat dilihat pada lampiran 1.

### 2.4.3 Repetisi Beban Selama Umur Rencana ( $W_{18}$ )

Beban lalu-lintas sesuai AASHTO 1993 dinyatakan dalam repetisi lintasan sumbu standar selama umur rencana ( $W_{18}$ ). Rumus 2.4 atau Rumus 2.5 digunakan untuk menghitung besarnya repetisi beban lalu-lintas selama umur rencana.

$$W_{18} = \sum LHRi \times Ei \times Da \times DL \times 365 \times N \dots \dots \dots (2.4)$$

$$W_{18} = \sum LHRTi \times Ei \times Da \times DL \times 365 \times N \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan:

- $W_{18}$  : Repetisi beban lalu-lintas selama umur rencana, lss/lajur/umur rencana.
- LHR : Lalu-lintas harian rata-rata, kend/hari/2 arah
- LHRT : Lalu-lintas harian rata-rata tahunan, kendaraan/hari/2 arah
- $E_i$  : Angka ekivalen jenis kendaraan i
- $D_A$  : Faktor distribusi arah, digunakan untuk menunjukkan distribusi kendaraan ke masing-masing arah. Jika data lalu-lintas yang digunakan adalah data untuk satu arah, maka  $D_A = 1$
- $D_L$  : Faktor distribusi lajur, digunakan untuk menunjukkan distribusi kendaraan ke lajur rencana.
- 365 : Jumlah hari dalam satu tahun.
- N : Faktor umur rencana.

### 2.4.4 Faktor Distribusi Lajur

Tabel 2.3 menunjukkan faktor distribusi lajur  $D_L$  yang diberikan oleh Pt T 01-2002-B sama dengan tabel yang ada di AASHTO 1993.

**Tabel 2.3** Faktor Distribusi Lajur

Jumlah lajur per arah	Persen sumbu standar dalam lajur rencana
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber: Sukirman, S. 2010.

#### 2.4.5 Faktor Umur Rencana

Faktor umur rencana adalah angka yang dipergunakan untuk menghitung repetisi lalu-lintas selama umur rencana dari awal umur rencana. Jika tidak ada pertumbuhan lalu-lintas maka N sama dengan umur rencana. Dengan demikian repetisi beban lalu-lintas sama dengan repetisi pertahun dikalikan dengan lamanya umur rencana. Namun demikian, hampir tidak pernah lalu lintas tidak mengalami peningkatan ataupun penurunan. Oleh karena itu N dihitung dengan pendekatan dan menggunakan Rumus 2.6.

$$N = \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan:

N : Faktor Umur Rencana, tahun

i : Pertumbuhan Lalu Lintas Pertahun (%/tahun)

Nilai N untuk pertumbuhan nilai faktor pertumbuhan lalu-lintas dan umur rencana seperti pada Tabel 2.4

**Tabel 2.4** Faktor Umur Rencana (N)

Umur Rencana tahun	Faktor pertumbuhan lalu lintas, persen (i)							
	0	2	4	5	6	7	8	10
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	2,00	2,02	2,04	2,05	2,06	2,07	2,08	2,10
3	3,00	3,06	3,12	3,15	3,18	3,21	3,25	3,31
4	4,00	4,12	4,25	4,31	4,37	4,44	4,51	4,64
5	5,00	5,20	5,42	5,53	5,64	5,75	5,87	6,11
6	6,00	6,31	6,63	6,80	6,98	7,15	7,34	7,72
7	7,00	7,43	7,90	8,14	8,39	8,65	8,92	9,49
8	8,00	8,58	9,21	9,55	9,90	10,26	10,64	11,44
9	9,00	9,75	10,58	11,03	11,49	11,98	12,49	13,58
10	10,00	10,95	12,01	12,58	13,18	13,82	14,49	15,94
11	11,00	12,17	13,49	14,21	14,97	15,78	16,65	18,53
12	12,00	13,41	15,03	15,92	16,87	17,89	18,98	21,38
13	13,00	14,68	16,63	17,71	18,88	20,14	21,50	24,52
14	14,00	15,97	18,29	19,60	21,02	22,55	24,21	27,97
15	15,00	17,29	20,02	21,58	23,28	25,13	27,15	31,77
16	16,00	18,64	21,82	23,66	25,67	27,89	30,32	35,95
17	17,00	20,01	23,70	25,84	28,21	30,84	33,75	40,54
18	18,00	21,41	25,65	28,13	30,91	34,00	37,45	45,60
19	19,00	22,84	27,67	30,54	33,76	37,38	41,45	51,16
20	20,00	24,30	29,78	33,07	36,79	41,00	45,76	57,27

Sumber: Sukirman, S. 2010

#### 2.4.6 Pertumbuhan Lalu lintas (i%)

Pertumbuhan lalu-lintas adalah pertambahan atau perkembangan lalu-lintas dari tahun ke tahun selama umur rencana. Faktor yang mempengaruhi besarnya pertumbuhan lalu-lintas adalah perkembangan daerah tersebut, bertambahnya kesejahteraan masyarakat di daerah tersebut., dan naiknya keinginan untuk memiliki kendaraan pribadi. Faktor pertumbuhan lalu-lintas dinyatakan dalam persen/tahun (%/tahun).

### 2.4.7 Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dan tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapis permukaan yang baru. Umur rencana perkerasan jalan umumnya ditentukan atas pertimbangan pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan. Faktor umur rencana merupakan variable dalam umur rencana dan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dihitung.

### 2.4.8 Reliabilitas

Kinerja struktur perkerasan jalan sangat ditentukan oleh 4 faktor utama yaitu:

1. Struktur perkerasan seperti tebal dan mutu setiap lapis perkerasan.
2. Kondisi lingkungan seperti temperatur, curah hujan, kondisi tanah dasar.
3. Perkiraan repetisi beban lalu-lintas dan proyeksi selama umur rencana.
4. Perkiraan daya dukung tanah dasar.

Pada metode AASHTO 1993 diperkenalkan parameter baru yaitu reliabilitas. Reliabilitas (R) adalah tingkat kepastian atau probabilitas bahwa struktur perkerasan mampu melayani arus lalu-lintas selama umur rencana sesuai dengan proses penurunan kinerja struktur perkerasan yang dinyatakan dengan *serviceability* yang direncanakan. Reliabilitas digunakan pada metode AASHTO 1993 untuk mengalikan repetisi beban lalu-lintas yang diperkirakan selama umur rencana dengan faktor reliabilitas ( $F_R$ )  $\geq 1$  seperti yang ditunjukkan pada Rumus 2.7.

$$W_t = (w_t)(F_R) \dots \dots \dots 2.7$$

Dengan:

- $W_t$  : ESAL perkiraan berdasarkan kinerja struktur perkerasan mencapai nilai  $P_t$  yang digunakan untuk menentukan tebal lapis perkerasan.
- $w_t$  : ESAL perkiraan selama umur rencana
- $F_R$  : Faktor reliabilitas.



Efek adanya faktor reliabilitas dalam perencanaan adalah meningkatnya ESAL, yang digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan jalan.  $F_R$  ditentukan dengan Rumus 2.8

$$F_R = 10^{-Z_R(S_o)} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan:

$F_R$  : Faktor reliabilitas.

$Z_R$  : Z-statistik (sehubungan dengan lengkung normal)

$S_o$  : Deviasi standar keseluruhan dari distribusi normal sehubungan dengan kesalahan yang terjadi pada perkiraan lalu-lintas dan kinerja perkerasan

Dalam pedoman AASHTO 1993 nilai reliabilitas yang disarankan sesuai dengan fungsi jalan seperti yang dijelaskan pada Tabel 2.5

**Tabel 2.5** Nilai Reliabilitas Sesuai dengan Fungsi Jalan

Fungsi Jalan	Rekomendasi tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar kota
Bebas Hambatan	85-99,9	80-99,9
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

Sumber: Sukirman, S. 2010

Reliabilitas kinerja perencanaan dikontrol dengan faktor reliabilitas ( $F_R$ ) yang dikalikan dengan parkiran lalu-lintas ( $W_{18}$ ) selama umur rencana untuk memperoleh prediksi kinerja ( $W_{18}$ ). Untuk tingkat reliabilitas yang diberikan, faktor reliabilitas merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas, perkiraan kinerja untuk  $W_{18}$  yang diberikan. Dalam persamaan desain perkerasan lentur reliabilitas diakomodasikan dengan parameter penyimpangan normal standar yang disajikan

dalam Tabel 2.6 menunjukkan nilai  $Z_r$  dan  $F_r$  untuk  $S_o$  antara 0,4-0,5. Reliabilitas 50% menunjukkan kondisi dimana  $Z_r=0$  dan faktor reliabilitas desain  $F_r =1$ , ini berarti  $W_{18}$  yang digunakan untuk menghitung SN sama dengan  $W_{18}$  perkiraan selama umur rencana. Jika reliabilitas yang digunakan 90%, maka  $F_r=3,77$  pada  $S_o=0.45$  ini berarti  $W_{18}$  yang digunakan untuk menghitung SN adalah 3,77 kali  $W_{18}$  perkiraan selama umur rencana. Oleh karena itu perencanaan perlu mempertimbangkan berbagai faktor resiko kesalahan ketika memilih R dalam proses perencanaan tebal perkerasan jalan.

**Tabel 2.6** Nilai Reliabilitas,  $Z_r$  dan  $F_r$

Reliabilitas R, %	Standar Deviasi Normal ( $Z_r$ )	FR Untuk $S_o = 0.4$	FR Untuk $S_o = 0.45$	FR Untuk $S_o = 0.5$
50	0,000	1.00	1.00	1.00
60	-0,253	1.26	1.30	1.34
70	-0,524	1.62	1.72	1.83
75	-0,674	1.86	2.01	2.17
80	-0,841	2.17	2.39	2.63
85	-1,037	2.60	2.93	3.30
90	-1,282	3.26	3.77	4.38
91	-1,340	3.44	4.01	4.68
92	-1,405	3.65	4.29	5.04
93	-1,476	3.89	4.62	5.47
94	-1,555	4.19	5.01	5.99
95	-1,645	4.55	5.50	6.65
96	-1,751	5.02	6.14	7.51
97	-1,881	5.65	7.02	8.72
98	-2,054	6.63	8.40	10.64
99	-2,327	8.53	11.15	14.57

**Tabel 2.6** Nilai Reliabilitas,  $Z_r$  dan  $F_r$  (Lanjutan)

Reliabilitas R, %	Standar Deviasi Normal ( $Z_r$ )	FR Untuk $S_o = 0.4$	FR Untuk $S_o = 0.45$	FR Untuk $S_o = 0.5$
99	-3,090	17.22	24.58	35.08
99,99	-3,750	31.62	48.70	74.99

Sumber: Sukirman, S. 2010

#### 2.4.9 Drainase

Kemampuan struktur perkerasan jalan mengalirkan air merupakan hal penting dalam perencanaan tebal perkerasan jalan. Air masuk ke struktur perkerasan jalan melalui banyak cara antara lain retak pada muka jalan, sambungan, infiltrasi perkerasan, akibat kapilaritas, atau mata air setempat. Air yang terperangkap dalam struktur perkerasan jalan dapat menjadi penyebab:

1. Berkurangnya daya dukung lapisan dengan material tanpa pengikat.
2. Berkurangnya daya dukung tanah dasar.
3. Naiknya butiran halus sebagai dampak dari efek kompak ke dalam struktur perkerasan jalan.
4. Lepasnya ikatan aspal dari agregat sebagai awal terjadinya lubang.

Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan kualitas drainase ditentukan berdasarkan kemampuan menghilangkan air dari struktur perkerasan. Seperti pada Tabel 2.7 kelompok kualitas drainase berdasarkan AASHTO 1993.

**Tabel 2.7** Kelompok Kualitas Drainase

Kualitas drainase	Air hilang dalam
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	air tidak akan mengalir

Sumber: Sukirman, S. 2010.

Pengaruh kualitas drainase dalam proses perencanaan tebal lapisan perkerasan dinyatakan dengan menggunakan koefisien drainase (m) seperti pada Tabel 2.8 Koefisien Drainase (m)

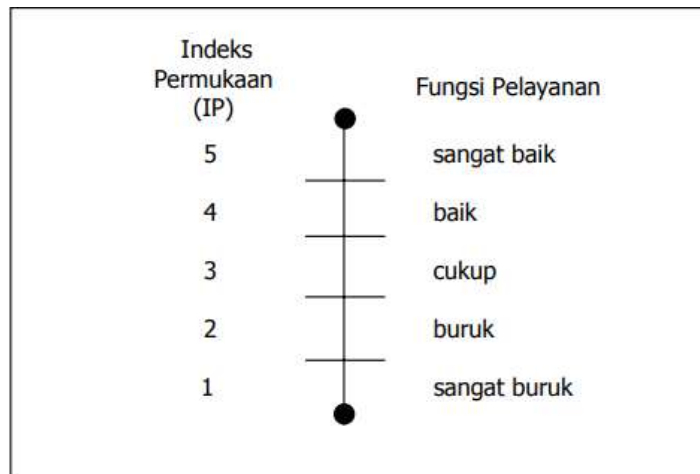
**Tabel 2.8** Koefisien Drainase (m)

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Sumber: Sukirman, S. 2010

#### 2.4.10 Indeks Permukaan

Kinerja struktur perkerasan jalan dinyatakan dengan indeks permukaan. Indeks permukaan adalah angka yang dipergunakan untuk menyatakan ketidakrataan dan kekokohan permukaan jalan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Nilai indeks permukaan di awal umur rencana masa pelayanan jalan ( $P_o$ ) ditentukan dari jenis permukaan, sedangkan nilai indeks permukaan di akhir umur rencana ( $P_t$ ) ditentukan berdasarkan kinerja struktur perkerasan yang diharapkan di akhir umur rencana. Penetapan nilai  $P_t$  dipengaruhi oleh fungsi jalan dan repetisi beban lalu lintas. Indeks permukaan merupakan skala penilaian kinerja struktur perkerasan jalan yang memiliki rentang nilai 1-5 dengan penjelasan seperti terlihat pada Gambar 2.3. Skala nilai indeks permukaan yang sesuai dengan AASHTO 1993 adalah 2,0; 2,5; dan 3,0.



**Gambar 2.3** Skala Nilai Indeks Permukaan

Sumber: Sukirman, S. 2010.

#### 2.4.11 *Structural Number* (SN)

Rumus dasar *structural number* berdasarkan metode AASHTO 1993 dijelaskan pada Rumus 2.9

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log(SN+1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log(MR) - 8.07 \dots \dots \dots (2.9)$$

Dengan:

$W_{18}$  : ESAL yang diperkirakan

$Z_R$  : Simpangan baku normal, sesuai dengan Tabel 2.4

$S_o$  : Deviasi standar keseluruhan, bernilai antara 0.4-0.5

$SN$  : *Structural number*, angka strukturan relatif perkerasan, inchi

$\Delta PSI$  : Perbedaan serviceability index diawal dan diakhir dan akhir umur rencana.

$M_R$  : Modulus resilien tanah dasar (psi).

SN diperoleh dengan menggunakan Rumus 2.9 harus sama dengan asumsi awal yang diambil ketika menentukan angka ekivalensi (E). Jika SN yang diperoleh tidak sama, maka penentuan kembali angka ekivalensi harus diulang dengan

menggunakan nilai SN yang baru. Selain menggunakan Rumus 2.9, SN dapat diperoleh dengan menggunakan nomogram seperti pada Gambar 2.4.

SN adalah angka yang menunjukkan jumlah tebal lapis perkerasan yang telah disetarakan kemampuannya sebagai bagian pewujud kinerja perkerasan jalan. Koefisien kekuatan relatif ( $a$ ) adalah angka penyetaraan berbagai jenis lapis perkerasan yang dipengaruhi oleh mutu dari jenis lapisan yang dipilih. Yang ditunjukkan pada Rumus 2.10 rumus SN untuk mencari tebal lapis perkerasan.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan:

- SN : Angka *structural, inchi*.
- $a_1$  : Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan.
- $a_2$  : Koefisien kekuatan relatif lapis fondasi.
- $a_3$  : Koefisien kekuatan relatif lapis fondasi bawah.
- $D_1$  : Tebal lapis permukaan, inci.
- $D_2$  : Tebal lapis fondasi, inci.
- $D_3$  : Tebal lapis fondasi bawah, inci.
- $M_{2,3}$  : Koefisien drainase untuk lapis fondasi dan fondasi bawah.

#### 2.4.12 Koefisien Kekuatan Relatif

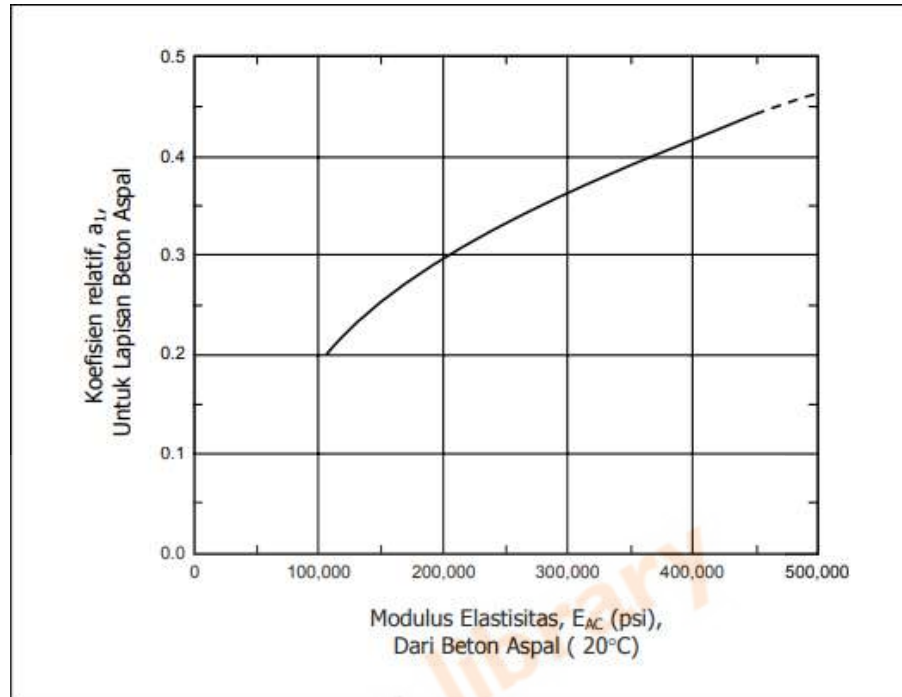
Koefisien kekuatan relatif ( $a$ ) diperoleh berdasarkan jenis lapisan perkerasan yang digunakan. Pemilihan jenis lapis perkerasan ditentukan dari material yang tersedia, dana awal yang tersedia, dan fungsi jalan. Koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, fondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai dengan nilai *marshall test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan untuk bahan yang di stabilisasikan dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis fondasi bawah). Besarnya koefisien relatif dapat dilihat pada Tabel 2.9

**Tabel 2.9** Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan bahan			Jenis perkerasan
			MS (kg)	Kt (kg/cm <sup>3</sup> )	CBR (%)	
a1	a2	a3				
0.40			744			Laston
0.35			590			
0.32			454			
0.30			340			
0.35			744			Lasbutag
0.31			590			
0.28			454			
0.26			340			
0.30			340			HRA
0.26			340			Penetrasi makadam
0.25						Lapen (mekanis)
0.20						Lapen (manual)
	0.28		590			Laston atas
	0.26		454			
	0.24		340			
	0.23					Lapen (mekanis)
	0.19					Lapen (manual)
	0.15			22		Stabilisasi dengan semen
	0.13			18		
	0.15			22		Stabilisasi dengan kapur
	0.13			18		
	0.14				100	Batu pecah (kelas A)
	0.13				80	Batu pecah (kelas B)
	0.12				60	Batu pecah (kelas C)
		0.13			70	Sirtu/pitrun (kelas A)
		0.12			50	Sirtu/pitrun (kelas B)
		0,11			30	Sirtu/pitrun (kelas C)
		0,10			20	Tanah/lempung kepasiran
Catatan : Kuat tekan stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7.						
Kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21						

Sumber: Sukirman, S. 2010.

Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan ditentukan dengan menggunakan Gambar 2.4 yang berdasarkan nilai modulus elastisitas,  $E_{AC}$  (psi) beton aspal.



**Gambar 2.4** Koefisien Kekuatan Relatif ( $a_1$ ) untuk Beton Aspal.

Sumber : Sukirman, S. 2010.

Koefisien kekuatan relatif ( $a_2$ ) untuk lapis pondasi ditentukan dengan menggunakan Rumus 2.11 atau Gambar 2.5

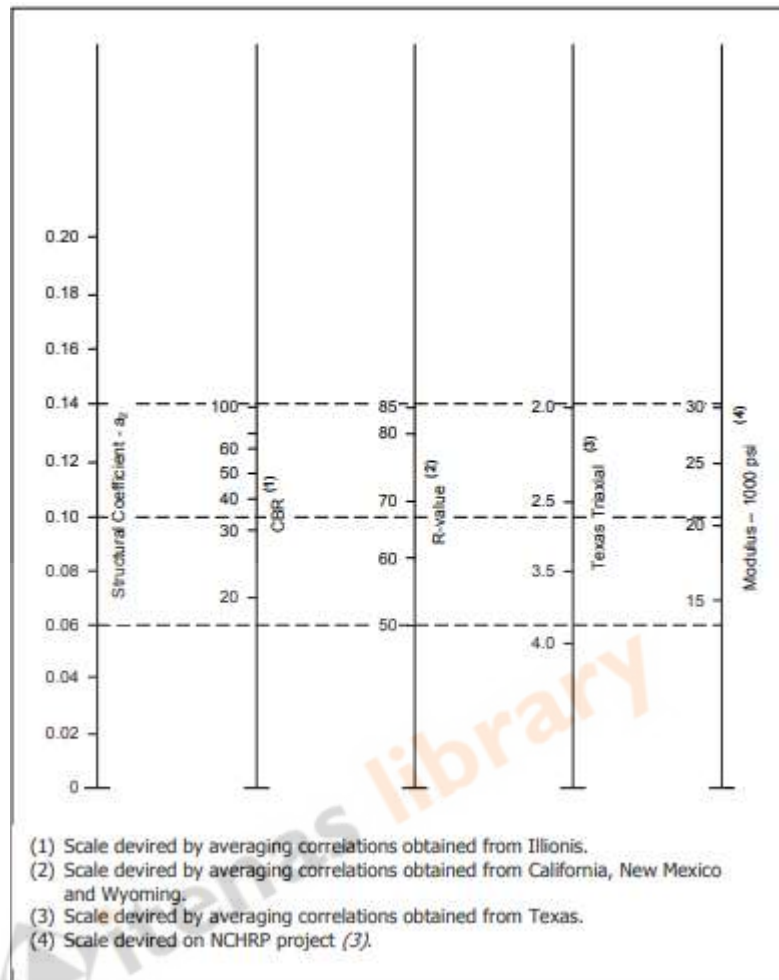
$$a_2 = 0,249 (\log E_{BS}) - 0,977 \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan :

$a_2$  : koefisien relatif lapis fondasi berbutir.

$E_{BS}$  : modulus elastisitas lapis fondasi, psi.





**Gambar 2.5** Koefisien kekuatan relatif,  $a_2$

Sumber : Sukirman, S. 2010.

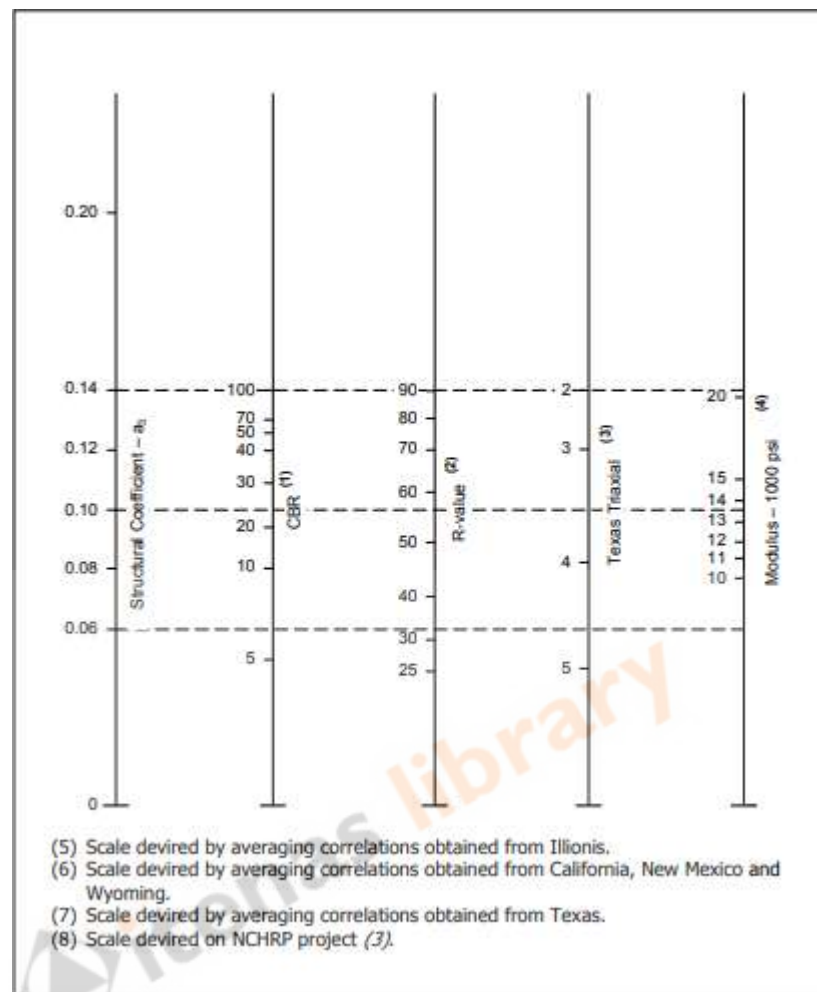
Koefisien kekuatan relatif ( $a_3$ ) untuk lapis fondasi bawah ditentukan dengan menggunakan Rumus 2.12 atau Gambar 2.6

$$a_3 = 0,277 (\log E_{SB}) - 0,839 \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan :

$a_3$  : koefisien relatif lapis fondasi bawah berbutir.

$E_{SB}$  : modulus elastisitas lapis fondasi bawah, psi.



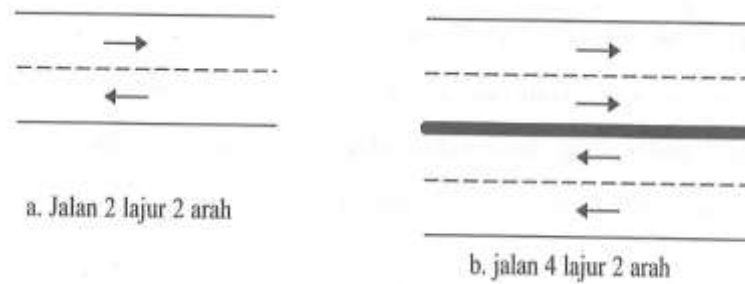
Sumber : Sukirman, S. 2010.

**Gambar 2.6** Koefisien relatif,  $a_3$

Tebal minimal lapis permukaan, fondasi, dan fondasi atas ditentukan berdasarkan SN yang diperoleh untuk masing-masing lapisan seperti pada gambar 2.9 Ilustrasi penentuan tebal minimum setiap lapis perkerasan.

#### 2.4.13 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur Rencana merupakan salah satu lajur lalu-lintas dari sistem jalan raya yang menampung lalu-lintas terbesar. Umumnya lajur rencana adalah salah satu lajur dari jalan raya, dua lajur atau tepi luar dari jalan raya yang berlajur banyak. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan. yang dimaksud dengan lajur ditunjukkan oleh Gambar 2.7 Tipe Jalan

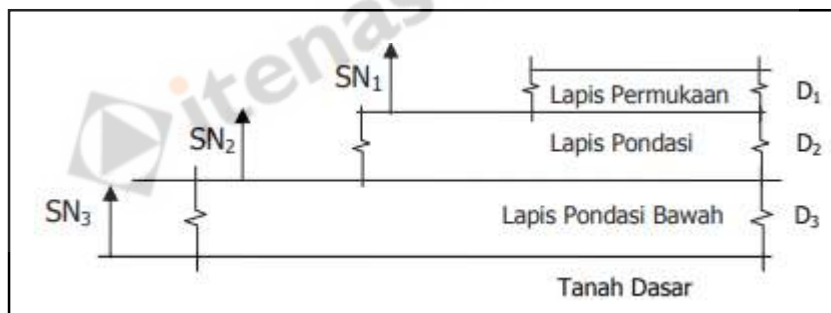


**Gambar 2.7** Tipe Jalan

Sumber: Sukirman, S, (2010).

**2.4.14 Tebal Minimum Setiap Lapisan**

Tebal minimum setiap lapis perkerasan ditentukan berdasarkan mutu daya dukung lapis dibawahnya seperti diilustrasikan oleh Gambar 2.8 digunakan Rumus 2.13 sampai dengan Rumus 2.18 digunakan untuk menentukan tebal minimal masing-masing lapisan perkerasan.



**Gambar 2.8** Ilustrasi penentuan tebal minimum setiap lapis perkerasan

Sumber: Sukirman, S, 2010.

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$SN_1^* = a_1 \cdot D_1^* \geq SN_1 \dots\dots\dots(2.14)$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \cdot m_2} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$SN_2^* = a_2 \cdot m_2 D_2^* \dots\dots\dots(2.16)$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2 \dots\dots\dots(2.17)$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \cdot m_3} \dots\dots\dots(2.18)$$

= menunjukkan tebal minimal yang digunakan untuk lapis permukaan ( $D_1^*$ ), lapis fondasi ( $D_2^*$ ), lapis fondasi bawah ( $D_3^*$ ).

Di samping berdasarkan Rumus 2.13 sampai Rumus 2.18, tebal minimum lapis permukaan dari beton aspal dan lapis fondasi batu pecah ditentukan juga berdasarkan Tabel 2.10

**Tabel 2.10** Tebal Minimum Lapis Permukaan Dan Lapis Fondasi

ESAL	Tebal minimum lapisan (inci)	
	Beton aspal	Pondasi batu pecah
< 50.000	1,0	4,0
50.001 – 150.000	2,0	4,0
150.001 – 500.000	2,5	4,0
500.001 – 2.000.000	3,0	6,0
2.000.001 – 7.000.000	3,5	6,0
> 7.000.000	4,0	6,0

Sumber: Sukirman, S. 2010.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian tentang Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Tebal Perkerasan Kaku oleh peneliti sebelumnya sebagai berikut:

1. Pada penelitian yang berjudul “*Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Perkerasan Kaku Metode Depkimpraswil 2003*” yang di lakukan oleh Muhamad Iqbal, 2014 dilatarbelakangi di Jalan Pantai Utara merupakan jalan penghubung antar provinsi di Pulau Jawa yang dimulai dari Sumatra, Jawa sampai Bali. Ruas jalan Pantai Utara umumnya menggunakan jenis kaku, jenis perkerasan ini dipilih karena perkerasan kaku cocok digunakan untuk jalan dengan volume lalu-lintas yang tinggi serta didominasi oleh kendaraan berat. Kelebihan muatan sering terjadi pada ruas jalan Pantai Utara, hal ini berdampak terhadap kondisi fisik jalan. Semakin besar beban kendaraan yang melintas maka akan semakin tebal perkerasan yang dibutuhkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tebal perkerasan kaku yang dibutuhkan akibat beban berlebih. Untuk mengetahui pengaruh tebal perkerasan kaku akibat kelebihan beban maka dilakukan simulasi beban

kendaraan, simulasi ini berdasarkan beban kendaraan yang naik bertahap setiap 25% hingga mencapai 100%. Hasil yang didapat memperlihatkan bahwa tebal perkerasan kaku mengalami kenaikan 2m – 5 cm. Tebal perkerasan paling kritis terjadi saat beban kendaraan naik dari 50% ke 75% yaitu setebal 5 cm.

2. Pada penelitian yang berjudul “*Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode PD T 01-2002-B, Metode Manual Desain Desain Perkerasan (MDP) dan Metode Nottingham*” yang di lakukan oleh Novita Pradani, Muhammad Sadli, Dewy Fithriayuni, 2016. ini dilakukan penelitian di Ruas jalan I Gusti Ngurah Rai merupakan salah satu jalan di Kota Palu yang termasuk dalam kategori status jalan Provinsi, yang terletak di Kecamatan Palu Selatan, dengan panjang jalan 2.430 m dan lebar jalur lalu lintas 11 m. Sebagai salah satu ruas jalan yang menghubungkan tempat-tempat vital misalnya pusat perbelanjaan, pendidikan dan kegiatan lainnya, dengan intensitas rata-rata kendaraan yang lewat jalan tersebut adalah kendaraan berat. Oleh sebab itu kondisi jalan tersebut akan cepat mengalami kerusakan akibat beban kendaraan. Dalam penelitian ini Metode Pd T-01-2002-B, *Meode Annual Desain (MDP)* dan Metode Nottingham digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan baru. Data-data yang digunakan dalam perencanaan perkerasan meliputi data primer dan sekunder.
3. Pada penelitian yang berjudul “*Pengaruh Beban Kendaraan Berlebih Terhadap Perkerasan Lentur*”, yang di lakukan oleh Dewi Setiani Putri, 2014. Ini dilakukan penelitian mengenai seberapa besar pengaruh beban kendaraan berlebih terhadap umur rencana perkerasan lentur dengan menggunakan metode AASHTO 1993, data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data asumsi berupa data Lalu lintas harian rata-rata, indeks permukaan awal, indeks permukaan akhir, structural number, CBR (*California Bearing Ratio*), kelas jalan, faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, dan umur rencana.