

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Jalan

Jalan merupakan suatu akses penghubung asal tujuan, untuk mengangkut atau memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain. Infrastruktur jalan di Indonesia mempunyai peran yang vital dalam transportasi nasional dalam melayani sekitar 92% angkutan penumpang dan 90% angkutan barang pada jaringan jalan yang ada. (Undang-Undang No 38 Tahun 2004)

Jaringan Jalan adalah satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri atas sistem jaringan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarkis. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional. Sedangkan sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jalan untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan. (Undang-undang No 38 Tahun 2004)

3.2. Klasifikasi Jalan

3.2.1. Klasifikasi menurut fungsi jalan

Berdasarkan Undang-undang RI No 38 Tahun 2004 tentang Jalan, klasifikasi jalan menurut fungsi jalan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

| Jalan | Fungsi Pelayanan | Jarak Perjalanan | Kecepatan Rata-rata | Akses |
|----------|----------------------------|------------------|---------------------|----------------|
| Arteri | Angkutan utama | Jauh | Tinggi | Dibatasi |
| Kolektor | Angkutan pengumpul/pembagi | Sedang | Sedang | Dibatasi |
| Lokal | Angkutan setempat | Dekat | Rendah | Tidak dibatasi |

Sumber: Undang-undang RI No.38 Tahun 2004 pasal 8 ayat 2,3,4

3.2.2. Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuan serta kaitannya dengan klasifikasi menurut kelas dan fungsi jalan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

| No | Kelas Jalan | Fungsi Jalan | Dimensi Kendaraan (maksimum) | | | MST (ton) |
|----|-------------|----------------------|------------------------------|--------------|--|-------------|
| | | | Lebar (mm) | Panjang (mm) | Tinggi, mm (UU No 22 Thn 2009 pasal 19 ayat 2) | |
| 1 | I | Arteri | 2.500 | 18.000 | 4.2000 mm dan $\leq 1,7x$ lebar kendaraan | $> 10,0$ |
| 2 | II | Arteri | 2.500 | 18.000 | | $\leq 10,0$ |
| 3 | IIIA | Arteri atau kolektor | 2.500 | 18.000 | | $\leq 8,0$ |
| 4 | IIIB | Kolektor | 2.500 | 12.000 | | $\leq 8,0$ |
| 5 | IIIC | Lokal | 2.100 | 9.000 | | $\leq 8,0$ |

Sumber: Undang-undang RI No.22 Tahun 2009 pasal 19 ayat 2 tentang Kelas Jalan

3.3. Jenis Perkerasan Jalan

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)
3. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

3.4. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

3.4.1. Kriteria konstruksi perkerasan lentur

Guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan, maka konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Syarat-syarat berlalu lintas

Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
- b. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- c. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
- d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika terkena sinar matahari.

2. Syarat-syarat kekuatan/struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.

- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

3.4.2. Jenis dan fungsi lapisan perkerasan

Perkerasan lentur menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang dipadatkan melalui beberapa lapisan sebagai berikut:

1. Lapisan permukaan / penutup (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas. Lapisan ini berfungsi sebagai:

- a. Lapis perkerasan yang berfungsi sebagai penahan beban roda yang diterima oleh perkerasan, lapisan ini mempunyai stabilitas yang tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air.
- c. Lapis aus (*wearing course*).
- d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan fondasi atas (*base course*), lapis fondasi atas adalah bagian dari lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan (*surface course*) dengan lapis fondasi bawah. Jika tidak menggunakan lapis fondasi bawah, maka lapisan fondasi atas ini terletak antara lapis permukaan dengan tanah dasar. Lapisan fondasi atas berfungsi sebagai:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
 - b. Lapisan peresapan untuk lapisan fondasi bawah.
 - c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.
3. Lapisan fondasi bawah (*subbase course*), lapis perkerasan yang terletak diantara lapis fondasi atas dengan tanah dasar. Lapis fondasi bawah berfungsi sebagai berikut:
- a. Menyebarkan atau menyalurkan beban roda kendaraan ke tanah dasar.
 - b. Pemilihan lapisan ini juga dapat digunakan sebagai efisiensi penggunaan material. Karena material fondasi bawah tergolong lebih murah biayanya daripada lapisan di atasnya.
 - c. Lapis peresapan agar air tanah tidak terkumpul di fondasi.
 - d. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*), lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah paling bawah, dimana akan diletakkan lapisan pondasi bawah. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah



Gambar 3.1 Susunan Lapis Perkerasan Lentur

3.5. Muatan Berlebih (*Overloading*)

Menurut Perda Provinsi DIY No. 04 Tahun 2010 tentang Kelebihan Muatan Barang menjelaskan bahwa muatan berlebih (*overloading*) adalah jumlah berat muatan mobil barang yang diangkut melebihi daya angkut yang diijinkan yang tertera dalam kartu uji dan tanda uji.

Keputusan Menteri Perhubungan No. 14 tahun 2007 pasal 8 berat maksimum muatan yang diijinkan untuk diangkut, dihitung berdasarkan batasan-batasan kekuatan sumbu maksimum kendaraan pengangkut yaitu untuk :

- | | |
|---|----------|
| 1. Sumbu tunggal roda tunggal | = 6 ton |
| 2. Sumbu tunggal roda ganda | = 10 ton |
| 3. Sumbu ganda roda ganda | = 18 ton |
| 4. Sumbu tiga roda ganda | = 21 ton |
| 5. Sumbu ganda roda ganda <i>suspense</i> | = 20 ton |

3.6. Kriteria Perencanaan

3.6.1. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan selama satu satuan waktu (Morisca 2014). Untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tidak terpisah dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan satu arah atau 2 arah terpisah.

Data volume lalu lintas dapat diperoleh dari pos-pos rutin yang ada di sekitar lokasi atau dengan perhitungan secara manual dengan memperhatikan faktor hari,

bulan, musim dimana perhitungan dilakukan, dapat diperoleh data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang representatif

Dari pos-pos rutin tersebut diperoleh data untuk kebutuhan perencanaan tebal lapisan perkerasan berupa:

1. LHR rata-rata
2. Komposisi arus lalu lintas terhadap berbagai kelompok jenis kendaraan
3. Distribusi arah untuk jalan 2 jalur tanpa median

Dalam perhitungan volume lalu lintas harus menggunakan formulir baku yang terdiri dari 8 golongan kendaraan yang meliputi:

- a. Golongan 1 (sepeda motor)
- b. Golongan 2 (kendaraan penumpang)
- c. Golongan 3 (kendaraan utilitas 1)
- d. Golongan 4 (kendaraan utilitas 2)
- e. Golongan 5a (bus kecil)
- f. Golongan 5b (bus besar)
- g. Golongan 6a (truk 2 as kecil)
- h. Golongan 6b (truk 2 as besar)
- i. Golongan 7a (truk 3 as)
- j. Golongan 7b (truk gandengan)
- k. Golongan 7c (truk semi trailer)
- l. Golongan 8 (kendaraan tidak bermotor)

Dari 12 golongan kendaraan tersebut, dalam desain perkerasan jalan hanya diperlukan data lalu lintas kendaraan dari Golongan 2 sampai Golongan 7c.

3.6.2. Angka ekivalen beban sumbu kendaraan

Angka ekivalen dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) (Departemen PU, 2002).

Angka ekivalen masing-masing golongan kendaraan untuk setiap sumbu kendaraan ditentukan dengan Persamaan 3.1.

$$E = k \left[\frac{L}{8,16} \right]^4 \quad (3-1)$$

dengan:

E = Angka ekivalen beban sumbu kendaraan

L = Beban sumbu kendaraan (ton)

$k = 1$ (sumbu tunggal); 0,086 (sumbu ganda); 0,031 (sumbu triple)

Angka ekivalen dihitung untuk masing-masing sumbu depan dan sumbu belakang dengan menggunakan konfigurasi sumbu kendaraan.

3.6.3. Reliabilitas

Konsep reliabilitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Faktor perencanaan reliabilitas memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas (w_{18}) dan perkiraan kinerja (W_{18}), dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas (R) dimana seksi perkerasan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan. Tabel 3.3 memperlihatkan

rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu-lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50% menunjukkan jalan lokal.

Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reliability factor* merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, S_0) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas dan perkiraan kinerja untuk W_{18} yang di berikan. Rentang nilai S_0 adalah 0,40 – 0,50 Dalam persamaan desain perkerasan lentur, nilai R diakomodasi dengan parameter penyimpangan normal standar (*standard normal deviate*, Z_R) yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Berdasarkan Klasifikasi Jalan

| Klasifikasi 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: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

Tabel 3.4 Nilai Penyimpangan Normal Standar Untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu

| Reliabilitas, R (%) | <i>Standard Normal Deviate</i> , Z_R | Reliabilitas, R (%) | <i>Standard Normal Deviate</i> , Z_R |
|--------------------------|--|--------------------------|--|
| 50 | 0,000 | 93 | -1,476 |
| 60 | - 0,253 | 94 | -1,555 |
| 70 | -0,524 | 95 | -1,645 |
| 75 | -0,674 | 96 | -1,751 |
| 80 | -0,841 | 97 | -1,881 |
| 85 | -1,037 | 98 | -2,054 |
| 90 | -1,282 | 99 | -2,327 |
| 91 | -1,340 | 99,9 | -3,090 |
| 92 | -1,405 | 99,99 | -3,750 |

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

3.6.4. Lalu lintas pada lajur rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (w_{18}) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan perumusan sebagai berikut:

$$w_{18} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18} \quad (3-2)$$

dengan,

D_D = faktor distribusi arah

D_L = faktor distribusi lajur

\hat{w}_{18} = beban gandar standar kumulatif dua arah

Pada umumnya, D_D diambil 0,5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa D_D bervariasi dari 0,3 – 0,7 tergantung arah mana yang berat dan kosong. Sedangkan untuk nilai D_L ditentukan dengan jumlah lajur per arah yang ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Faktor Distribusi Lajur

| Jumlah lajur per arah | % beban gandar standar dalam lajur rencana |
|-----------------------|--|
| 1 | 100 |
| 2 | 80 – 100 |
| 3 | 60 – 80 |
| 4 | 50 – 75 |

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar kumulatif pada lajur rencana selama setahun (w_{18}) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*) seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 3-3.

$$W_{18} = w_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad (3-3)$$

dengan,

W_{18} = jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

w_{18} = beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

n = umur pelayanan (tahun)

g = perkembangan lalu lintas (%)

3.6.5. Koefisien drainase

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Pada Tabel 3.6 ditunjukkan definisi umum mengenai kualitas drainase. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif ini adalah koefisien drainase (m). Pada Tabel 3.7 ditunjukkan nilai koefisien drainase (m) yang merupakan fungsi dari kualitas drainase dan persen waktu selama setahun struktur yang dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh.

Tabel 3.6 Definisi 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: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

Tabel 3.7 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 – 1,30 | 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 | 0,08 – 0,75 | 0,60 – 0,40 | 0,40 |

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

3.6.6. Indeks permukaan (IP)

Indeks permukaan adalah nilai yang menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya seperti yang disebut di bawah ini:

IP : 1,0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu arus lalu lintas kendaraan

IP : 1,5 tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)

IP : 2,0 tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih aktif/baik

IP : 2,5 menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Untuk menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor klasifikasi fungsional jalan seperti Tabel 3.7.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 3.8, namun untuk penyederhanaan biasanya digunakan $IP_o=4,2$. Ini dimaksudkan agar kerataan permukaan pada perkerasan yang baru dihamparkan lebih mudah dicapai.

Tabel 3.8 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

| Klasifikasi Jalan | | | |
|-------------------|-----------|-----------|-----|
| Lokal | Kolektor | Arteri | Tol |
| 1,0 – 1,5 | 1,5 | 1,5 – 2,0 | - |
| 1,5 | 1,5 – 2,0 | 2 | - |
| 1,5 – 2,0 | 2 | 2,0 – 2,5 | - |
| - | 2,0 – 2,5 | 2,5 | 2,5 |

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

Tabel 3.9 Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana (IPo)

| Jenis Lapisan Perkerasan | IPo | Ketidakrataan *) (IRI, m/km) |
|--------------------------|-----------|------------------------------|
| LASTON | ≥ 4 | $\leq 1,0$ |
| | 3,9 – 3,5 | $> 1,0$ |
| LASBUTAG | 3,9 – 3,5 | $\leq 2,0$ |
| | 3,4 – 3,0 | $> 2,0$ |
| LAPEN | 3,4 – 3,0 | $\leq 3,0$ |
| | 2,9 – 2,5 | > 3 |

*) Alat pengukur ketidakrataan yang dipergunakan dapat berupa *roughometer* NAASRA, *Bump Integrator*, dll.

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

3.6.7. Koefisien kekuatan relatif (a)

Berdasarkan jenis dan fungsi material lapis perkerasan, estimasi koefisien kekuatan relatif dikelompokkan ke dalam 5 kategori, yaitu: beton aspal (*asphalt concrete*), lapis pondasi granular (*granular base*), lapis pondasi bawah granular (*granular subbase*), *cement-treated base* (CTB), dan *asphalt-treated base* (ATB).

1. Lapis permukaan beton aspal

Untuk memperkirakan koefisien kekuatan relative lapis permukaan digunakan modulus elastisitas (E_{Ac}). Besarnya modulus elastisitas beton aspal dapat ditentukan berdasarkan temperatur rata-rata tahunan perkerasan beton aspal sebagai berikut:

Untuk AC non modifikasi:

$$E_{AC \text{ non modifikasi}} = 5 \times 10^6 + \exp^{(-0,089 * T \text{ rata-rata})} \quad (3-4)$$

Dimana:

$E_{AC \text{ nonmodifikasi}}$ = modulus elastisitas beton aspal non modifikasi

T rata-rata = temperature tahunan rata-rata untuk beton aspal bergradasi

rapat, untuk T rata-rata = 35°C, diperoleh $E_{AC \text{ non modifikasi}} = 220.000 \text{ psi}$

Untuk AC non modifikasi:

$$E_{AC \text{ modifikasi}} = 3 \times 10^6 + \exp(-0,0641 * T L) \quad (3-5)$$

Dimana:

$E_{AC \text{ modifikasi}}$ = modulus elastisitas beton aspal modifikasi

T rata-rata = temperature tahunan rata-rata untuk beton aspal bergradasi rapat,
untuk T rata-rata = 35°C, diperoleh $E_{AC \text{ non modifikasi}} = 318.000$ psi

Berdasarkan nilai modulus elastisitas bahan dapat ditentukan koefisien kekuatan relatif menggunakan Gambar 3.2.

2. Lapis pondasi granular

Koefisien kekuatan relatif, a_2 dapat diperkirakan dengan menggunakan Gambar 3.3 atau dihitung dengan menggunakan hubungan berikut:

$$A_2 = 0,249 (\log_{10} E_{SB}) - 0,977 \quad (3-6)$$

3. Lapis pondasi bawah granular

Koefisien Kekuatan Relatif, a_2 dapat diperkirakan dengan menggunakan Gambar 3.6 atau dihitung dengan menggunakan hubungan berikut :

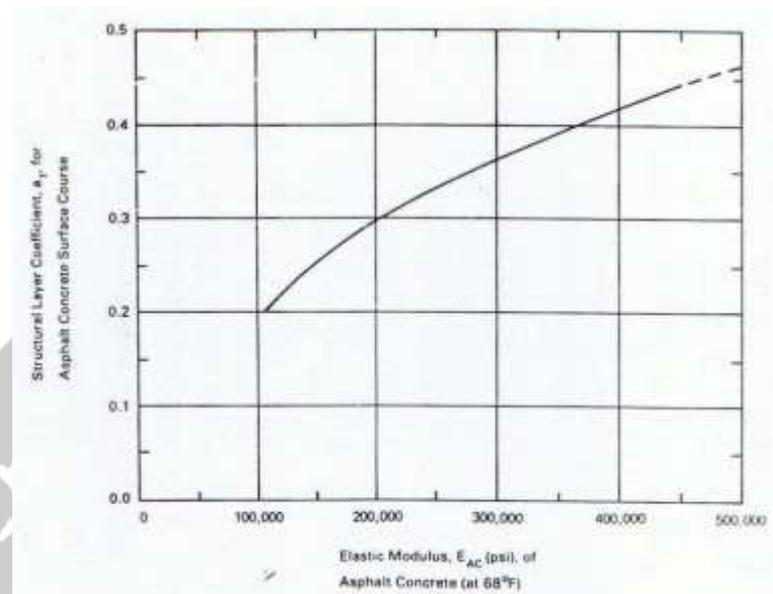
$$A_3 = 0,227 (\log_{10} E_{SB}) - 0,839 \quad (3-7)$$

4. Lapis pondasi bersemen

Gambar 3.4 memperlihatkan grafik yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan Koefisien Kekuatan Relatif, a_2 untuk lapis pondasi bersemen.

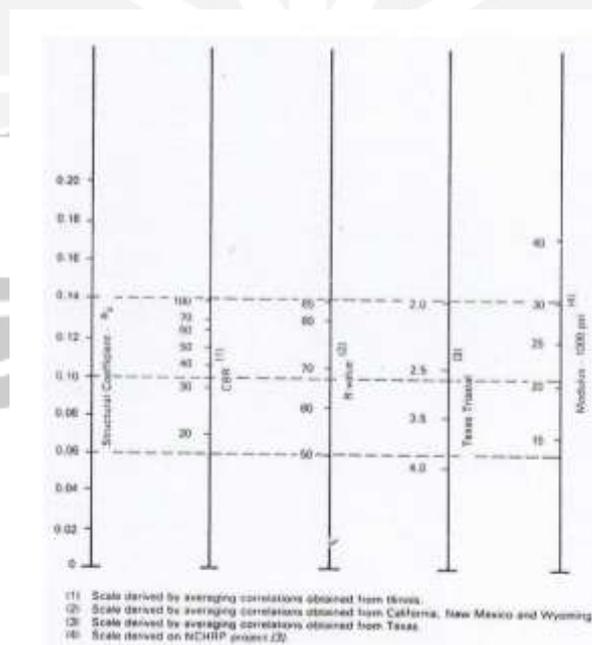
5. Lapis pondasi beraspal

Gambar 3.5 memperlihatkan grafik yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan Koefisien Kekuatan Relatif, a_2 untuk lapis pondasi beraspal.



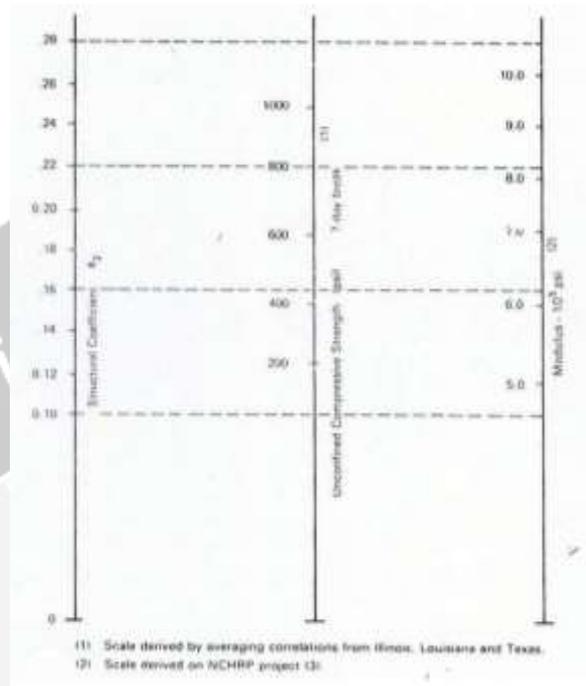
Gambar 3.2 Grafik Untuk Memperkirakan Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Permukaan Beton Aspal Bergradasi Rapat (a_1)

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga



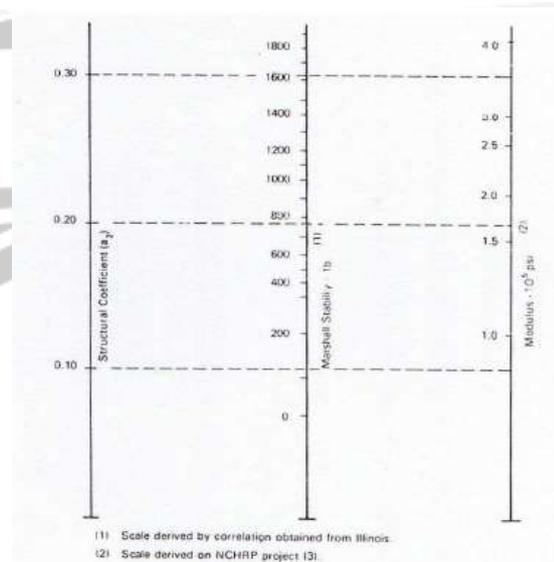
Gambar 3.3 Grafik Untuk Memperkirakan Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Granular (a_2)

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga



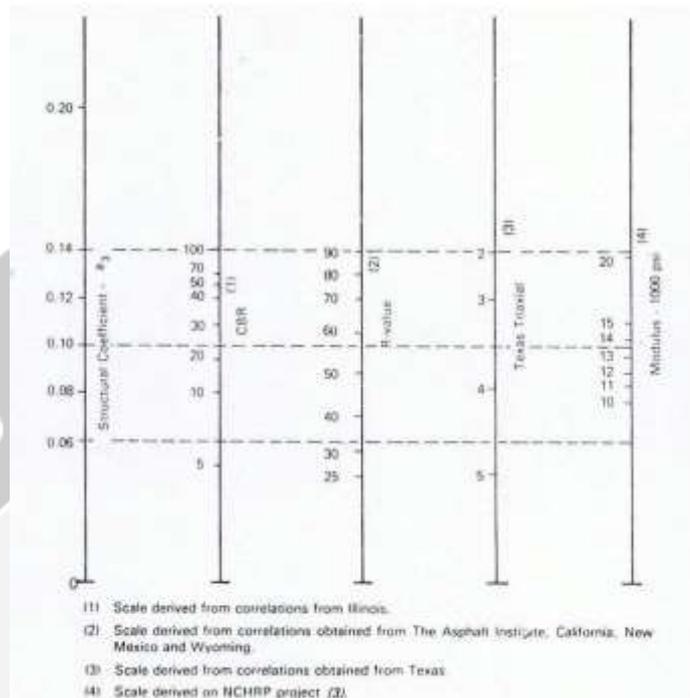
Gambar 3.4 Grafik Untuk Memperkirakan Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Bersemen (a_2)

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga



Gambar 3.5 Grafik Untuk Memperkirakan Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Bersemen (a_2)

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga



Gambar 3.6 Grafik Untuk Menentukan Koefisien Relatif Lapis Pondasi Granular (a_3)

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

3.6.8. Batas-batas minimum tebal lapis perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Dari segi keefektifan biaya, jika perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari pada perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan yang secara ekonomis optimum adalah apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum. Tabel 3.9 memperlihatkan nilai tebal minimum untuk lapis permukaan berbeton aspal dan lapis pondasi agregat.

Tabel 3.10 Tebal Minimum Lapis Permukaan Beton Aspal dan Lapis Pondasi Agregat

| Lalu lintas (ESAL) | Beton aspal | | LAPEN | | LASBUTAG | | Lapis pondasi agregat | |
|-----------------------|-------------|------|-------|----|----------|----|-----------------------|----|
| | inci | cm | inci | cm | inci | cm | inci | cm |
| < 50.000*) | 1,0 *) | 2,5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 4 | 10 |
| 50.001 – 150.000 | 2,0 | 5,0 | - | - | - | - | 4 | 10 |
| 150.001 – 500.000 | 2,5 | 6,25 | - | - | - | - | 4 | 10 |
| 500.001 – 2.000.000 | 3,0 | 7,5 | - | - | - | - | 6 | 10 |
| 2.000.001 – 7.000.000 | 3,5 | 8,75 | - | - | - | - | 6 | 10 |
| > 7.000.000 | 4,0 | 10,0 | - | - | - | - | 6 | 10 |

*) atau perawatan permukaan

Sumber: *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B)*, Bina Marga

3.6.9. Struktural number (SN)

Indeks yang diturunkan dari analisis lalu lintas, kondisi tanah dasar, dan lingkungan yang dapat dikonversi menjadi tebal lapisan perkerasan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang sesuai untuk tiap-tiap jenis material masing-masing lapis perkerasan struktur. Nilai SN dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9,36 \times \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f}}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log(M_R) - 8,07 \quad (3-8)$$

Dimana:

W_{18} = perkiraan jumlah beban sumbu standar ekivalen 18-kip

Z_R = deviasi normal standar

S_0 = gabungan *standard error* untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja

ΔIP = perbedaan antara *initial design serviceability index*, IP_0 dan *design terminal serviceability index*, IP_t

M_r = modulus resilien

IP_f = indeks permukaan jalan hancur (minimum 1,5)

Untuk nilai Mr dapat ditentukan menggunakan rumus,

$$Mr = 1.500 \times CBR \quad (3-9)$$

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan didasarkan pada nilai SN dan kekuatan relative masing-masing lapisan perkerasan, dengan rumus sebagai berikut:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 \quad (3-10)$$

3.7. Penurunan Umur Rencana Perkerasan

Pada perhitungan penurunan umur rencana jalan didapat dari penurunan umur rencana jalan akibat sejumlah repetisi beban melebihi dari jumlah beban standar yang telah direncanakan. Penurunan umur rencana dicari dengan menggunakan analisis *cumulative equivalent standard axle* (CESA). Dalam perhitungan penurunan umur rencana berdasarkan analisis CESA digunakan beberapa parameter yaitu volume lalu lintas, angka ekuivalen rencana, koefisien distribusi kendaraan, faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas. Dengan membandingkan nilai CESA beban standar rencana dengan nilai CESA beban aktual maka diperoleh besarnya penurunan umur rencana perkerasan.

3.7.1. Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai Tabel 3.10. Koefisien

distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang melewati lajur rencana ditentukan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

Tabel 3.12 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

| Jumlah Lajur | Kendaraan ringan* | | Kendaraan berat** | |
|--------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| | 1 arah | 2 arah | 1 arah | 2 arah |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 |
| 3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,475 |
| 4 | - | 0,3 | - | 0,45 |
| 5 | - | 0,25 | - | 0,425 |
| 6 | - | 0,2 | - | 0,4 |

Keterangan : *Mobil Penumpang, **Truk dan Bus

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

3.7.2. Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut rumus atau tabel 3.12.

$$N = \frac{1}{2} 1 + 1 + r^n + 2 (1 + r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \quad (3-11)$$

Atau

Tabel 3.13 Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N)

| n (tahun) \ r (%) | 2 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 1,01 | 1,02 | 1,03 | 1,03 | 1,04 | 1,05 |
| 2 | 2,04 | 2,08 | 2,1 | 2,12 | 2,16 | 2,21 |
| 3 | 3,09 | 3,18 | 3,23 | 3,28 | 3,38 | 3,48 |
| 4 | 4,16 | 4,33 | 4,42 | 4,51 | 4,69 | 4,87 |
| 5 | 5,26 | 5,52 | 5,66 | 5,81 | 6,1 | 6,41 |
| 6 | 6,37 | 6,77 | 6,97 | 7,18 | 7,63 | 8,1 |
| 7 | 7,51 | 8,06 | 8,35 | 8,65 | 9,28 | 9,96 |
| 8 | 8,67 | 9,4 | 9,79 | 10,19 | 11,06 | 12,01 |
| 9 | 9,85 | 10,79 | 11,3 | 11,84 | 12,99 | 14,26 |
| 10 | 11,06 | 12,25 | 12,89 | 13,58 | 15,07 | 16,73 |
| 11 | 12,29 | 13,76 | 14,56 | 15,42 | 17,31 | 19,46 |
| 12 | 13,55 | 15,33 | 16,32 | 17,38 | 19,74 | 22,45 |
| 13 | 14,83 | 16,96 | 18,16 | 19,45 | 22,36 | 26,75 |
| 14 | 16,13 | 18,66 | 20,09 | 21,65 | 25,18 | 29,37 |
| 15 | 17,47 | 20,42 | 22,12 | 23,97 | 28,24 | 33,36 |
| 20 | 24,54 | 30,37 | 33,89 | 37,89 | 47,59 | 60,14 |
| 25 | 32,35 | 42,48 | 48,92 | 56,51 | 76,03 | 103,26 |
| 30 | 40,97 | 57,21 | 68,1 | 81,43 | 118,81 | 172,72 |

Sumber: Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B), Bina Marga

3.7.3. Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$CESA = LHR \times E \times C \times N \times 365 \quad (3-12)$$

dimana:

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar

LHR = jumlah masing-masing jenis kendaraan

E = ekivalen beban sumbu

C = koefisien distribusi kendaraan

N = faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

3.8. Jembatan Timbang

Berdasarkan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal (1) dan (2), bahwa pengemudi dan/atau perusahaan angkutan umum barang wajib mematuhi ketentuan mengenai cara pemuatan, daya angkut, dimensi kendaraan, dan kelas jalan. Untuk mengawasi pemenuhan terhadap ketentuan sebagaimana dimaksud pada pasal (1) dilakukan pengawasan muatan angkutan barang yaitu jembatan timbang.

Berdasarkan PP Nomor 25 Tahun 2000 tentang program pembangunan nasional, diatur mengenai fungsi dan kewenangan jembatan timbang, segala ketentuan mengenai jembatan timbang serta penetapan standar batas maksimum muatan dan berat kendaraan angkutan barang merupakan kewenangan provinsi sebagai daerah otonom. Sedangkan dalam penyelenggaraan penimbangan pada jembatan timbang menjadi tanggung jawab Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dengan petugas pelaksana adalah Unit Pelaksana Teknik Dinas, tentang Tarif Ijin Dispensasi Kelebihan Muatan.

Jembatan timbang mempunyai fungsi dan peranan sebagai berikut:

1. Pendataan arus ekonomi yang keluar – masuk antar Kabupaten/Kota.
2. Lokasi pengecekan kendaraan angkutan barang berdasarkan ketentuan pelaksanaan operasi di lapangan harus berkoordinasi dan dilakukan dengan alat pelaksanaannya sewaktu-waktu (tidak dapat dilakukan secara terus menerus)
3. Diperlukan untuk tugas-tugas perbantuan yang dimintakan oleh instansi daerah lainnya, seperti penelitian pergerakan jenis barang tertentu (sembako, peredaran garam, hasil hutan dan lainnya).

4. Sebagai alat pendataan untuk mengetahui arus lalu lintas, perkembangan suatu daerah yang berguna dalam suatu perencanaan transportasi.
5. Melindungi jalan dan jembatan dari pengurangan umur rencana jalan yang disebabkan kendaraan bermuatan lebih yang melewati jalan dan jembatan tersebut.
6. Melindungi kendaraan tersebut dari kerusakan yang disebabkan oleh muatan yang melebihi daya angkut kendaraan tersebut.

