

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Pengertian Jalan Raya**

Berdasarkan UU RI Nomor 13 tahun 1980 mendefinisikan jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagian termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas.

Berdasarkan UU RI No.38 Tahun 2004 mendefinisikan jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

#### **3.2 Klasifikasi Jalan**

Klasifikasi jalan menjadi aspek yang penting dan harus diidentifikasi terlebih dahulu sebelum melakukan perancangan jalan. Hal ini karena klasifikasi jalan menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan dalam menerima beban lalu lintas yang ada yang dinyatakan dalam sumbu terberat (MST) dalam satuan ton, dan kemampuan jalan dalam melayani lalu lintas kendaraan berdasarkan dimensi tertentu.

Klasifikasi jalan menurut fungsinya yang mengacu pada peraturan pemerintah RI No.34/2006 adalah sebagai berikut.

1. Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien (Undang-Undang RI No. 13 Tahun 1980).
2. Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi (Undang-Undang RI No. 13 Tahun 1980).

3. Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi (Undang-Undang RI No. 13 Tahun 1980).

### 3.3 Fungsi dan Jenis Perkerasan

Perencanaan tebal perkerasan jalan yang baik dan benar ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi agar hasil perencanaan bisa optimal. Kriteria perencanaan tersebut antara lain fungsi jalan, umur rencana, lalu lintas, sifat tanah dasar, kondisi lingkungan dan ketersediaan material lapis perkerasan yang ada di suatu daerah tersebut.

Hardiatmo (2015) menyatakan Fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar, yaitu pada tekanan dimana tanah dasar tidak mengalami deformasi berlebihan selama masa pelayanan perkerasan. Secara umum, fungsi perkerasan jalan adalah sebagai berikut.

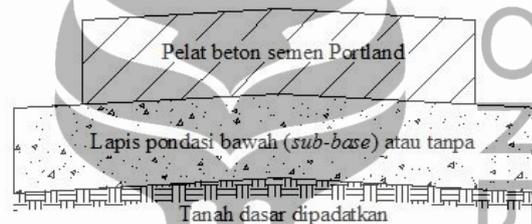
1. Untuk memberikan struktur yang kuat dalam mendukung beban lalu lintas.
2. Untuk memberikan permukaan rata bagi pengendara.
3. Untuk memberikan kekasatan atau tahanan gelincir (*skid resistance*) di permukaan perkerasan.
4. Untuk mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar secara memadai, sehingga tanah dasar terlindungi dari tekanan yang berlebihan.
5. Untuk melindungi tanah dasar dari pengaruh buruk perubahan cuaca

Hardiyatmo (2015) menyatakan tipe-tipe perkerasan yang banyak digunakan adalah perkerasa kaku (*rigid pavement*), perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan komposit (*composite pavement*), jalan tak diperkeras (*unpaved road*). Pemilihan tipe perkerasan yang tepat berdasarkan beberapa pertimbangan yaitu volume lalu lintas yang dilayani, sumber dana yang tersedia untuk pembangunan, waktu pelaksanaan pekerjaan.

### 3.3.1 Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan jalan beton atau secara umum disebut perkerasan kaku adalah perkerasan yang tidak menggunakan aspal sebagai bahan ikatnya. Perkerasan kaku terdiri dari tanah-dasar, lapis pondasi bawah dan pelat beton semen Portland, dengan atau tanpa tulangan (Hardiyatmo 2015).

Perkerasan kaku baik digunakan pada jalan raya yang melayani lalu lintas tinggi/berat, berkecepatan tinggi karena pada perkerasan kaku memiliki *modulus elastisitas* yang cukup tinggi maka akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, bagian terbesar kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton itu sendiri. Struktur perkerasan kaku secara umum ditunjukkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1 Struktur Perkerasan Kaku**

(Sumber: Hardiyatmo, 2015)

### 3.3.2 Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan ikatnya. Perkerasan lentur mempunyai fungsi yang sama dengan perkerasan kaku yaitu menerima dan menyalurkan beban lalu lintas yang ada di atasnya tanpa menyebabkan kerusakan konstruksi pada jalan sehingga memberikan kenyamanan dan keamanan bagi penggunaannya. Secara umum struktur perkerasan lentur dapat ditunjukkan pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



**Gambar 3.2 Struktur Perkerasan Lentur**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2015)

Perkerasan yang sering digunakan di Indonesia adalah perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Pemilihan jenis perkerasan didasarkan atas beberapa pertimbangan karena hal tersebut berkaitan dengan biaya, beban lalu lintas yang dilayani, material yang tersedia di daerah tersebut serta waktu pelaksanaan pekerjaan yang akan dilakukan. Penggunaan tebal perkerasan lentur maupun kaku mempunyai keuntungan dan kerugian diantaranya bisa dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku**

No	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1	Komponen perkerasan terdiri dari pelat beton yang terletak tanah atau lapisan material granuler pondasi bawah ( <i>subbase</i> ).	Komponen perkerasan terdiri dari lapisan permukaan, pondasi atas ( <i>base</i> ) dan pondasi bawah ( <i>subbase</i> ).
2	Kebanyakan digunakan untuk jalan kelas tinggi.	Digunakan untuk semua kelas jalan dan tingkat volume lalu lintas.
3	Pencampuran adukan beton mudah dikontrol.	Pengontrolan kualitas campuran lebih rumit.
4	Umur rencana dapat mencapai 20-40 tahun.	Umur rencana lebih pendek, yaitu sekitar 10-20 tahun, jadi kurang dari perkerasan kaku.
5	Lebih tahan terhadap drainase yang buruk.	Kurang tahan terhadap drainase yang buruk.
6	Biaya awal pembangunan lebih tinggi.	Biaya awal pembangunan lebih rendah.

**Lanjutan Tabel 3.1 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku**

No	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
7	Biaya awal pembangunan lebih tinggi.	Biaya awal pembangunan lebih rendah.
8	Biaya pemeliharaan kecil. Namun, jika terjadi kerusakan biaya pemeliharaan lebih tinggi.	Biaya pemeliharaan lebih besar.
9	Kekuatan perkerasan lebih ditentukan oleh kekuatan pelat beton.	Kekuatan perkerasan ditentukan oleh kerjasama setiap lapis perkerasan.
10	Tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal pelat beton tidak termasuk pondasi.	Tebal perkerasan adalah tebal seluruh lapisan yang ada diatas tanah dasar.

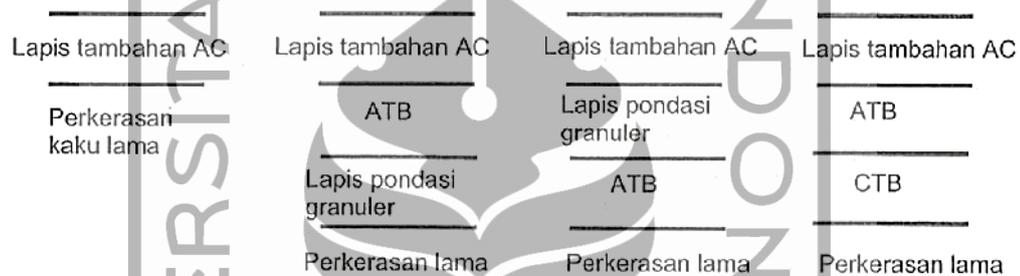
Sumber: Hardiyatmo (2015)

Perencanaan perkerasan lentur akan yang baik harus memperhatikan komponen-komponen utama dalam sistem perkerasan tersebut berfungsi dengan baik. Peranan komponen-komponen perkerasan lentur adalah (FHWA,2006) sebagai berikut.

1. Lapisan aus (*wearing course*) yang memberikan cukup kekesatan, tahanan gesek, dan penutup kedap air atau drainase air permukaan.
2. Lapis perkerasan terikat atau tersementasi yang memberikan daya dukung yang cukup dan sekaligus sebagai penghalan air yang masuk ke dalam material tak terikat dibawahnya.
3. Lapis pondasi (*base course*) dan pondasi bawah (*subbase course*) tak terikat yang memberikan tambahan kekuatan dan ketahanan terhadap pengaruh air yang merusak struktur perkerasan, serta pengaruh degradasi yang lain (erosi dan intrusi butiran halus).
4. Tanah dasar (*subgrade*) yang memberikan cukup kekakuan, kekuatan yang seragam dan merupakan landasan yang stabil bagi lapisan material perkerasan diatasnya.
5. Sistem drainase yang dapat membuang air dengan cepat dari sistem perkerasan, sebelum air meurunkan kualitas lapisan material granuler tak terikat dan tanah dasar.

### 3.3.3 Perkerasan Komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit adalah perkerasan gabungan antara perkerasan beton semen Portland dan perkerasan aspal. Perkerasan terdiri dari lapisan beton aspal (*asphalt concrete, AC*) yang berada diatas perkerasan beton semen Portland atau lapis pondasi yan dirawat. Lapis pondasi yang dirawat, dapat terdiri dari lapis pondasi dirawat aspal (*asphalt treated base, ATB*) atau lapis pondasi dirawat semen (*cement-treated base, CTB*). Lapis pondasi perlu dirawat , karena untuk memperbaiki kekakuan dan kekuatannya (Hardiyatmo 2015). Struktur perkerasan composite secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



**Gambar 3.3 Struktur Perkerasan Komposit**  
(Sumber: Hardiyatmo, 2015)

### 3.3.4 Jalan Tak Diperkeras (*unpaved road*)

Jalan tak diperkeras (*unpaved road*) adalah jalan dengan perkerasan sederhana, yaitu permukaan jalan hanya berupa lapisan granuler (kerikil) yang dihamparkan di atas tanah dasar (Hardiyatmo 2015). Jalan yang tidak menggunakan perkerasan biasa volume lalu lintas yang rendah atau populasi populasi penduduk yang rendah disuatu daerahtersebut. Lapis permukaan perkerasan, umumnya hanya digunakan lapisan kerikil yang dipadatkan. Jalan tak diperkeras secara umum dibagi menjadi dua yaitu sistem Telford dan sistem Telasah.

Kontruksi perekerasan dengan telford merupakan jalan tanpa diperkers aspal dan biaya kontruksi jalan ini relative murah dan uunya digunakan dipedesaan di Indonesia. Kontruksi telford menggunakan susunan batu belah besar berukuran 10/15 atau 15/20 yang disusun secara berdiri dengan batu pecah

yang kecil mengisi celah disusunan batu tersebut sehingga permukaannya menjadi rata, kemudian permukaan kontruksi tersebut dipadatkan dan ditabur sirtu pada permukaannya. Kontruksi perkerasan dengan Telasah menggunakan material batu berukuran 15/20 atau 20/30 hanya saja pada kontruksi Telasah batu yang runcing menghadap kebawah atau ke tanah lalu pemadatannya dilakukan dengan manual menggunakan martil seberat 5 sampai 10 kg.

### 3.4 Material Perkerasan Jalan

Dalam pemilihan material perkerasan jalan harus diperhatikan berbagai aspek yaitu ekonomis, keawetan, lalu kemudahan dalam pelaksanaan dan persyaratan struktur perkerasan.

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa pada perkerasan lentur, agregat batuan digunakan sebagai material pembentuk lapis permukaan, lapis pondasi atas, dan lapis pondasi bawah. Material penyusun perkerasan tersebut harus mempunyai gradasi tertentu agar memenuhi syarat keawetan, kestabilan, dan memenuhi dari segi kekuatan.

#### 3.4.1 Tanah Dasar (*subgrade*)

Kekuatan dan keawetan perkerasan sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Tanah dasar menjadi pondasi yang menerima beban lalu lintas yang ada di atasnya dari lapis perkerasan. Oleh karena itu tanah dasar merupakan bagian dasar, dimana pondasi bawah (*subbase*), pondasi (*base*) atau perkerasan berada, maka keawetan suatu struktur perkerasan bergantung pada stabilitas struktur tanah dasar.

Hardiyatmo (2015) mengatakan tanah dasar merupakan tanah dengan ketebalan tertentu yang dipadatkan. Umumnya, tanah dasar yang berfungsi sebagai alas/pondasi jalan, terdiri dari material dalam galian atau urugan dipadatkan dengan kedalaman tertentu dibawah dasar struktur perkerasan. Semakin kaku perkerasan, maka penyebaran tekanan roda ke tanah dasar semakin mengecil. Dengan demikian, kedalaman tanah dasar akan bervariasi dan bergantung pada besarnya beban dan tipe perkerasan.

### 3.4.2 Lapis Pondasi Bawah (*subbase course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan lapisan perkerasan atas dan dari segi materialnya lapisan pondasi bawah kualitasnya lebih rendah dibandingkan dengan lapis pondasi (*base course*) tetapi kualitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

Lapis pondasi bawah dapat terdiri dari material kerikil alam yang stabil dan awet namun lapis pondasi bawah juga dapat berupa material granuler yang dipadatkan atau tanah yang distabilisasi kemudian dengan meletakkan lapis pondasi diatas tanah dasar yang lunak maka berguna untuk menutup tanah dasar tersebut agar mempunyai daya dukung yang cukup. Syarat kepadatan dan kadar air ditentukan dari hasil-hasil uji laboratorium atau lapangan. Fungsi dari lapis pondasi bawah (Hardiyatmo 2015) sebagai berikut.

1. Sebagai bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan.
2. Untuk lapisan drainase (bila didalam komponen perkerasan terdapat air, misalnya air hujan masuk melalui retakan).
3. Untuk efisiensi penggunaan material, agar lapisan-lapisan yang lain dapat dikurangi tebalnya, sehingga menghemat biaya.
4. Untuk mencegah material tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi.
5. Sebagai lapisan pertama, agar pelaksanaan pembangunan jalan berjalan lancar.

### 3.4.3 Lapis Pondasi (*base course*)

Lapis pondasi (*base course*) terletak dibawah lapisan permukaan dan terletak di atas pondasi bawah atau jika pondasi bawah tidak digunakan letaknya diatas tanah dasar. Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa material lapis pondasi terdiri dari agregat seperti batu pecah, sirtu, terak pecah (*crushed slag*) atau campuran-campuran dari material tersebut.

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa lapis pondasi harus mempunyai tahanan yang lebih tinggi terhadap defeormasi dibandingkan dengan tanah dasar. Pertimbangan dalam perancangan lapis pondasi ini menyangkut ketebalannya,

stabilitas akibat beban lalu lintas serta ketahanan terhadap pelapukan sehingga lapis pondasi ini dapat memberikan kekuatan kepada struktur perkerasan. Lebar lapis pondasi dibuat melebihi tepi dari lapisan aus hal ini bertujuan untuk meyakinkan kemungkinan adanya beban yang bekerja ditepi perkerasan yang akan didukung oleh lapisan dibawahnya. Lapis pondasi pada umumnya dilebihkan 30 cm keluar dari tepi perkerasan.

#### 3.4.4 Lapisan Permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan (*surface course*) ini terletak paling atas dari lapisan perkerasan lentur. Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa lapisan permukaan (*surface course*) terdiri dari lapis aus (*wearing course*) dan lapis pengikat (*binder course*). Lapisan ini diharuskan memiliki stabilitas yang tinggi, kedap air karena untuk melindungi lapisan yang ada dibawahnya sehingga air mengalir ke saluran yang berada disamping jalan, tahan terhadap keausan akibat pengereman dari kendaraan dan lapisan permukaan ini diperuntukan untuk meneruskan beban dari roda kendaraan ke lapisan yang ada dibawahnya. Sehingga untuk mengatasi masalah tersebut campuran yang digunakan pada lapisan permukaan jalan harus bersifat stabilitas, kelenturan, awet, tahan terhadap kegelinciran, kedap air, mudah dikerjaka serta tahan terhadap kelelahan (*fatigue*).

Lapis permukaan aspal dalam perkerasan lentur dapat dibagi menjadi beberapa sub-lapisan, secara tipikal, dari atas ke bawah adalah sebagai berikut (FHWA, 2006).

1. *Seal coat* adalah suatu tipe perawatan permukaan yang biasanya digunakan untuk pemeliharaan lapis permukaan. Aspal *seal coat* yang diletakan diatas lapis aus merupakan lapis tipis aspal dengan tebal kurang dari 1/2 in yang digunakan untuk melindungi perkerasan terhadap air dan memperbaiki tekstur lapis aus aspal (menambah kekesatan). *seal coat* terdiri dari pasir halus, emulsi aspal dan air dan biasa disebut *slurry seal* dan biasanya tipe ini digunakan sebagai bahan pengisi retakan dalam pemeliharaan perkerasan.
2. Lapis aus (*wearing course*) merupakan lapisan paling atas (jika tanpa *seal coat*) dari perkerasan. Lapisan ini, biasanya berupa beton aspal bergradasi

padat. Lapis aus merupakan lapisan kedap air, mempunyai tahanan gelincir, tahan terhadap terbentuknya alur dan mempunyai kehalusan.

3. Lapis pengikat (*binder course*) juga disebut lapis pondasi aspal (*asphalt base course*) adalah lapisan campuran aspal panas yang diletakan tepat dibawah lapis aus. Lapis pengikat dapat digunakan sebagai bagian dari lapisan aspal yang tebal, karena dipertimbangkan lebih hemat.

### 3.5 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan menggunakan Metode Bina Marga 1987

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga 1987 ada beberapa parameter lalu lintas yang harus diperhatikan diantaranya adalah sebagai berikut.

#### 3.5.1 Umur Rancangan

Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur harus ditentukan pemilihan umur rencana karena umur rancangan ini dipertimbangkan berkaitan dengan nilai ekonomi jalan yang bersangkutan dan kinerja perkerasan harus maksimum dalam periode yang ditentukan. Hardiyatmo (2015) menyatakan umur rancangan adalah waktu dimana perkerasan diharapkan mempunyai kemampuan pelayanan sebelum dilakukan pekerjaan rehabilitasi atau kemampuan pelayanan berakhir. Dalam petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur tahun 1987 menyatakan bahwa umur rancangan adalah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru.

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa umur rencana perkerasan lentur 10–20 tahun. Umur rancangan ditentukan dengan mempertimbangkan klasifikasi fungsional jalan lalu lintas, serta nilai ekonomis jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metoda *benefit cost ratio*, *internal rate of return*, atau kombinasi dari metoda-metoda tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah.

### 3.5.2 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Petunjuk perancangan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen SKBI 1987 menguraikan bahwa jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

**Tabel 3.2 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan**

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

Sumber: Bina Marga 1987

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3 Koefisien Distribusi Kendaraan**

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450

Lanjutan Tabel 3.3 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber: Bina Marga 1987

### 3.5.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Hardiatmo (2015) menyatakan faktor ekuivalensi beban (E) adalah rasio dari jumlah pengulangan sembarangan beban gandar dan konfigurasi gandarnya (tunggal, tandem, tridem), yang diperlukan untuk menghasilkan pengurangan PSI (*Present Serviceability Index*) yang sama dengan satu lintasan gandar 18 kip. Faktor ekuivalensi beban diperoleh berdasarkan pengaruh kerusakan relative dari berbagai tipe kendaraan.

Angka ekuivalensi (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2.

- 1) Untuk sumbu tunggal

$$E = \left( \frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right)^4 \quad (3.1)$$

dengan:

E = Angka Ekuivalensi

- 2) Untuk sumbu ganda

$$E = 0,086 \left( \frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right)^4 \quad (3.2)$$

dengan:

E = Angka Ekuivalensi

Angka ekuivalen selain menggunakan formula ada juga nilai ekuivalen yang telah ditentukan oleh bina marga 1987 yang dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut.

**Tabel 3.4 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan**

Beban Sumbu		Angka Ekuivalensi	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber: Bina Marga 1987

#### 3.5.4 Lalu Lintas Harian Rata-Rata dan Rumus-Rumus Lintas Ekuivalen

- 1) Menurut petunjuk tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen SKBI 1987 menyatakan bahwa lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. LHR pada umur rencana dapat ditentukan dengan Persamaan 3.3 berikut.

$$LHR_{20} = LHR_0 \times (1+i)^{UR} \quad (3.3)$$

- 2) Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) dapat ditentukan dengan Persamaan 3.4.

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (3.4)$$

dengan

j = jenis kendaraan

n = umur rancangan

LHR = lalu lintas harian rata-rata

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalensi

- 3) Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dihitung dengan Persamaan 3.5.

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (3.5)$$

dengan

I = Perkembangan lalu lintas

j = Jenis kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

UR = Umur rencana

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalensi

Lintas Ekivalen Tengah dihitung dengan Persamaan 3.6.

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (3.6)$$

dengan

LEP = Lintas ekivalen permulaan

LEA = Lintas ekivalen akhir

- 4) Lintas Ekivalen Rencana (LER) dihitung dengan Persamaan 3.7.

$$LER = LET \times FP \quad (3.7)$$

dengan

LET = Lintas ekivalen tengah

FP = Faktor penyesuaian

Faktor penyesuaian (FP) tersebut di atas ditentukan dengan Persamaan (3.8).

$$FP = UR/10 \quad (3.8)$$

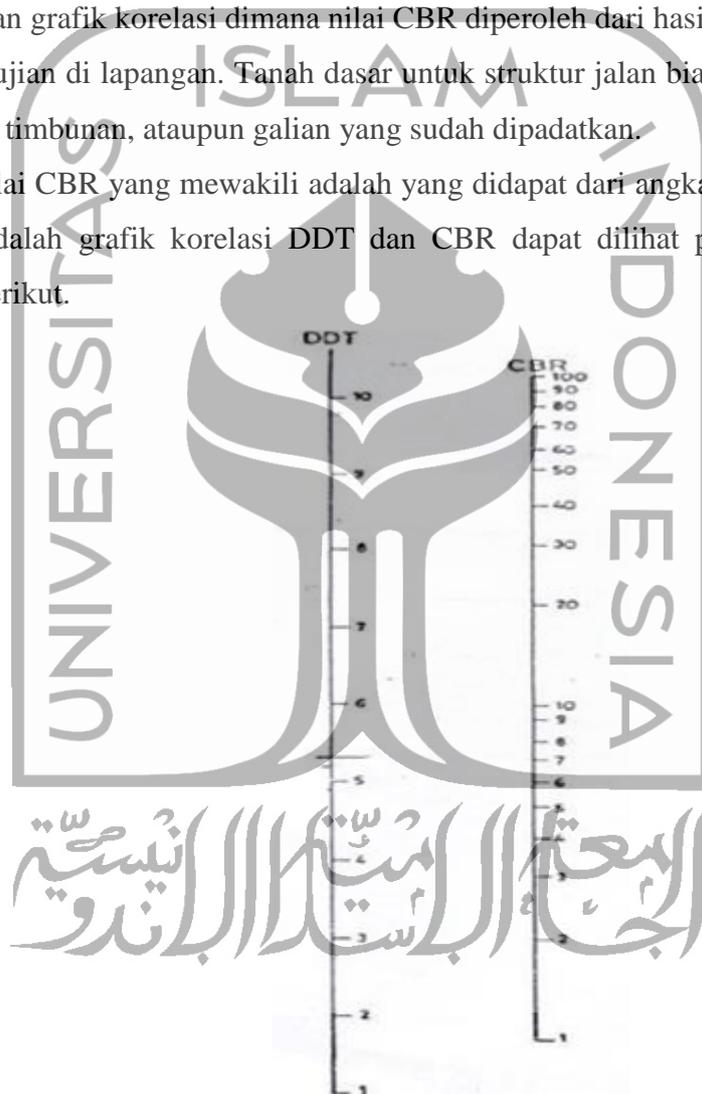
dengan

UR = Umur rencana

### 3.5.5 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi tebal perkerasan yang dibutuhkan karena semakin rendah daya dukung tanah maka tebal perkerasan yang dibutuhkan akan lebih tebal. Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi dimana nilai CBR diperoleh dari hasil uji laboratorium atau pengujian di lapangan. Tanah dasar untuk struktur jalan biasanya merupakan tanah asli, timbunan, ataupun galian yang sudah dipadatkan.

Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari angka persentase 90%. Berikut adalah grafik korelasi DDT dan CBR dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



**Gambar 3.4 .Korelasi DDT dan CBR**

Sumber: Bina Marga 1987

Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar sebelah kiri diperoleh nilai DDT.

Selain menggunakan grafik tersebut, nilai DDT dari suatu harga CBR juga dapat ditentukan dengan Persamaan 3.9.

$$DDT = (4,3 \times \log CBR + 1,7) \quad (3.9)$$

dengan

DDT = Daya Dukung Tanah Dasar

CBR = California Bearing Ratio

### 3.5.6 Faktor Regional (FR)

Faktor regional terhadap lapis perkerasan mempunyai pengaruh yang cukup besar karena bisa mempengaruhi akan penentuan tebal perkerasan. Menurut SKBI 1987 menyatakan bahwa keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat >13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata pertahun.

Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Faktor Regional (FR)**

	Kelandaian I		Kelandaia II		Kelandaian III	
	(< 6 %)		(6-10 %)		(> 10 %)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30%	> 30 %	≤ 30%	> 30 %	≤ 30%	>30 %
<b>Iklim I</b> < 900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
<b>Iklim II</b> > 900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

Sumber: Bina Marga 1987

### 3.5.7 Indeks Permukaan (IP)

Dalam merencanakan indeks permukaan pada awal rencana (IPo), ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, dapat dilihat pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.6 Indek Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)**

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughness (mm/km)
LASTON	$\geq 4$	$\leq 1000$
	3,9 - 3,5	$> 1000$
LASBUTAG	3,9 - 3,5	$\leq 2000$
	3,4 - 3,0	2000
HRA	3,9 - 3,5	-
	3,4 - 3,0	-
BURDA	3,9 - 3,5	-
BURTU	3,4 - 3,0	-
LAPEN	3,4 - 3,0	-
	2,9 - 2,5	-
LATASBUM	2,9 - 2,5	-
BURAS	2,9 - 2,5	-
LATASIR	2,9 - 2,5	-
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	-
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	-

Sumber : Bina Marga 1987

Setelah menentukan indeks permukaan awal maka dilanjutkan menentukan indeks permukaan akhir (IPt). Indeks permukaan akhir menunjukkan tingkat kerusakan yang diijinkan pada akhir umur rencana. Dalam menentukan IPt perlu diperthatikan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalensi rencana (LER). Beberapa nilai IPt dan artinya adalah sebagai berikut.

1. IP = 1,0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga mengganggu lalu lintas kendaraan.
2. IP = 1,5 menyatakan tingkat pelayanan rendah yang masih mungkin ( jalan tidak terputua )
3. IP = 2 menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih cukup.
4. IP = 2,5 menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

**Tabel 3.7. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP)**

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

Sumber: Bina Marga 1987

## 3.5.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Menurut petunjuk tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen SKBI 1987 menyatakan koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah) dapat dilihat pada Tabel 3.8.

**Tabel 3.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a)**

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (KG)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
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	-	-	

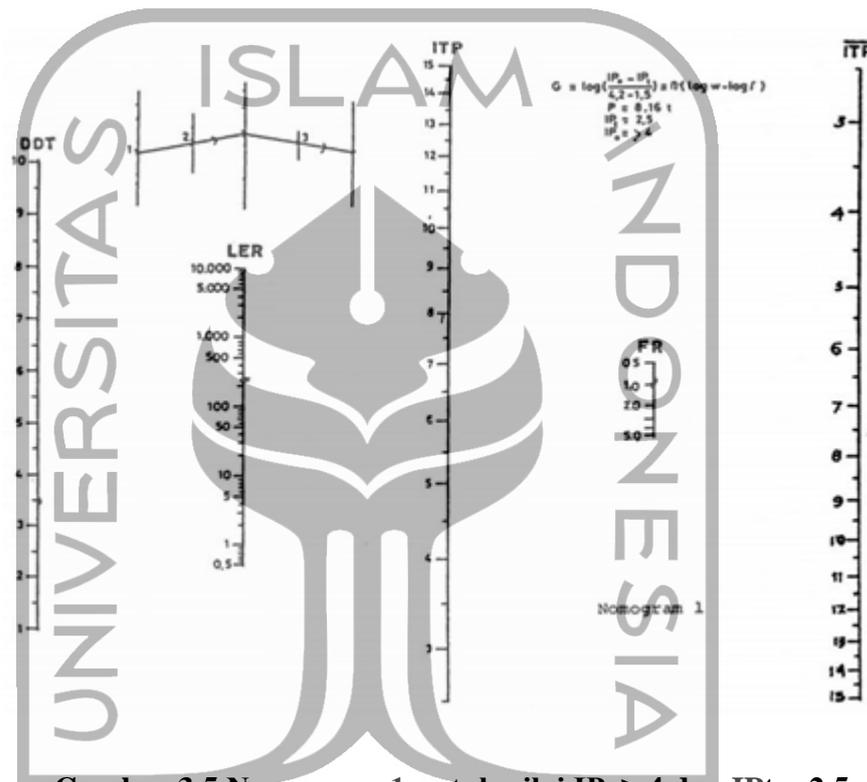
Lanjutan Tabel 3.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (KG)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab.tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab.tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
		0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
		0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
		0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)

Sumber: Bina Marga 1987

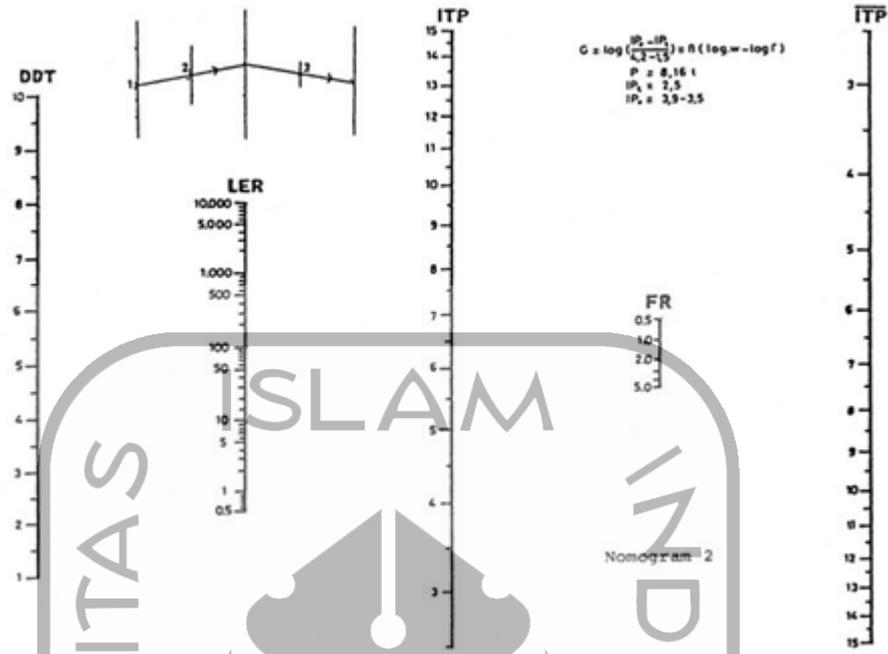
### 3.5.9 Indeks Tebal Perkerasan

Indeks tebal perkerasan (ITP) adalah angka yang berhubungan dengan penentuan tebal minimum tiap lapis disuatu jalan. Nilai indeks tebal perkerasan ini didapatkan dari nomogram dengan menggunakan nilai yang telah ada sebelumnya yaitu : LER umur rencana, FR dan nilai DDT. Penentuan nilai ITP menggunakan nomogram sesuai dengan nilai IPo dan IPt sebagai berikut.

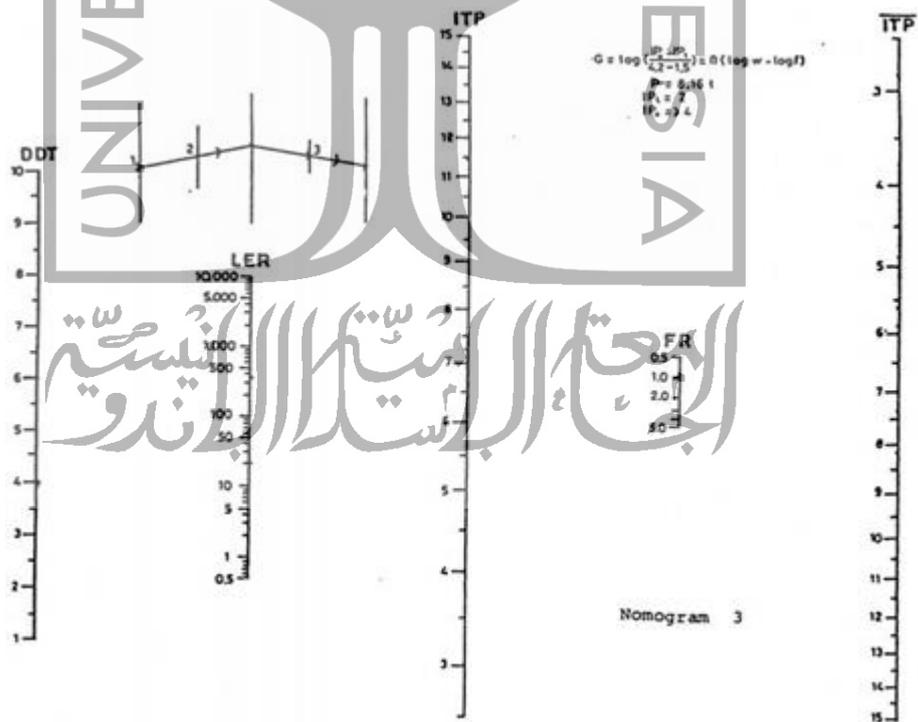


Gambar 3.5 Nomogram 1 untuk nilai  $IP_o \geq 4$  dan  $IP_t = 2,5$

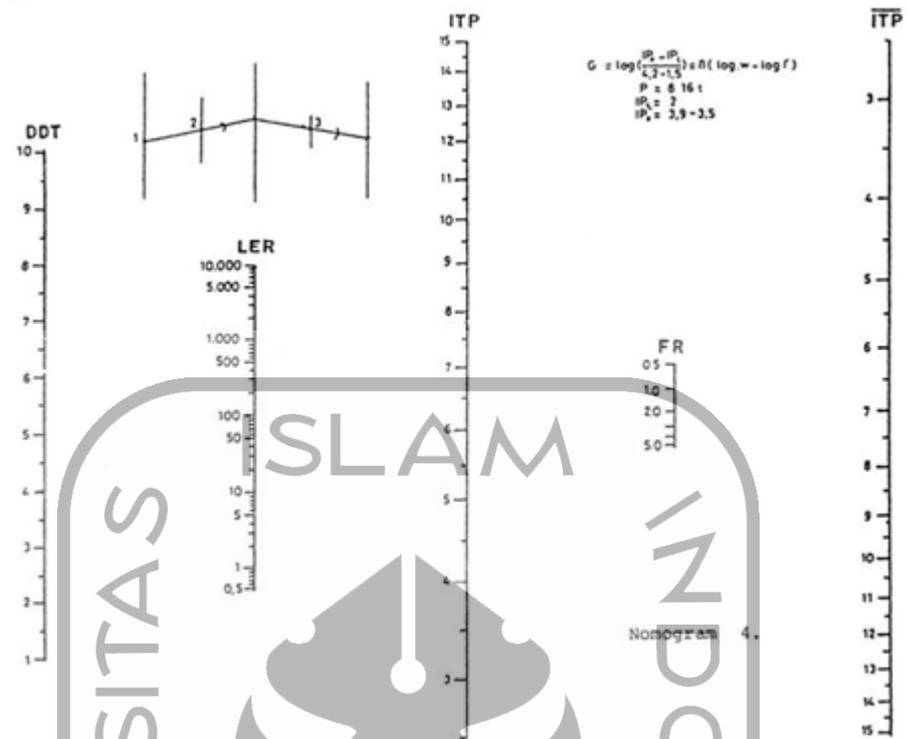
الجمعة الإسلامية الأندلسية



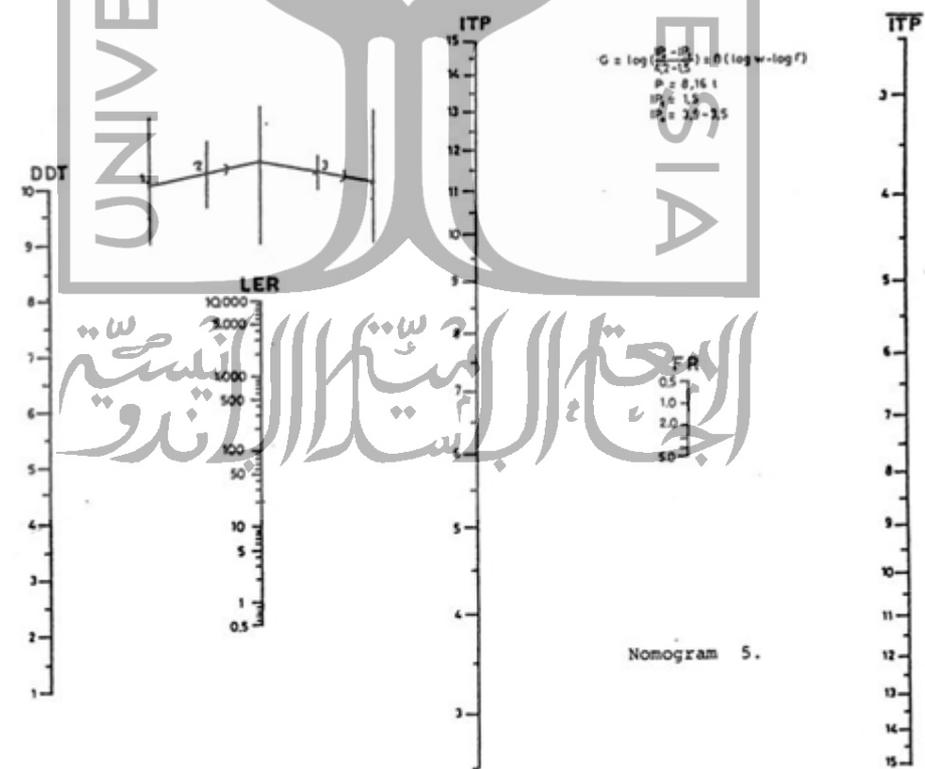
Gambar 3.6 Nomogram 2 untuk nilai  $IP_o = 3,9-3,5$  dan  $IP_t = 2,5$



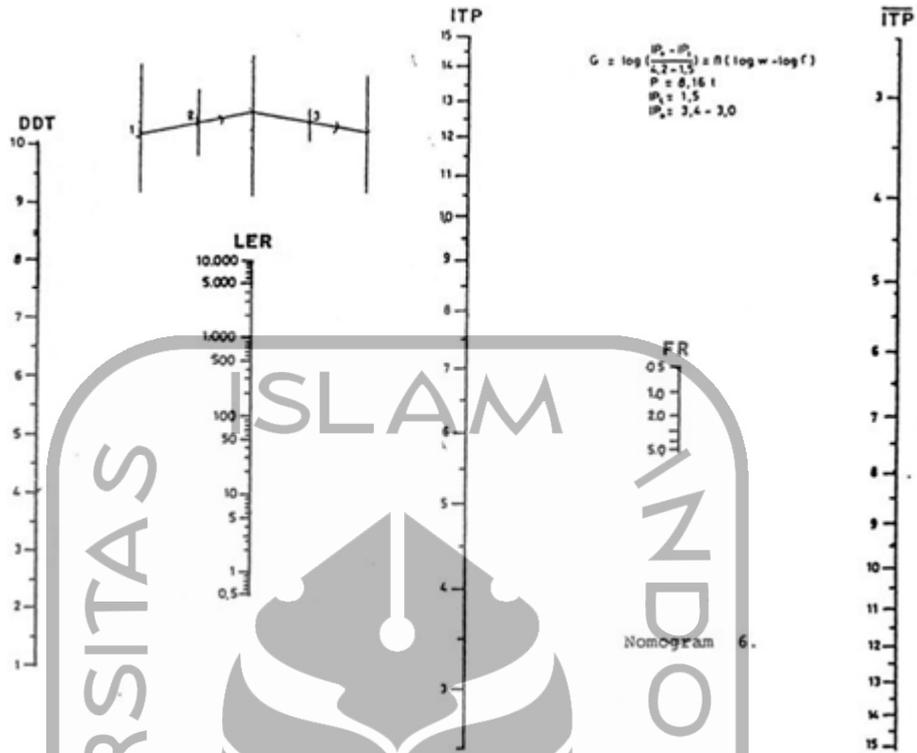
Gambar 3.7 Nomogram 3 untuk nilai  $IP_o \geq 4$  dan  $IP_t = 2$



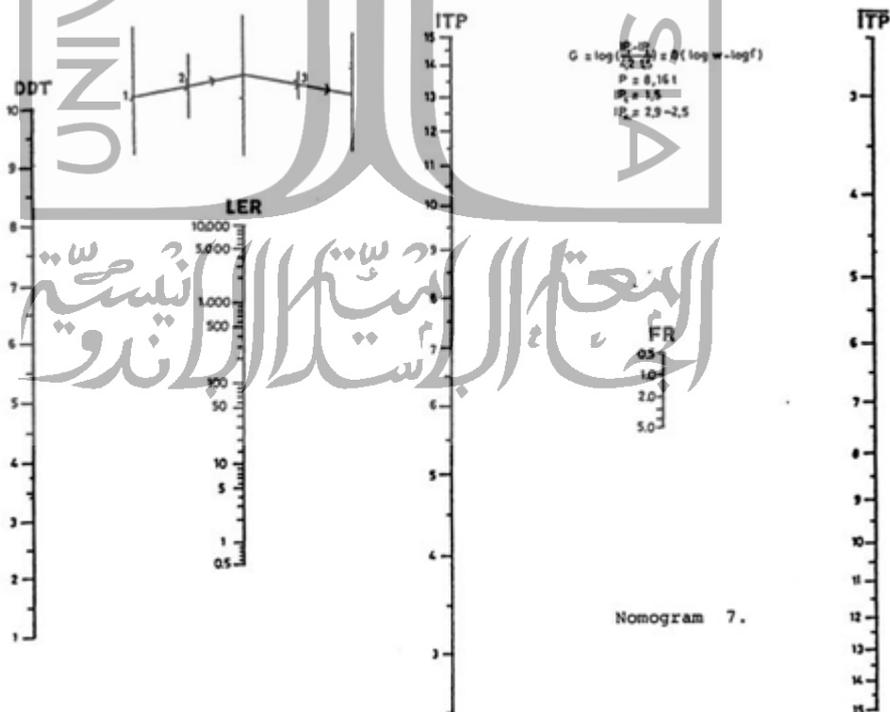
Gambar 3.8 Nomogram 4 untuk nilai  $IP_o = 3,9-3,5$  dan  $IP_t = 2$



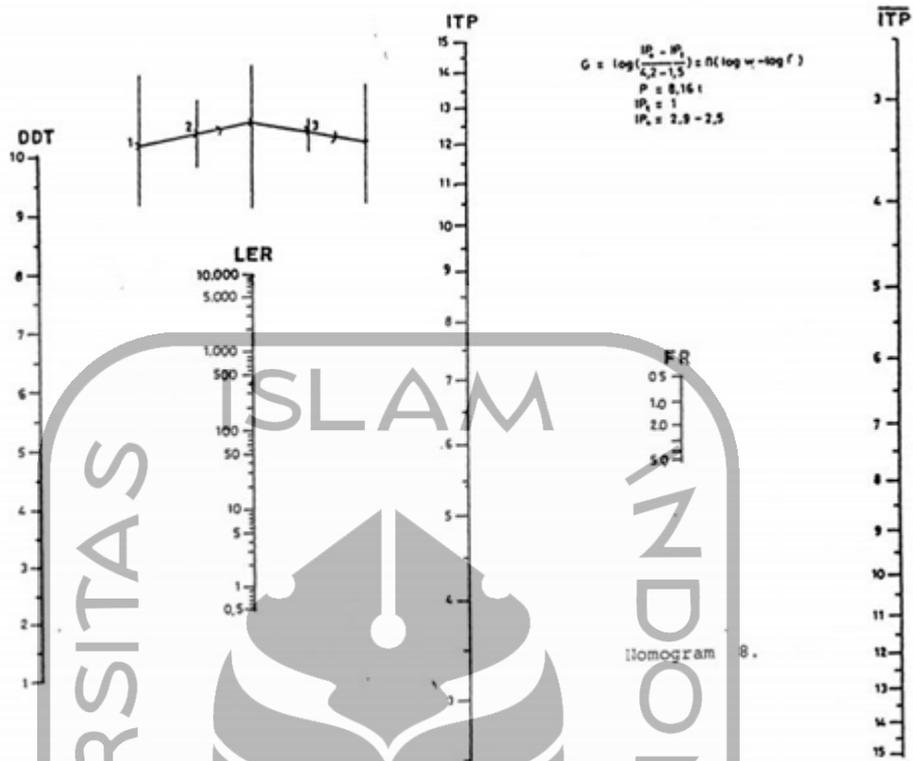
Gambar 3.9 Nomogram 5 untuk nilai  $IP_o = 3,9-3,5$  dan  $IP_t = 1,5$



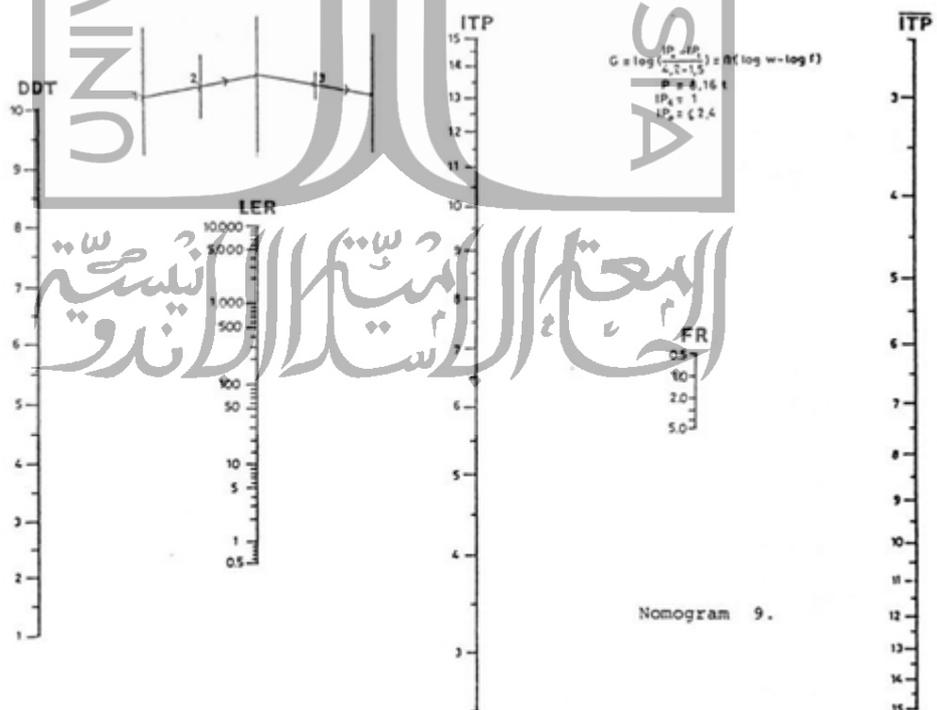
Gambar 3.10 Nomogram 6 untuk nilai  $IP_o = 3,4-3,0$  dan  $IP_t = 1,5$



Gambar 3.11 Nomogram 7 untuk nilai  $IP_o = 2,9-2,5$  dan  $IP_t = 1,5$



Gambar 3.12 Nomogram 8 untuk nilai  $IP_o = 2,9-2,5$  dan  $IP_t = 1$



Gambar 3.13 Nomogram 9 untuk nilai  $IP_o \leq 2,4$  dan  $IP_t = 1$

Dari nilai ITP yang didapat digunakan untuk mencari tebal lapisan dari tiap lapisan menggunakan Persamaan 3.10 berikut.

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \quad (3.10)$$

dengan

$A_1, a_2, a_3$  = koefisien kekuatan relative

$D_1, D_2, D_3$  = tebal masing-masing pekerasan

Adapun batasan tebal minimal yang disyaratkan sesuai petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya metode Bina Marga 1987 dapat dilihat pada Tabel 3.9.

**Tabel 3.9 Batas-batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan**

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
>3	5	Lapis pelindung : (Buras/Burtu/Burda).
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Lasbutag, Laston.
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Lasbutag, Laston.
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston.
$\geq 10,00$	10	Laston,

Sumber: Bina Marga 1987

Adapun tebal minimal lapis pondasi yang di syaratkan sesuai sesuai petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya metode Bina Marga 1987 dapat dilihat pada tabel 3.10.

**Tabel 3.10 Batas-batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan untuk Lapis Pondasi**

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 - 7,49	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
7,50 - 9,99	10	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 - 12,14	15	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
12,25	25	Lapen, Laston Atas
		Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
		Lapen, Laston Atas

Sumber: Bina Marga 1987

### 3.6 Perancangan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode ASSHTO 1993

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa dalam perancangan tebal perkerasan lentur menurut ASSHTO 1993, maka digunakan parameter-parameter sebagai berikut.

- Analisis lalu lintas yang mencakup umur rencana, lalu lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu lintas tahunan, jumlah ESAL total.
- Indeks kemampuan pelayanan akhir (*terminal serviceability index*) ( $P_t$ ).
- Indeks kemampuan pelayanan awal (*initial serviceability*) ( $P_o$ ).
- Kehilangan kemampuan pelayanan (*serviceability loss*).
- Reabilitas (*reability*) ( $R$ ).
- Deviasi standar normal (*normal standar deviation*) ( $Z_r$ ).
- Deviasi standar keseluruhan (*overall standar deviation*) ( $S_o$ ).
- Modulus *resilient* ( $M_r$ ).
- Koefisien lapisan (*layer coefficient*).
- Koefisien drainase atau koefisien modifikasi lapisan.

### 3.6.1 Analisis Lalu Lintas

Untuk perhitungan analisis lalu lintas pada metode AASHTO 1993 ini mencakup jumlah atau volume kendaraan yang lewat, serta Faktor Distribusi Arah (DD) dengan nilai antara 0,3 – 0,7 dan Faktor Distribusi Lajur (DL). Untuk mencari nilai W18 dapat digunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\hat{W}18 = LHR0 \times E \times DD \times DL \quad (3.11)$$

$$W18 = \hat{W}18 \times 365 \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad (3.12)$$

dengan

E = Angka ekivalen kendaraan.

DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi lajur.

$\hat{W}18$  = Jumlah beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun.

W18 = Jumlah beban lalu lintas standar kumulatif umur rencana.

g = Tingkat pertumbuhan per tahun. n = Umur rencana.

**Tabel 3.11 Faktor Distribusi Lajur (DL)**

Jumlah Lajur	Jumlah Lalu Lintas Pada Lajur Rencana (%)
1	100
2	80-90
3	60-80
4	50-75

Sumber: AASHTO 1993

### 3.6.2 Indeks Kemampuan Pelayanan Akhir (Pt)

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa kemampuan pelayanan akhir (Pt) ditentukan dari survei pendapat yang menyatakan sejauh mana perkerasan masih bisa diterima. Dari survei tersebut, AASHTO (1993) memberikan pedoman nilai minimum Pt.

AASHTO (1993) menyarankan nilai-nilai kemampuan pelayanan akhir (Pt) sebagai berikut.

- a. Jalan raya utama, Pt = 2,5 atau 3.
- b. Jalan raya dengan lalu lintas rendah, Pt = 2,0.
- c. Jalan raya relative minor, Pt = 1,5.

**Tabel 3.12 Indeks Kemampuan Pelayanan Akhir**

Pt	Persen Orang Berpendapat Tidak Setuju
3,0	12 %
2,5	55 %
2,0	85 %

Sumber: AASHTO 1993

### 3.6.3 Indeks Kemampuan Pelayanan Awal (Po)

Kemampuan Pelayanan Awal (Po) bergantung pada tingkat kehalusan atau kerataan perkerasan awal, sedangkan Kemampuan Pelayanan Akhir (Pt) bergantung pada kekasaran atau tidak rataanya jalan yang masih memungkinkan untuk dilalui kendaraan sebelum dilakukan rehabilitasi. Untuk nilai Po AASHTO (1993) menyarankan sebagai berikut.

- a. Untuk perkerasan beton atau perkerasan kaku, Po = 4,5.
- b. Untuk perkerasan aspal atau perkerasan lentur, Po = 4,2.

Nilai-nilai tersebut masih dapat berubah, karena masih dipengaruhi oleh metode pembangunan, pengalaman setempat, dan standar yang digunakan.

### 3.6.4 Kehilangan Kemampuan Pelayanan ( $\Delta$ PSI)

Kehilangan kemampuan pelayanan total (total loss of serviceability) dapat dihitung dengan Persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$(\Delta\text{PSI}) = P_o - P_t \quad (3.13)$$

Untuk perkerasan lentur dengan volume lalu lintas tinggi  $\Delta\text{PSI} = P_o - P_t = 4,2 - 2,5 = 1,7$  dan untuk perkerasan lentur dengan lalu lintas rendah  $\Delta\text{PSI} = 4,2 - 2,0 = 2,2$ .

### 3.6.5 Reliabilitas (R) dan Devisiasi Standar Normal (ZR)

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa reabilitas meynyatakan tingkat kemungkinan bahwa perkerasan yang dirancang akan tetap memuaskan selama masa pelayanan, nilai R tersebut digunakan untuk mengakomodasi kemungkinan ketidaktepatan hitungan volume lintas dan kinerja perkerasan. Nilai reliabilitas (R) berkisar antara 50% - 99,99% dan menyatakan kemungkinan melesetnya besaran-besaran nilai parameter rancangan yang dipakai. Semakin tinggi nilainya, semakin tinggi kemungkinan terjadinya selisih antara hasil perancangan dan kenyataan. Nilai-nilai R yang disarankan oleh AASHTO (1993) untuk perancangan berbagai klasifikasi jalan, bisa dilihat pada Tabel 3.12, sedangkan untuk nilai-nilai ZR yang berhubungan dengan R bisa dilihat pada Tabel 3.13 sebagai berikut.

**Tabel 3.13 Nilai Reliabilitas (R)**

Tipe Jalan	Nilai (R) dalam %	
	Perkotaan (urban)	Pedesaan (rural)
Jalan bebas hambatan (freeway)	90 – 99,9	85 – 99,9
Utama	85 – 99	80 – 95
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: AASHTO 1993

**Tabel 3.14 Hubungan antara R dengan ZR**

R (%)	ZR
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,647
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282

**Lanjutan Tabel 3.14 Hubungan antara R dengan ZR**

R (%)	ZR
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber: AASHTO 1993

### 3.6.6 Devisiasi Standar Keseluruhan (So)

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa devisiasi standar keseluruhan (overall standard deviation, So) merupakan parameter yang digunakan untuk memperhitungkan adanya variasi dari input data. Devisiasi standar keseluruhan dipilih sesuai dengan kondisi lokal. Untuk nilai So AASHTO (1993) menyarankan :

1. Untuk perkerasan lentur : So diantara 0,40 – 0,50.
2. Untuk perkerasan kaku : So diantara 0,30 – 0,40.

Disarankan dalam AASHTO (1993), untuk nilai So perkerasan lentur (aspal) = 0,45 dan untuk nilai So perkerasan kaku (beton) = 0,35.

### 3.6.7 Koefisien Lapisan (*Layer Coefficient*)

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa koefisien lapisan (ai) menyatakan hubungan empiris antara SN untuk suatu struktur perkerasan dengan tebal lapisan, yang menyatakan kemampuan relatif dari suatu material agar berfungsi sebagai satu komponen struktural dari perkerasannya (Yoder dan Witczack, 1975. dalam

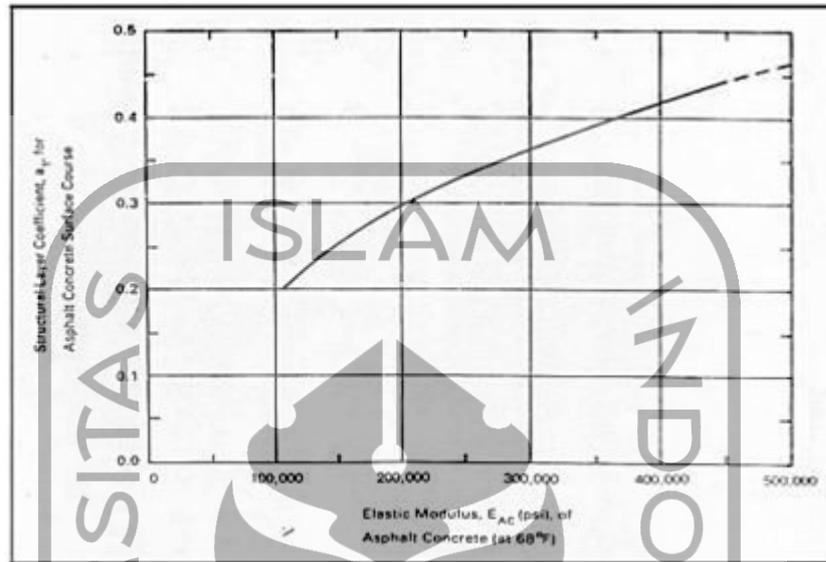
Hardiyatmo, 2015). Sedangkan koefisien lapisan yang diusulkan oleh AASHTO ditunjukkan pada Tabel 3.15 sebagai berikut.

**Tabel 3.15 Koefisien Lapisan (ai)**

<b>Tipe Material</b>	<b>ai (1/in)</b>
<b>Lapis permukaan aspal, koefisien a1 :</b>	
Campuran aspal panas gradasi padat	0,44
Aspal pasir	0,40
Campuran dipakai ulang ditempat	0,20
<b>Tipe Material</b>	<b>ai (1/in)</b>
<b>Lapis permukaan aspal, koefisien a1 :</b>	
Campuran dipakai ulang oleh pabrik	0,40 (0,40 - 0,44)
<b>Lapis pondasi atas, koefisien a2 :</b>	
Batu pecah	0,14 (0,08 - 0,14)
Kerikil berpasir	0,07
Pondasi pozolanik	0,28 (0,25 - 0,30)
Pondasi dirawat kapur	0,22 (0,15 - 0,30)
Pondasi dirawat semen	0,27
Tanah - semen	0,20
Pondasi dirawat aspal, gradasi kasar	0,34
Pondasi dirawat aspal, gradasi pasir	0,30
Campuran dipakai ulang diolah di tempat	0,40 (0,40 - 0,44)
Campuran dipakai ulang diolah di pabrik	0,44
<b>Lapis pondasi bawah, koefisien a3 :</b>	
Kerikil berpasir	0,11
Lempung berpasir	0,08 (0,05 - 0,10)
Tanah dirawat kapur	0,11
Lempung dirawat kapur	0,16 (0,14-0,18)
Batu pecah	0,14 (0,08-0,14)

Sumber: AASHTO 1993

Dalam menentukan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan perkerasan lentur dapat ditentukan menggunakan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 3.13 berikut.

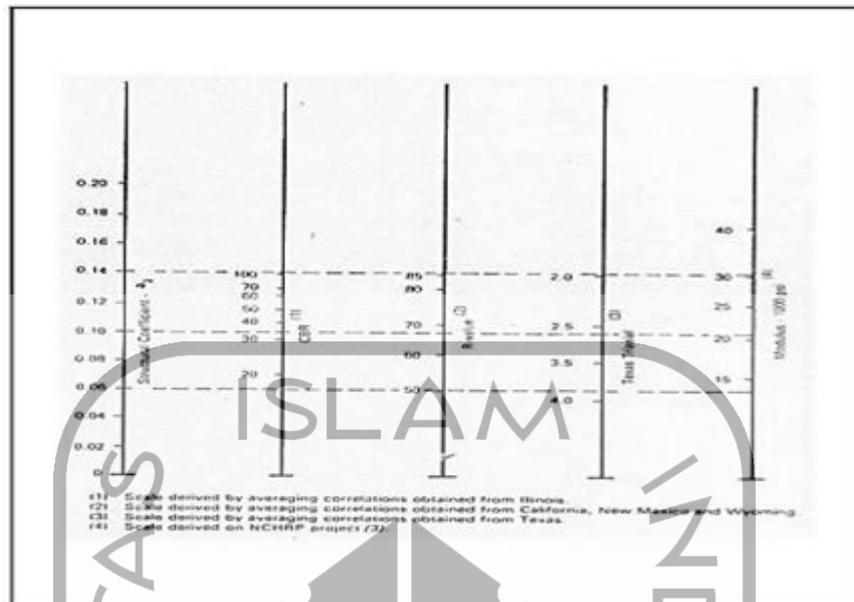


Gambar 3.13 Grafik koefisien relatif lapis permukaan (a1)  
Sumber: AASHTO 1993

Koefisien lapis pondasi atas (a2) dapat ditentukan menggunakan persamaan 3.14 atau menggunakan grafik pada Gambar 3.6 berikut.

$$a_2 = (0,249 \times (\log_{10} \times EBS)) - 0,977 \quad (3.14)$$

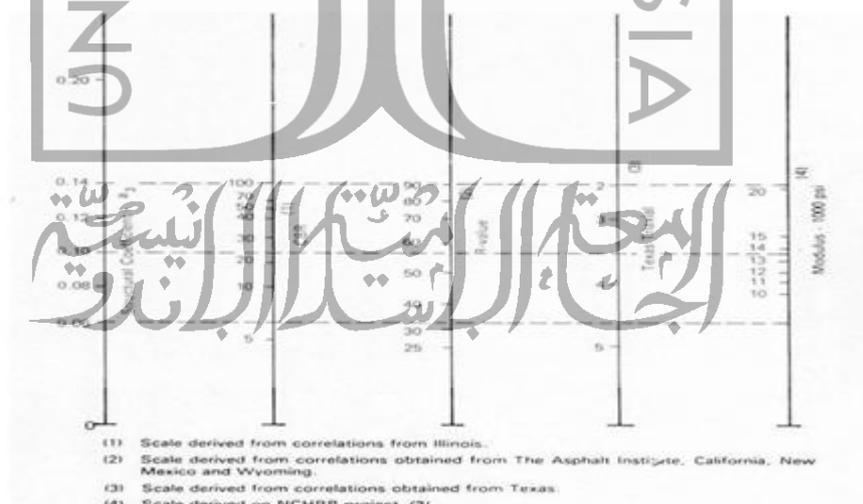
الجامعة الإسلامية  
الاندونيسية



**Gambar 3.15** Grafik koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas (a2)  
 Sumber:AASHTO 1993

Untuk mencari kekuatan relatif lapis pondasi bawah (a3) ditentukan menggunakan persamaan 3.14 atau grafik pada Gambar 3.16 berikut.

$$a3 = (0,227 \times (\log_{10} \times ESB)) - 0,839 \tag{3.15}$$



**Gambar 3.7** Grafik koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah (a3)  
 Sumber: AASHTO 1993

### 3.6.8 Kualitas Drainase

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa dalam perancangan dengan menggunakan AASHTO 1993 diperlukan data kondisi kualitas drainasi yang mempengaruhi kekuatan lapis pondasi dan pondasi bawah. Penentuan kualitas Drainasi dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut.

1. Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk kedalam pondasi jalan.
2. Air dari samping jalan yang kemungkinan akan masuk ke pondasi jalan dan muka air tanah yang tinggi di bawah tanah dasar.
3. Pendekatan waktu (lamanya) dan frekuensi hujan, yang rata-rata terjadi hujan selama 3 jam per hari (hujan jarang terjadi secara terus menerus selama 1 minggu).

Kualitas Drainasi yang disarankan oleh AASHTO (1993) bisa dilihat pada Tabel 3.16 sebagai berikut.

**Tabel 3.16 Kualitas Drainasi**

Kualitas Drainasi	Air Tersingkir Dalam Waktu
Sempurna	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Buruk	1 bulan
Sangat Buruk	Air tidak mengalir

Sumber: AASHTO 1993

### 3.6.9 Koefisien Drainase (mi)

Dalam perencanaan perkerasan lentur perlu adanya koefisien Drainasi (mi). Pengaruh dari kualitas Drainasi ini dinotasikan sebagai m<sub>2</sub> (untuk lapis pondasi atas) dan m<sub>3</sub> (untuk lapis pondasi bawah).

Penentuan koefisien Drainasi (mi) didasarkan pada kualitas dan hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan. Untuk menentukan nilai persen hari efektif hujan dalam setahun yang akan

mempengaruhi perkerasan (P) maka kita harus mencari nilai faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan (WL) menggunakan Persamaan 3.16 berikut.

$$WL = 1 - C \quad (3.16)$$

dengan

C = Koefisien pengaliran

Menurut DPU-Bina Marga (1990) menyatakan bahwa Nilai koefisien pengaliran (C) untuk kondisi permukaan tanah jalan beton dan jalan aspal sebesar 0,70-0,95. Setelah mendapatkan nilai faktor air hujan yang masuk ke pondasi (WL) maka selanjutnya mencari nilai persen hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan (P) menggunakan Persamaan 3.17 berikut.

$$P = \frac{Tj}{24} \times \frac{Th}{365} \times WL \times 100 \quad (3.17)$$

dengan

Tj = Hujan rata-rata per hari (jam)

Th = Jumlah rata-rata hari hujan per tahun (hari)

WL = Faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan

Klasifikasi kualitas Drainasi ditunjukkan dalam Tabel 3.16, dan nilai-nilai mi ditunjukkan pada Tabel 3.17 sebagai berikut.

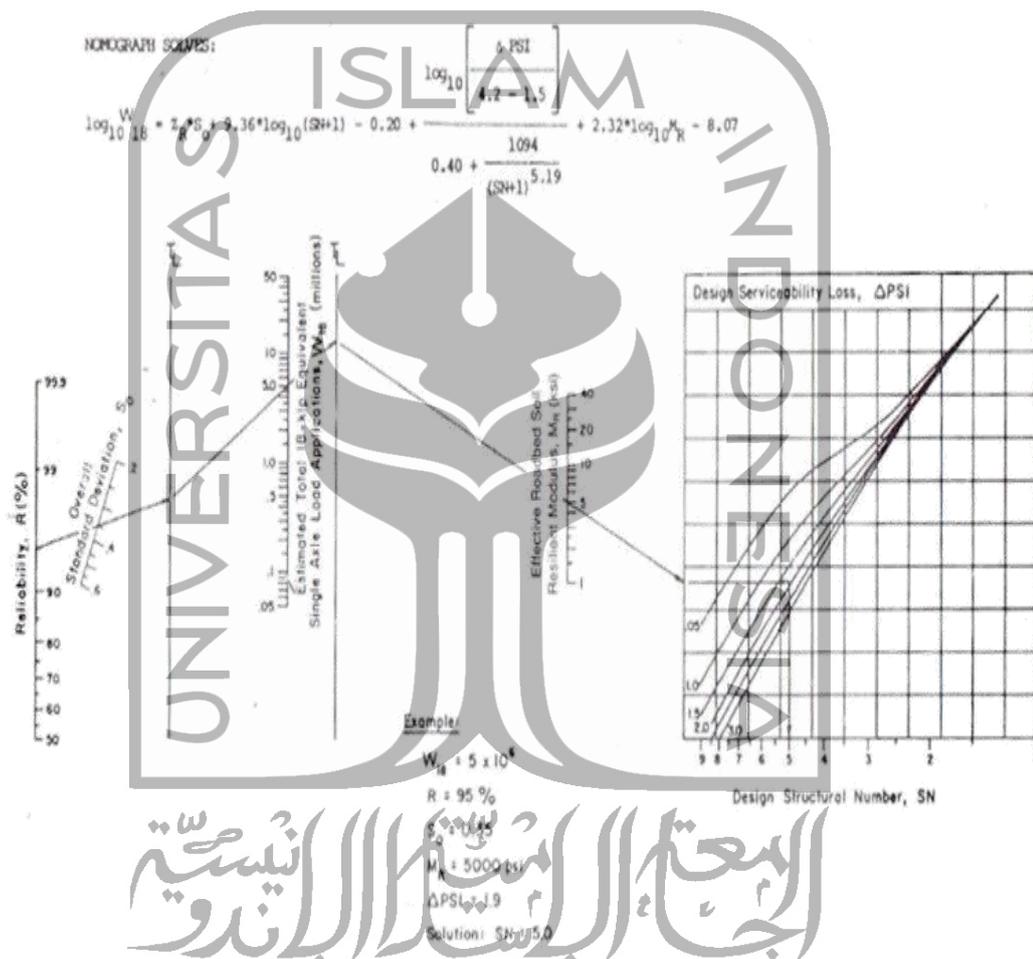
**Tabel 3.17 Koefisien Drainasi dan Koefisien Modifikasi Kekuatan Lapisan**

Kualitas Drainasi	Persen waktu struktur perkerasan terkena air hingga tingkat kelembabannya mendekati jenuh air (P) <sup>(mi)</sup>			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Sempurna	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
Buruk	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Sangat Buruk	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Sumber: AASHTO 1993

### 3.6.10 Angka Struktural (SN)

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa angka structural (*structural number*) didefinisikan sebagai angka indeks yang berasal dari analisis lalu lintas, kondisi tanah dibawah jalan dan faktor regional. Dalam menentukan angka struktural (SN) menggunakan nomogram pada Gambar 3.17 berikut.



Gambar 3.17 Nomogram Nilai SN

Angka struktural (SN) digunakan untuk mencari nilai tebal lapisan perkerasan dari tiap lapisan. Penentuan tebal lapisan perkerasan menggunakan Persamaan 3.18 berikut.

$$SN = a_1.D_1 + a_2.D_2.m_2 + a_3.D_3.m_3 \quad (3.18)$$

Dengan

SN = *struktural number*

- D1 = tebal lapis permukaan  
D2 = tebal lapis pondasi  
D3 = tebal lapis pondasi bawah  
M2 = koefisien drainase untuk lapis pondasi  
M3 = koefisien drainase untuk lapis pondasi bawah  
a1,a2,a3 = berturut-turut koefisien lapisan untuk lapis permukaan, lapis pondasi  
= dan lapis pondasi bawah

