

DESKRIPSI PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN METODE AASHTO 1993¹

Siegfried² & Sri Atmaja P. Rosyidi³

1. Metoda AASHTO'93

Salah satu metoda perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan adalah metoda AASHTO'93. Metoda ini sudah dipakai secara umum di seluruh dunia untuk perencanaan serta di adopsi sebagai standar perencanaan di berbagai negara. Metoda AASHTO'93 ini pada dasarnya adalah metoda perencanaan yang didasarkan pada metoda empiris. Parameter yang dibutuhkan pada perencanaan menggunakan metoda AASHTO'93 ini antara lain adalah :

- a. Structural Number (SN)
- b. Lalu lintas
- c. Reliability
- d. Faktor lingkungan
- e. Serviceability

1.1 Structural Number

Structural Number (SN) merupakan fungsi dari ketebalan lapisan, koefisien relatif lapisan (*layer coefficients*), dan koefisien drainase (*drainage coefficients*). Persamaan untuk Structural Number adalah sebagai berikut :

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 \dots\dots\dots(Pers. 1)$$

Dimana :

- SN = nilai Structural Number.
a₁, a₂, a₃ = koefisien relatif masing-masing lapisan.
D₁, D₂, D₃ = tebal masing-masing lapisan perkerasan.
m₁, m₂, m₃ = koefisien drainase masing-masing lapisan.

1.2 Lalu Lintas

Prosedur perencanaan untuk parameter lalu lintas didasarkan pada kumulatif beban gandar standar ekivalen (*Cumulative Equivalent Standard Axle, CESA*). Perhitungan untuk CESA ini didasarkan pada konversi lalu lintas yang lewat terhadap beban gandar standar 8.16 kN dan mempertimbangkan umur rencana, volume lalu lintas, faktor distribusi lajur, serta faktor bankitan lalu lintas (*growth factor*).

¹ Artikel ini merupakan bagian dari Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2007 di bawah proyek penelitian: Pengembangan Metode Integrated-Spectral-Analysis-of-Surface-Wave (SASW) untuk Evaluasi Nilai Modulus Elastisitas Struktur Perkerasan Jalan di Indonesia; dengan pendanaan dari Departemen Pendidikan Nasional, Indonesia.

² Peneliti Senior, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Bandung

³ Staf LATEI; Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

1.3 Reliability

Konsep *reliability* untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa ketidakpastian (*uncertainties*) dalam proses perencanaan untuk meyakinkan alternatif-alternatif berbagai perencanaan. Tingkat *reliability* ini yang digunakan tergantung pada volume lalu lintas, klasifikasi jalan yang akan direncanakan maupun ekspektasi dari pengguna jalan.

Reliability didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkat tertentu dari sisi pandangan para pengguna jalan sepanjang umur yang direncanakan. Hal ini memberikan implikasi bahwa repetisi beban yang direncanakan dapat tercapai hingga mencapai tingkat pelayanan tertentu.

Pengaplikasian dari konsep *reliability* ini diberikan juga dalam parameter standar deviasi yang mempresentasikan kondisi-kondisi lokal dari ruas jalan yang direncanakan serta tipe perkerasan antara lain perkerasan lentur ataupun perkerasan kaku. Secara garis besar pengaplikasian dari konsep *reliability* adalah sebagai berikut:

- a. Hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan klasifikasi dari ruas jalan yang akan direncanakan. Klasifikasi ini mencakup apakah jalan tersebut adalah jalan dalam kota (*urban*) atau jalan antar kota (*rural*).
- b. Tentukan tingkat *reliability* yang dibutuhkan dengan menggunakan tabel yang ada pada metoda perencanaan AASHTO'93. Semakin tinggi tingkat *reliability* yang dipilih, maka akan semakin tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan.
- c. Satu nilai standar deviasi (S_o) harus dipilih. Nilai ini mewakili dari kondisi-kondisi lokal yang ada. Berdasarkan data dari jalan percobaan AASHTO ditentukan nilai S_o sebesar 0.25 untuk rigid dan 0.35 untuk flexible pavement. Hal ini berhubungan dengan total standar deviasi sebesar 0.35 dan 0.45 untuk lalu lintas untuk jenis perkerasan rigid dan flexible.

1.4 Faktor Lingkungan

Persamaan-persamaan yang digunakan untuk perencanaan AASHTO didasarkan atas hasil pengujian dan pengamatan pada jalan percobaan selama lebih kurang 2 tahun. Pengaruh jangka panjang dari temperatur dan kelembaban pada penurunan *serviceability* belum dipertimbangkan. Satu hal yang menarik dari faktor lingkungan ini adalah pengaruh dari kondisi *swell* dan *frost heave* dipertimbangkan, maka penurunan *serviceability* diperhitungkan selama masa analisis yang kemudian berpengaruh pada umur rencana perkerasan.

Penurunan *serviceability* akibat *roadbed swelling* tergantung juga pada konstanta *swell*, probabilitas *swell*, dll. Metoda dan tata cara perhitungan penurunan *serviceability* ini dimuat pada Appendix G dari metoda AASHTO'93.

1.5 Serviceability

Serviceability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan. Untuk *serviceability* ini parameter utama yang dipertimbangkan adalah nilai *Present Serviceability Index* (PSI). Nilai *serviceability* ini merupakan nilai yang menjadi penentu tingkat pelayanan fungsional dari suatu sistem perkerasan jalan. Secara numerik *serviceability* ini merupakan fungsi dari beberapa parameter antara lain ketidakrataaan, jumlah lobang, luas tambalan, dll.

Nilai *serviceability* ini diberikan dalam beberapa tingkatan antara lain :

- Untuk perkerasan yang baru dibuka (*open traffic*) nilai serviceability ini diberikan sebesar 4.0 – 4.2. Nilai ini dalam terminologi perkerasan diberikan sebagai nilai *initial serviceability* (P_o).
- Untuk perkerasan yang harus dilakukan perbaikan pelayanannya, nilai serviceability ini diberikan sebesar 2.0. Nilai ini dalam terminologi perkerasan diberikan sebagai nilai *terminal serviceability* (P_t).
- Untuk perkerasan yang sudah rusak dan tidak bisa dilewati, maka nilai serviceability ini akan diberikan sebesar 1.5. Nilai ini diberikan dalam terminologi *failure serviceability* (P_f).

2. Persamaan AASHTO'93

Dari hasil percobaan jalan AASHO untuk berbagai macam variasi kondisi dan jenis perkerasan, maka disusunlah metoda perencanaan AASHO yang kemudian berubah menjadi AASHTO. Dasar perencanaan dari metoda AASHTO baik AASHTO'72, AASHTO'86, maupun metoda terbaru saat sekarang yaitu AASHTO'93 adalah persamaan seperti yang diberikan dibawah ini:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R So + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{P_o - P_t}{P_o - P_f} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} Mr - 8.07 \dots\dots(2)$$

Dimana:

- W_{18} = Kumulatif beban gandar standar selama umur perencanaan (CESA).
- Z_R = Standard Normal Deviate.
- So = Combined standard error dari prediksi lalu lintas dan kinerja.
- SN = Structural Number.
- P_o = Initial serviceability.
- P_t = Terminal serviceability.
- P_f = Failure serviceability.
- Mr = Modulus resilien (psi)

3. Langkah-Langkah Perencanaan Dengan Metoda AASHTO'93

Langkah-langkah perencanaan dengan metoda AASHTO'93 adalah sebagai berikut:

- Tentukan lalu lintas rencana yang akan diakomodasi di dalam perencanaan tebal perkerasan. Lalu lintas rencana ini jumlahnya tergantung dari komposisi lalu lintas, volume lalu lintas yang lewat, beban aktual yang lewat, serta faktor bangkitan lalu lintas serta jumlah lajur yang direncanakan. Semua parameter tersebut akan dikonversikan menjadi kumulatif beban gandar standar ekuivalen (Cumulative Equivalent Standard Axle, CESA).
- Hitung CBR dari tanah dasar yang mewakili untuk ruas jalan ini. CBR representatif dari suatu ruas jalan yang direncanakan ini tergantung dari klasifikasi jalan yang direncanakan. Pengambilan dari data CBR untuk perencanaan jalan biasanya diambil pada jarak 100 meter. Untuk satu ruas jalan yang panjang biasanya dibagi atas segmen-segmen yang mempunyai nilai CBR yang relatif sama. Dari nilai CBR representatif ini kemudian diprediksi modulus elastisitas tanah dasar dengan mengambil persamaan sebagai berikut:

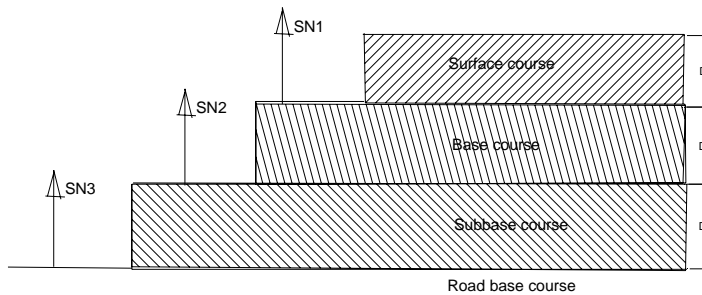
$$E = 1500 \text{ CBR (psi)} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

CBR = nilai CBR representatif (%).

E = modulus elastisitas tanah dasar (psi).

- c. Kemudian tentukan besaran-besaran fungsional dari sistem perkerasan jalan yang ada seperti Initial Present Serviceability Index (Po), Terminal Serviceability Index (Pt), dan Failure Serviceability Index (Pf). Masing-masing besaran ini nilainya tergantung dari klasifikasi jalan yang akan direncanakan antara lain *urban road, country road*, dll.
- d. Setelah itu tentukan *reliability* dan *standard normal deviate*. Kedua besaran ini ditentukan berdasarkan beberapa asumsi antara lain tipe perkerasan dan juga klasifikasi jalan.
- e. Menggunakan data lalu lintas, modulus elastisitas tanah dasar serta besaran-besaran fungsional Po, Pt, dan Pf serta *reliability* dan *standard normal deviate* kemudian bisa dihitung Structural Number yang dibutuhkan untuk mengakomodasi lalu lintas rencana. Perhitungan ini bisa menggunakan grafik-grafik yang tersedia atau juga bisa menggunakan rumus AASHTO'93 seperti yang diberikan pada Persamaan 2 diatas.
- f. Langkah selanjutnya adalah menentukan bahan pembentuk lapisan perkerasan. Masing-masing tipe bahan perkerasan mempunyai koefisien layer yang berbeda. Penentuan koefisien layer ini didasarkan pada beberapa hubungan yang telah diberikan oleh AASHTO'93.
- g. Menggunakan koefisien layer yang ada kemudian dihitung tebal lapisan masing-masing dengan menggunakan hubungan yang diberikan pada Persamaan 1 diatas dengan mengambil koefisien drainase tertentu yang didasarkan pada tipe pengaliran yang ada.
- h. Kemudian didapat tebal masing-masing lapisan. Metoda AASHTO'93 memberikan rekomendasi untuk memeriksa kemampuan masing-masing lapisan untuk menahan beban yang lewat menggunakan prosedur seperti yang diberikan pada langkah berikut ini:



Gambar 1. Ketentuan Perencanaan Menurut AASHTO'93

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D^*_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3}$$

Dimana:

a_i = Koefisien layer masing-masing lapisan.

D_i = Tebal masing-masing lapisan.

SN_i = Structural Number masing-masing lapisan.

Keterangan : D dan SN yang mempunyai asterisk (*) menunjukkan nilai aktual yang digunakan dan nilainya besar atau sama dengan nilai yang dibutuhkan.

4. Contoh Perencanaan Jalan (Model Perkerasan di UMY)

Jalan percobaan UMY berlokasi di kampus UMY di jalan Lingkar Utara Yogyakarta. Jalan percobaan ini direncanakan untuk lalu lintas sedang dengan nilai kumulatif beban gandar standar ekuivalen sebesar 300.000 ESA. Komposisi lapisan yang direncanakan adalah sebagai berikut :

- a. Lapis permukaan ACWC.
- b. Lapis Pondasi AC Base.
- c. Lapis Pondasi Agregat.

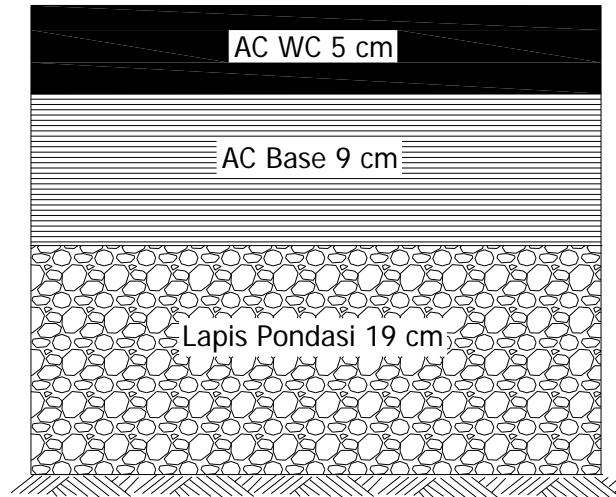
Sedangkan untuk metoda perhitungan yang digunakan adalah metoda AASHTO'93 dengan mengambil parameter-parameter sebagai berikut:

- a. Initial Present Serviceability Index (P_o) = 4.0
- b. Failure Serviceability Index (P_f) = 2.0
- c. Terminal Serviceability Index (P_t) = 1.5
- d. Standard Deviate (S_o) = 0.45
- e. Reliability = 95%, hal ini memberikan nilai $Z_r = -1.645$

Untuk bahan pembentuk perkerasan digunakan sebagai berikut:

- a. Lapisan aus terdiri dari AC WC dengan Modulus Elastisitas 2,000 MPa dan layer coefficient $a = 0.40$.
- b. Lapis pondasi beraspal terdiri dari AC Base dengan Modulus Elastisitas 1,500 MPa dan layer coefficient $a = 0.30$.
- c. Lapis pondasi berbutir terdiri dari Lapis Pondasi Atas dengan CBR 90% dan Modulus Elastisitas 200 Mpa (dari hubungan CBR dan modulus di buku AASHTO'93) dan layer coefficient 0.13.
- d. Tanah dasar dengan CBR sebesar 6% dan Modulus Elastisitas 60 MPa.

Hasil dari perencanaan tebal perkerasan untuk lalu lintas 300,000 CESA diberikan pada Gambar 2 sedangkan hasil perhitungan secara tabelaris diberikan pada Tabel 1 berikut ini.



Tanah Dasar CBR 6%

Gambar 2. Sistem Perkerasan Untuk 300,000 CESA

Tabel 1. Perhitungan SN dan Checking Out Tebal Untuk Alternatif 3

SN	Design life = 300,000 CESA	a	D (inchi)	D (cm)
SN1	0.65	0.40	2.0	5.0
SN2	1.80	0.30	3.5	9.0
SN3	2.80	0.13	7.5	19.0

D*1 (cm)	>=	4.1	OK, karena terpasang 5 cm
SN*1	=	0.8	OK, karena besar sama dengan SN1
D*2 (cm)	>=	8.6	OK, karena terpasang 9 cm
SN*1+SN*2	=	1.9	OK, karena lebih besar dari SN2
D*3 (cm)	>=	18.6	OK, karena terpasang 19 cm